



ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

VOLUME V

PROJETO ALEMÃO – VALE METAIS BÁSICOS

CL-2103-EIA-VOL-05
OUTUBRO DE 2025



ÍNDICE

1 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS.....	28
1.1. METODOLOGIA.....	28
1.1.1. NATUREZA (A).....	30
1.1.2. ABRANGÊNCIA (B).....	30
1.1.3. FASE DE OCORRÊNCIA.....	30
1.1.4. INCIDÊNCIA (D).....	31
1.1.5. DURAÇÃO (E).....	31
1.1.6. TEMPORALIDADE (F).....	31
1.1.7. REVERSIBILIDADE (G).....	31
1.1.8. OCORRÊNCIA (H).....	32
1.1.9. IMPORTÂNCIA (I).....	32
1.1.10. MAGNITUDE (J).....	32
1.1.11. CUMULATIVIDADE (K).....	33
1.2. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS.....	33
1.3. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS.....	34
1.3.1. METODOLOGIA DO ESTUDO.....	35
1.3.2. COMPONENTES AMBIENTAIS E SOCIAIS SELECIONADOS.....	37
1.3.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
1.4. DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	38
1.4.1. IMPACTOS RELACIONADOS AO MEIO FÍSICO.....	38
1.4.1.1. Alteração da qualidade das águas superficiais.....	43
1.4.1.2. Alteração da dinâmica hídrica superficial e subterrânea.....	47
1.4.1.3. Diminuição na disponibilidade hídrica superficial.....	50
1.4.1.4. Diminuição na disponibilidade hídrica subterrânea.....	51
1.4.1.5. Alteração dos níveis de pressão sonora.....	52
1.4.1.6. Alteração dos níveis de vibração.....	53
1.4.1.7. Alteração da qualidade do ar.....	54
1.4.1.8. Alteração da qualidade do solo.....	57
1.4.1.9. Síntese conclusiva dos impactos relevantes do Meio Físico.....	61
1.4.1.10. Impactos Relacionados ao Patrimônio Espeleológico.....	63
1.4.2. IMPACTOS RELACIONADOS AO MEIO BIÓTICO – FAUNA.....	72
1.4.2.1. Afugentamento de Fauna.....	74
1.4.2.2. Alteração das comunidades da biota aquática.....	75
1.4.2.3. Atropelamento de fauna.....	77
1.4.2.4. Retorno de espécies da Fauna.....	78
1.4.2.5. Desregulação Fisiológica de Indivíduos da Fauna.....	79
1.4.2.6. Invasão Biológica.....	80
1.4.2.7. Perda de Hábitat.....	82

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



1.4.2.8. Perda de indivíduos da fauna.....	83
1.4.2.9. Redução de passivo ambiental	84
1.4.3. IMPACTOS RELACIONADOS AO MEIO BIÓTICO - FLORA.....	85
1.4.3.1. Interferência em Unidade de Conservação	87
1.4.3.2. Redução da cobertura vegetal	88
1.4.3.3. Perda de indivíduos da flora.....	89
1.4.3.4. Aumento do efeito de borda	90
1.4.3.5. Alteração da paisagem.....	92
1.4.3.6. Perda do banco de sementes	93
1.4.3.7. Aumento da incidência de incêndios florestais	94
1.4.3.8. Perda de habitat	95
1.4.3.9. Desregulação fisiológica de indivíduos florestais	96
1.4.3.10. Aumento de áreas verdes	97
1.4.4. IMPACTOS RELACIONADOS AO MEIO SOCIOECONÔMICO	99
1.4.4.1. Quadro Resumo dos Impactos – Meio Socioeconômico	101
1.4.4.2. Geração de expectativas e incertezas na população	106
1.4.4.3. Alteração no fluxo migratório.....	111
1.4.4.4. Alteração no nível de emprego e renda	114
1.4.4.5. Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais	119
1.4.4.6. Alteração na dinâmica econômica	124
1.4.4.7. Interferências no cotidiano da população.....	128
1.4.4.8. Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço	134
1.4.4.9. Alteração na arrecadação pública.....	138
1.4.4.10. Síntese dos Impactos Relevantes – Meio Socioeconômico.....	141
2 ÁREAS DE INFLUÊNCIA	150
2.1. ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA.....	150
2.2. ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO FÍSICO	152
2.2.1. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID	152
2.2.2. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA – AII	152
2.3. ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO ESPELEOLÓGICO.....	154
2.3.1. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID	154
2.3.2. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA - AII	154
2.4. ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO BIÓTICO.....	165
2.4.1. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID	165
2.4.2. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA - AII	165
2.5. ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO SOCIOECONÔMICO	167
2.5.1. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID	167
2.5.2. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA – AII	171
2.6. ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PATRIMÔNIO CULTURAL	174

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



2.6.1. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO PATRIMÔNIO CULTURAL - AID.....	174
2.6.2. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DO PATRIMÔNIO CULTURAL - AII.....	176
3 PROGNÓSTICO.....	178
4 ANÁLISE DE RISCO.....	184
4.1.1. OBJETIVOS DA ANÁLISE.....	185
4.2. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES E DA REGIÃO:.....	185
4.2.1. INFRAESTRUTURAS PRINCIPAIS.....	185
4.2.2. INSTALAÇÕES DE APOIO.....	185
4.2.3. ESTRUTURAS DE CONTROLE AMBIENTAL.....	186
4.2.4. SISTEMAS LOGÍSTICOS E DE UTILIDADES.....	186
4.3. IDENTIFICAÇÃO DOS PRODUTOS QUÍMICOS.....	191
4.4. METODOLOGIA GERAL ADOTADA.....	192
4.5. IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS PERIGOS E RISCOS.....	195
4.6. RESULTADOS.....	247
4.7. MEDIDAS PARA REDUÇÃO E REAVALIAÇÃO DOS RISCOS.....	252
4.7.1. RISCOS AMBIENTAIS.....	252
4.7.2. IMPLANTAÇÃO.....	256
4.7.3. OPERAÇÃO.....	265
4.7.4. FECHAMENTO.....	271
4.8. PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCOS (PGR).....	273
4.8.1. OBJETIVOS.....	273
4.8.2. REQUISITOS LEGAIS.....	273
4.8.3. METAS.....	274
4.8.4. INDICADORES DE DESEMPENHO.....	274
4.8.5. METODOLOGIA.....	274
4.8.5.1. Identificação de Cenários Acidentais Relevantes.....	274
4.8.5.2. Metodologia de Análise de Consequências.....	275
4.8.5.3. Critério de Avaliação de Fatalidade.....	275
4.8.5.4. Estimativa e Avaliação dos Riscos.....	276
4.8.5.5. Medidas para Redução dos Riscos e Recalculo dos Riscos.....	277
4.8.5.6. Integração com o Plano de Ação de Emergência (PAE).....	278
4.8.5.7. Segurança de Processos.....	278
4.8.5.8. Gerenciamento de Modificações (MOC).....	278
4.8.5.9. Procedimentos Operacionais.....	279
4.8.5.10. Auditorias e Investigação de Incidentes.....	279
4.8.5.11. Manutenção de Sistemas Críticos.....	279
4.8.6. RESPONSÁVEIS PELA IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA.....	280
4.9. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE).....	285
4.9.1. OBJETIVO.....	285

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



4.9.2. CENÁRIOS ACIDENTAIS.....	286
4.9.3. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DE RESPOSTA À EMERGÊNCIA	287
4.9.4. ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PLANO	293
4.9.5. PRODUTOS PERIGOSOS E FORMAS DE ARMAZENAMENTO	295
4.9.6. TIPOS DE ALERTAS EMERGENCIAIS	296
4.9.7. PROCEDIMENTOS: ISOLAMENTO, RESPOSTA, RESCALDO	297
4.9.8. RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E AGENTES EXTERNOS	298
4.9.9. TREINAMENTOS E SIMULADOS: CRONOGRAMA E RELATÓRIOS.....	299
4.9.10. PLANTAS DE APOIO E MAPAS.....	300
5 MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS OU COMPENSATÓRIAS – PROGRAMAS AMBIENTAIS	301
5.1. PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL.....	304
5.1.1. JUSTIFICATIVA	304
5.1.2. OBJETIVO	304
5.1.3. RESPONSÁVEIS PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PGA	305
5.1.4. LEGISLAÇÃO E/OU REQUISITOS	305
5.1.5. ESCOPO	306
5.1.6. ABRANGÊNCIA	307
5.1.7. MATERIAIS E MÉTODOS.....	307
5.1.7.1. Público-alvo.....	309
5.1.7.2. Estrutura Organizacional	310
5.1.7.3. Planejamento	310
5.1.7.4. Conscientização e Treinamento.....	310
5.1.7.5. Comunicação	310
5.1.7.6. Documentação do Sistema de Gestão Ambiental.....	311
5.1.7.7. Controle de Documentos.....	311
5.1.7.8. Controle Operacional	312
5.1.8. MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO.....	312
5.1.9. CRONOGRAMA.....	315
5.2. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO MEIO FÍSICO	315
5.2.1. PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E QUALIDADE DO AR	315
5.2.1.1. Justificativa	315
5.2.1.2. Objetivo	316
5.2.1.3. Responsável pela implementação do Programa.....	316
5.2.1.4. Legislação e/ou outros requisitos	316
5.2.1.5. Escopo	317
5.2.1.6. Abrangência	317
5.2.1.7. Materiais e Métodos	317
5.2.1.8. Avaliação e Monitoramento.....	317
5.2.1.9. Cronograma	319

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.2.2. PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE RUÍDO E VIBRAÇÃO	319
5.2.2.1. Justificativa	319
5.2.2.2. Objetivo	320
5.2.2.3. Responsável pela implementação do Programa	320
5.2.2.4. Legislação e/ou outros requisitos	320
5.2.2.5. Escopo	320
5.2.2.6. Abrangência	321
5.2.2.7. Materiais e Métodos	321
5.2.2.8. Avaliação e Monitoramento	321
5.2.2.9. Cronograma	322
5.2.3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALITATIVO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	323
5.2.3.1. Justificativa	323
5.2.3.2. Objetivo	323
5.2.3.3. Responsável pela implementação do Programa	323
5.2.3.4. Legislação e/ou outros requisitos	323
5.2.3.5. Escopo	324
5.2.3.6. Abrangência	324
5.2.3.7. Materiais e Métodos	324
5.2.3.8. Avaliação e Monitoramento	325
5.2.3.9. Cronograma	326
5.2.4. PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	326
5.2.4.1. Justificativa	326
5.2.4.2. Objetivo	327
5.2.4.3. Responsável pela implementação do Programa	327
5.2.4.4. Legislação e/ou outros requisitos	327
5.2.4.5. Escopo	328
5.2.4.6. Abrangência	328
5.2.4.7. Materiais e Métodos	328
5.2.4.8. Avaliação e Monitoramento	328
5.2.4.9. Cronograma	329
5.2.5. PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALITATIVO DA SUPERFÍCIE FREÁTICA	329
5.2.5.1. Justificativa	329
5.2.5.2. Objetivo	329
5.2.5.3. Responsável pela implementação do Programa	329
5.2.5.4. Legislação e/ou outros requisitos	330
5.2.5.5. Escopo	330
5.2.5.6. Abrangência	331
5.2.5.7. Materiais e Métodos	331
5.2.5.8. Avaliação e Monitoramento	331

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.2.5.9. Cronograma	332
5.2.6. PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO DA SUPERFÍCIE FREÁTICA.....	332
5.2.6.1. Justificativa	332
5.2.6.2. Objetivo	332
5.2.6.3. Responsável pela implementação do Programa.....	332
5.2.6.4. Legislação e/ou outros requisitos	332
5.2.6.5. Escopo	333
5.2.6.6. Abrangência	333
5.2.6.7. Materiais e Métodos	333
5.2.6.8. Avaliação e Monitoramento	334
5.2.6.9. Cronograma	334
5.2.7. PROGRAMA DE GESTÃO E MONITORAMENTO DE EFLUENTES	334
5.2.7.1. Justificativa	334
5.2.7.2. Objetivo	335
5.2.7.3. Responsável pela implementação do Programa.....	335
5.2.7.4. Legislação e/ou outros requisitos	335
5.2.7.5. Escopo	336
5.2.7.6. Abrangência	336
5.2.7.7. Materiais e Métodos	336
5.2.7.8. Avaliação e Monitoramento	337
5.2.7.9. Cronograma	337
5.2.8. PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	338
5.2.8.1. Justificativa	338
5.2.8.2. Objetivo	338
5.2.8.3. Responsável pela implementação do Programa.....	338
5.2.8.4. Legislação e/ou outros requisitos	338
5.2.8.5. Escopo	340
5.2.8.6. Abrangência	340
5.2.8.7. Materiais e Métodos	340
5.2.8.8. Avaliação e Monitoramento	341
5.2.8.9. Cronograma	341
5.2.9. PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS E MOVIMENTOS DE MASSA.....	342
5.2.9.1. Justificativa	342
5.2.9.2. Objetivo	342
5.2.9.3. Responsável pela implementação do Programa.....	342
5.2.9.4. Legislação e/ou outros requisitos	342
5.2.9.5. Escopo	343
5.2.9.6. Abrangência	343
5.2.9.7. Materiais e Métodos	343

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.2.9.8. Avaliação e Monitoramento	344
5.2.9.9. Cronograma	344
5.3. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO MEIO BIÓTICO - FLORA	354
5.3.1. PROGRAMA DE RESGATE DE GERMOPLASMA	354
5.3.1.1. Justificativa	354
5.3.1.2. Objetivos	354
5.3.1.3. Responsável pela implantação do programa	354
5.3.1.4. Legislação e/ou outros requisitos	354
5.3.1.5. Escopo	355
5.3.1.6. Abrangência	355
5.3.1.7. Materiais e métodos	355
5.3.1.8. Avaliação e Monitoramento (incluindo Metas e Indicadores)	356
5.3.1.9. Cronograma	356
5.3.2. PLANO DE CONTROLE DA SUPRESSÃO VEGETAL	356
5.3.2.1. Justificativa	356
5.3.2.2. Objetivos	357
5.3.2.3. Responsável pela implantação do Plano	357
5.3.2.4. Legislação e/ou outros requisitos	357
5.3.2.5. Escopo	358
5.3.2.6. Abrangência	358
5.3.2.7. Materiais e métodos	358
5.3.2.8. Avaliação e Monitoramento (incluindo Metas e Indicadores)	359
5.3.2.9. Cronograma	360
5.3.3. PROGRAMA DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS	360
5.3.3.1. Justificativa	360
5.3.3.2. Objetivos	360
5.3.3.3. Responsável pela implantação do Programa	360
5.3.3.4. Legislação e/ou Outros Requisitos	360
5.3.3.5. Escopo	361
5.3.3.6. Abrangência	361
5.3.3.7. Materiais e métodos	361
5.3.3.8. Avaliação e Monitoramento (incluindo Metas e Indicadores)	362
5.3.3.9. Cronograma	363
5.3.4. PROGRAMA DE PLANTIO COMPENSATÓRIO	363
5.3.4.1. Justificativa	363
5.3.4.2. Objetivos	364
5.3.4.3. Responsável pela implantação do Programa	364
5.3.4.4. Legislação e/ou outros requisitos	364
5.3.4.5. Escopo	364

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.3.4.6. Abrangência	365
5.3.4.7. Materiais e Métodos	365
5.3.4.8. Avaliação e Monitoramento (incluindo Metas e Indicadores)	365
5.3.4.9. Cronograma	366
5.3.5. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES	366
5.3.5.1. Justificativa	366
5.3.5.2. Objetivos	366
5.3.5.3. Responsável pela Implantação do Programa	367
5.3.5.4. Legislação e/ou Outros Requisitos	367
5.3.5.5. Escopo	367
5.3.5.6. Abrangência	367
5.3.5.7. Materiais e Métodos	368
5.3.5.8. Avaliação e Monitoramento (incluindo Metas e Indicadores)	369
5.3.5.9. Cronograma	370
5.3.6. PROGRAMA DE CONTROLE DE ESPÉCIES EXÓTICAS	370
5.3.6.1. Justificativa	370
5.3.6.2. Objetivos	370
5.3.6.3. Responsável pela implantação do Programa	371
5.3.6.4. Legislação e/ou Outros Requisitos	371
5.3.6.5. Escopo	371
5.3.6.6. Abrangência	371
5.3.6.7. Materiais e Métodos	371
5.3.6.8. Avaliação e Monitoramento (incluindo Metas e Indicadores)	373
5.3.6.9. Cronograma	373
5.3.7. PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	374
5.3.7.1. Justificativa	374
5.3.7.2. Objetivos	375
5.3.7.3. Responsável pela implantação do Programa	375
5.3.7.4. Legislação e/ou outros requisitos	375
5.3.7.5. Escopo	376
5.3.7.6. Abrangência	376
5.3.7.7. Materiais e Métodos	376
5.3.7.8. Avaliação e Monitoramento (incluindo Metas e Indicadores)	413
5.3.7.9. Cronograma	413
5.4. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO MEIO BIÓTICO – FAUNA	414
5.4.1. PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO DE SUPRESSÃO VEGETAL, AFUGENTAMENTO E EVENTUAL RESGATE DE FAUNA	414
5.4.1.1. Justificativa	414
5.4.1.2. Objetivo	414
5.4.1.3. Responsável pela implementação do Programa	414

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.4.1.4. Legislação e/ou outros requisitos	414
5.4.1.5. Escopo	415
5.4.1.6. Abrangência	415
5.4.1.7. Materiais e Métodos	415
5.4.1.8. Avaliação de Monitoramento	421
5.4.1.9. Cronograma	422
5.4.2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE FAUNA ATROPELADA	423
5.4.2.1. Justificativa	423
5.4.2.2. Objetivo	423
5.4.2.3. Responsável pela implementação do Programa	424
5.4.2.4. Legislação e/ou outros requisitos	424
5.4.2.5. Escopo	425
5.4.2.6. Abrangência	425
5.4.2.7. Materiais e Métodos	425
5.4.2.8. Avaliação e Monitoramento	436
5.4.2.9. Cronograma	437
5.4.3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE FAUNA E BIOINDICADORES	437
5.4.3.1. Justificativa	437
5.4.3.2. Objetivo	438
5.4.3.3. Responsável pela implementação do Programa	438
5.4.3.4. Legislação e/ou outros Requisitos	438
5.4.3.5. Escopo	439
5.4.3.6. Abrangência	439
5.4.3.7. Materiais e Métodos	439
5.4.3.8. Avaliação e Monitoramento	450
5.4.3.9. Cronograma	450
5.4.4. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE NINHO DE HARPIA	451
5.4.4.1. Justificativa	451
5.4.4.2. Objetivo	451
5.4.4.3. Responsável pela implementação do Programa	452
5.4.4.4. Legislação e/ou outros Requisitos	452
5.4.4.5. Escopo	453
5.4.4.6. Abrangência	453
5.4.4.7. Materiais e Métodos	453
5.4.4.8. Metas e Indicadores	454
5.4.4.9. Cronograma	455
5.4.5. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE INSETOS VETORES	455
5.4.5.1. Justificativa	455
5.4.5.2. Objetivo	456

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.4.5.3. Responsável pela implementação do Programa.....	456
5.4.5.4. Legislação e/ou outros Requisitos	456
5.4.5.5. Escopo	457
5.4.5.6. Abrangência	457
5.4.5.7. Materiais e Métodos	457
5.4.5.8. Avaliação e Monitoramento	459
5.4.5.9. Cronograma	460
5.4.6. PROGRAMA DE DETECÇÃO E CONTROLE DE CARAMUJO AFRICANO	460
5.4.6.1. Justificativa	460
5.4.6.2. Objetivo	461
5.4.6.3. Responsável pela Implementação do Programa	461
5.4.6.4. Legislação e/ou Outros Requisitos.....	461
5.4.6.5. Escopo	462
5.4.6.6. Abrangência	462
5.4.6.7. Materiais e Métodos	463
5.4.6.8. Avaliação e Monitoramento	464
5.4.6.9. Cronograma	465
5.4.7. PROGRAMA DE CONTROLE DA DISPERSÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS DE PEIXES NA BACIA DO IGARAPÉ BAHIA	465
5.4.7.1. Justificativa	465
5.4.7.2. Objetivos	466
5.4.7.3. Responsável pela Implementação do Programa	466
5.4.7.4. Legislação e/ou Outros Requisitos.....	466
5.4.7.5. Escopo	467
5.4.7.6. Abrangência	467
5.4.7.7. Materiais e Métodos	468
5.4.7.8. Avaliação e Monitoramento	468
5.4.7.9. Cronograma	469
5.5. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO SOCIOECONÔMICO.....	469
5.5.1. PROGRAMA DE GESTÃO DE MÃO DE OBRA, SAÚDE E SEGURANÇA.....	469
5.5.1.1. Justificativa	469
5.5.1.2. Objetivo	471
5.5.1.3. Responsável pela implementação do Programa.....	472
5.5.1.4. Legislação e/ou outros requisitos	472
5.5.1.5. Escopo	473
5.5.1.6. Abrangência	475
5.5.1.7. Materiais e métodos	475
5.5.1.8. Avaliação e monitoramento	476
5.5.1.9. Cronograma	477
5.5.2. PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL (PCS).....	478

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.5.2.1. Justificativa	478
5.5.2.2. Objetivo	479
5.5.2.3. Responsável pela implementação do Programa	480
5.5.2.4. Legislação e/ou outros requisitos	481
5.5.2.5. Escopo	482
5.5.2.6. Abrangência	482
5.5.2.7. Materiais e métodos	483
5.5.2.8. Avaliação e monitoramento	484
5.5.2.9. Cronograma	485
5.5.3. PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL (PEA)	485
5.5.3.1. Justificativa	485
5.5.3.2. Objetivo	487
5.5.3.3. Responsável pela implementação do Programa	488
5.5.3.4. Legislação e/ou outros requisitos	488
5.5.3.5. Escopo	489
5.5.3.6. Abrangência	490
5.5.3.7. Materiais e métodos	490
5.5.3.8. Avaliação e monitoramento	491
5.5.3.9. Cronograma	492
5.5.4. PROGRAMA DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL (PADT)	492
5.5.4.1. Justificativa	492
5.5.4.2. Objetivo	493
5.5.4.3. Responsável pela implementação do Programa	494
5.5.4.4. Legislação e/ou outros requisitos	495
5.5.4.5. Escopo	495
5.5.4.6. Abrangência	497
5.5.4.7. Materiais e métodos	497
5.5.4.8. Avaliação e monitoramento	498
5.5.4.9. Cronograma	499
5.5.5. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE INDICADORES SOCIOECONÔMICOS (PMISE)	499
5.5.5.1. Justificativa	499
5.5.5.2. Objetivo	500
5.5.5.3. Responsável pela implementação do Programa	501
5.5.5.4. Legislação e/ou outros requisitos	501
5.5.5.5. Escopo	502
5.5.5.6. Abrangência	503
5.5.5.7. Materiais e métodos	503
5.5.5.8. Avaliação e monitoramento	504
5.5.5.9. Cronograma	505

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.5.6. PROGRAMA DE VALORIZAÇÃO DA FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS	505
5.5.6.1. Justificativa	505
5.5.6.2. Objetivo	506
5.5.6.3. Responsável pela implementação do Programa	507
5.5.6.4. Legislação e/ou outros requisitos	508
5.5.6.5. Escopo	509
5.5.6.6. Abrangência	510
5.5.6.7. Materiais e métodos	510
5.5.6.8. Avaliação e monitoramento	511
5.5.6.9. Cronograma	512
6 COMPENSAÇÃO AMBIENTAL	513
6.1. ÍNDICE DE MAGNITUDE (IM)	515
6.2. ÍNDICE BIODIVERSIDADE (IB)	516
6.3. ÍNDICE DE ABRANGÊNCIA (IA)	516
6.4. ÍNDICE DE TEMPORALIDADE (IT)	517
6.5. ÍNDICE COMPROMETIMENTO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS (ICAP)	517
6.6. INFLUÊNCIA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (IUC)	518
6.7. CÁLCULO GRAU DE IMPACTO, DE ACORDO COM O DECRETO Nº 4340/02, ALTERADO E ACRESCENTADO PELO DECRETO Nº 6.848/09	519
6.8. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO A SEREM BENEFICIADAS COM OS RECURSOS DA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL	519
6.9. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO EXISTENTES NA REGIÃO QUE CONTEMPLAM A PROTEÇÃO DE ÁREAS DE INTERESSE ESPELEOLÓGICO	519
6.10. LISTA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO EXISTENTES NA REGIÃO DO PROJETO	522
6.11. MAPA CONTENDO O TRAÇADO DA RODOVIA; A ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DOS MEIOS FÍSICO E BIÓTICO; A ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DOS MEIOS FÍSICO E BIÓTICO; E AS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS, ESTADUAIS E MUNICIPAIS E SUAS RESPECTIVAS ZONAS DE AMORTECIMENTO	522
6.12. MAPA CONTENDO AS ÁREAS DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA INTERCEPTADAS PELA ÁREA DE INFLUÊNCIA (AI) DO EMPREENDIMENTO (BASEADO NA PORTARIA MMA Nº 09, DE 23 DE JANEIRO DE 2007)	524
6.13. RESUMO DO SOMATÓRIO DAS ÁREAS DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA NA AI DO EMPREENDIMENTO	526
6.14. DESTINAÇÃO DA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL	526
7 CONCLUSÃO	528
8 GLÓSSÁRIO	530
9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	534

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 FLUXOGRAMA DA RELAÇÃO ENTRE AÇÕES HUMANAS, ASPECTOS AMBIENTAIS E IMPACTOS AMBIENTAIS	29
FIGURA 02 COMPOSIÇÃO REFERÊNCIA PARA MAGNITUDE	34
FIGURA 03 ETAPAS METODOLÓGICAS PARA A ELABORAÇÃO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CUMULATIVOS (AIC) DOS PROJETOS DA VALE NA REGIÃO DE CARAJÁS	36

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



FIGURA 04	ÁREA DIRETAMENTE AFETADA DO PROJETO ALEMÃO	151
FIGURA 05	ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO FÍSICO NO PROJETO ALEMÃO	153
FIGURA 06	INSERÇÃO DE FEIÇÕES ESPELEOLÓGICAS, COM SEUS RESPECTIVOS GRAUS DE RELEVÂNCIA E RESPECTIVAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA PARA SETOR OESTE, ADJACENTES AO PROJETO MINERÁRIO. DESTACA-SE A INSERÇÃO NA ADA DAS CAVIDADES ALE_0001 E ALE_0014.	155
FIGURA 07	INSERÇÃO DE FEIÇÕES ESPELEOLÓGICAS, COM SEUS RESPECTIVOS GRAUS DE RELEVÂNCIA E ÁREAS DE INFLUÊNCIA PARA SETOR LESTE. FOLHA 01.	156
FIGURA 08	INSERÇÃO DE FEIÇÕES ESPELEOLÓGICAS, COM SEUS RESPECTIVOS GRAUS DE RELEVÂNCIA E ÁREAS DE INFLUÊNCIA PARA SETOR LESTE. FOLHA 02.	157
FIGURA 09	POSIÇÃO DAS ÁREA DE INFLUÊNCIA ESPELEOLÓGICA DA ALE_0001, EM RELAÇÃO À ADA DO EMPREENDIMENTO.	158
FIGURA 10	POSIÇÃO DAS ÁREA DE INFLUÊNCIA ESPELEOLÓGICA AGRUPADA DA ALE_0002, ALE_0003, ALE_0004 E ALE_0005 EM RELAÇÃO À AID ESPELEOLÓGICA.	159
FIGURA 11	POSIÇÃO DAS ÁREA DE INFLUÊNCIA ESPELEOLÓGICA DA ALE_0008 E ALE_0009, EM RELAÇÃO À ADA DO EMPREENDIMENTO E AID ESPELEOLÓGICA.	160
FIGURA 12	POSIÇÃO DAS ÁREA DE INFLUÊNCIA ESPELEOLÓGICA DA ALE_0011, EM RELAÇÃO À ADA DO EMPREENDIMENTO E AID ESPELEOLÓGICA.	161
FIGURA 13	POSIÇÃO DAS ÁREA DE INFLUÊNCIA ESPELEOLÓGICA DA ALE_0012, EM RELAÇÃO À ADA DO EMPREENDIMENTO E AID ESPELEOLÓGICA.	162
FIGURA 14	POSIÇÃO DAS ÁREA DE INFLUÊNCIA ESPELEOLÓGICA DA ALE_0014.	163
FIGURA 15	POSIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA ESPELEOLÓGICAS DA ALE_0015, EM RELAÇÃO À ADA DO EMPREENDIMENTO E AID ESPELEOLÓGICA.	164
FIGURA 16	ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO BIÓTICO NO PROJETO ALEMÃO	166
FIGURA 17	ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DE MEIO SOCIOECONÔMICO NO PROJETO ALEMÃO	170
FIGURA 18	ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII) DO MEIO SOCIOECONÔMICO DO PROJETO ALEMÃO	173
FIGURA 19	MAPA DA AID DA TEMÁTICA DO PATRIMÔNIO CULTURAL	175
FIGURA 20	MAPA DA AII DA TEMÁTICA DO PATRIMÔNIO CULTURAL	177
FIGURA 21	ARRANJO GERAL DAS ESTRUTURAS DO PROJETO ALEMÃO	187
FIGURA 22	ESTRUTURAS OFF SITE	188
FIGURA 23	ESPACIALIZAÇÃO DOS RISCOS	190
FIGURA 24	MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO (SEVERIDADE X FREQUÊNCIA)	194
FIGURA 25	FLUXOGRAMA DA ESTRUTURA DE RESPOSTA A EMERGÊNCIA.	288
FIGURA 26	FLUXOGRAMA DE MOBILIZAÇÃO DA EOR DA UNIDADE OPERACIONAL DA MINA DO ALEMÃO	290
FIGURA 27	FLUXOGRAMA DE COMUNICAÇÃO EXTERNA DURANTE EMERGÊNCIAS NA UNIDADE OPERACIONAL.	292
FIGURA 28	ESPACIALIZAÇÃO DOS RISCOS	294
FIGURA 29	DETALHAMENTO DO CICLO PDCA PARA O SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL	309
FIGURA 30	INFRAESTRUTURAS DE APOIO OPERACIONAL, DE CARÁTER TEMPORÁRIO, PARA A IMPLANTAÇÃO DO PROJETO ALEMÃO	378

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



FIGURA 31	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DIFERENCIAIS DOS GRUPOS ECOLÓGICOS DE ESPÉCIES ARBÓREAS.	386
FIGURA 32	DESENHO ESQUEMÁTICO DO ARRANJO SISTEMÁTICO LINEAR EM QUINCÔNCIO	392
FIGURA 33	DESENHO ESQUEMÁTICO COM AS DIMENSÕES DOS PEQUENOS BERÇOS DE PLANTIO	395
FIGURA 34	DESENHO ESQUEMÁTICO COM AS DIMENSÕES DOS BERÇOS DE PLANTIO	396
FIGURA 35	PLANTIO CORRETO DAS MUDAS E TUTORAMENTO (ESTACA).....	397
FIGURA 36	PLANTIO INCORRETO DE MUDAS	398
FIGURA 37	PASSAGENS DE FAUNA NO TRECHO DE 12,6 KM NA RODOVIA DR FAISAL SALMEN (PA-275) NO TRECHO DA ESTRADA DO IGARAPÉ BAHIA.	427
FIGURA 38	CORTE LONGITUDINAL DA PASSAGEM DE FAUNA INFERIOR.....	427
FIGURA 39	CORTE TRANSVERSAL DA PASSAGEM DE FAUNA INFERIOR, PODENDO CELULAR OU CIRCULAR, SIMPLES, DUPLO OU TRIPLO EM QUALQUER SEÇÃO OU DIÂMETRO.	428
FIGURA 40	PLANTA DA PASSAGEM DE FAUNA SUPERIOR.	428
FIGURA 41	DETALHE DA PASSAGEM DE FAUNA SUPERIOR.....	428
FIGURA 42	CORTE LONGITUDINAL DA PASSAGEM DE FAUNA SUPERIOR.	429
FIGURA 43	PLANTA DA PASSAGEM DE FAUNA PARA HERPETOFAUNA.....	429
FIGURA 44	CORTE LONGITUDINAL DA PASSAGEM DE FAUNA PARA HERPETOFAUNA.	430
FIGURA 45	CORTE TRANSVERSAL DA PASSAGEM DE FAUNA PARA HERPETOFAUNA.....	430
FIGURA 46	CÁLCULO DA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL DE ACORDO COM A METODOLOGIA DESCRITA NO DECRETO N.º 6.848/2009.	515
FIGURA 47	CAVIDADES LOCALIZADAS NA ADA E NA AID DA ESPELEOLOGIA DO PROJETO ALEMÃO.....	521
FIGURA 48	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E RESPECTIVAS ZONAS DE AMORTECIMENTO EM RELAÇÃO AS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PROJETO ALEMÃO.	523
FIGURA 49	ÁREAS DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA INTERCEPTADAS PELAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PROJETO ALEMÃO.	525

LISTA DE TABELAS

TABELA 01	PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	29
TABELA 02	CRITÉRIOS QUE TIVERAM PESOS ATRIBUÍDOS PARA CÁLCULO DA AIA.....	33
TABELA 03	LISTA PRELIMINAR DOS COMPONENTES AMBIENTAIS E SOCIAIS DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CUMULATIVOS (AIC) DOS PROJETOS DA VALE NA REGIÃO DE CARAJÁS	37
TABELA 04	ATIVIDADES, ASPECTOS E IMPACTOS PARA AS FASES DO EMPREENDIMENTO	39
TABELA 05	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	45
TABELA 06	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – ALTERAÇÃO DA DINÂMICA HÍDRICA SUPERFICIAL/SUBTERRÂNEA.....	49
TABELA 07	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – DIMINUIÇÃO NA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL	51
TABELA 08	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – DIMINUIÇÃO NA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA.....	52

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



TABELA 09	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – ALTERAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA	53
TABELA 10	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – ALTERAÇÃO DOS NÍVEIS DE VIBRAÇÃO	54
TABELA 11	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DO AR...	56
TABELA 12	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO	59
TABELA 13	IMPACTOS DAS ATIVIDADES E RESPECTIVOS ASPECTOS CONFORME DIFERENTES FASES DO EMPREENDIMENTO.	64
TABELA 14	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO GLOBAL DOS IMPACTOS RELACIONADOS AO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO.	70
TABELA 15	IMPACTOS, ASPECTOS, ATIVIDADES E PROGRAMAS PARA AS FASES DE IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E DESATIVAÇÃO DO PROJETO ALEMÃO, PA.	73
TABELA 16	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – AFUGENTAMENTO DE FAUNA DO PROJETO ALEMÃO.	74
TABELA 17	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – ALTERAÇÃO DAS COMUNIDADES DA BIOTA AQUÁTICA DO PROJETO ALEMÃO.	76
TABELA 18	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – ATROPELAMENTO DE FAUNA DO PROJETO ALEMÃO.	78
TABELA 19	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – RETORNO DE ESPÉCIES DA FAUNA DO PROJETO ALEMÃO.	79
TABELA 20	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – DESREGULAÇÃO FISIOLÓGICA DE INDIVÍDUOS DA FAUNA DO PROJETO ALEMÃO.	80
TABELA 21	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – INVASÃO BIOLÓGICA DO PROJETO ALEMÃO.	81
TABELA 22	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – PERDA DE HABITAT DO PROJETO ALEMÃO.	83
TABELA 23	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – PERDA DE INDIVÍDUOS DA FAUNA DO PROJETO ALEMÃO.	84
TABELA 24	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – REDUÇÃO DO PASSIVO AMBIENTAL DO PROJETO ALEMÃO.	85
TABELA 25	ATIVIDADES, ASPECTOS E IMPACTOS PARA AS FASES DO EMPREENDIMENTO.	86
TABELA 26	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – INTERFERÊNCIA EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO.	88
TABELA 27	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – REDUÇÃO DA COBERTURA VEGETAL.	89
TABELA 28	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL - PERDA DE INDIVÍDUOS DA FLORA.	90
TABELA 29	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – AUMENTO DO EFEITO DE BORDA.	91
TABELA 30	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – ALTERAÇÃO DA PAISAGEM.	92
TABELA 31	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL - PERDA DO BANCO DE SEMENTES.	93

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



TABELA 32	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – AUMENTO DA INCIDÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS	95
TABELA 33	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL - PERDA DE HABITAT.	96
TABELA 34	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – DESREGULAÇÃO FISIOLÓGICA DE INDIVÍDUOS FLORESTAIS.	97
TABELA 35	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL - AUMENTO DE ÁREAS VERDES.....	98
TABELA 36	ATIVIDADES, ASPECTOS E IMPACTOS PARA AS FASES DO EMPREENDIMENTO	99
TABELA 37	ATIVIDADES, ASPECTOS E IMPACTOS PARA AS FASES DO EMPREENDIMENTO	102
TABELA 38	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL GERAÇÃO DE EXPECTATIVA E INCERTEZAS NA POPULAÇÃO	109
TABELA 39	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL ALTERAÇÃO NO FLUXO MIGRATÓRIO	113
TABELA 40	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL ALTERAÇÃO NO NÍVEL DE EMPREGO E RENDA	117
TABELA 41	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL PRESSÕES NA INFRAESTRUTURA E NA DEMANDA POR SERVIÇOS E EQUIPAMENTOS SOCIAIS	122
TABELA 42	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL ALTERAÇÃO NA DINÂMICA ECONÔMICA	127
TABELA 43	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL INTERFERÊNCIAS NO COTIDIANO DA POPULAÇÃO	131
TABELA 44	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL OCORRÊNCIA DE ACIDENTES DE TRABALHO NAS FRENTES DE SERVIÇO	136
TABELA 45	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL ALTERAÇÃO NA ARRECADAÇÃO PÚBLICA	140
TABELA 46	PROGNÓSTICO DA IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E DESATIVAÇÃO DO PROJETO	179
TABELA 47	PRODUTOS QUÍMICOS E ARMAZENAMENTOS	191
TABELA 48	PRODUTOS QUÍMICOS E RISCOS ASSOCIADOS	191
TABELA 49	PLANILHA UTILIZADA PARA A REALIZAÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS	192
TABELA 50	CATEGORIAS DE FREQUÊNCIA DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS	195
TABELA 51	CATEGORIA DE SEVERIDADE DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS	195
TABELA 52	MATRIZ PARA CLASSIFICAÇÃO DE RISCO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS	195
TABELA 53	RISCOS AMBIENTAIS	197
TABELA 54	SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO.....	206
TABELA 55	TERRAPLENAGEM, CORTE E ATERRO, ESCAVAÇÃO E PREPARAÇÃO DAS GALERIAS	211
TABELA 56	OBRAS CIVIS	215
TABELA 57	MONTAGEM ELETROMECÂNICA.....	220
TABELA 58	COMISSIONAMENTO.....	224
TABELA 59	TRANSPORTE E MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS E MAQUINÁRIOS PESADOS	225
TABELA 60	INFRAESTRUTURA DE APOIO À INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO (REFEITÓRIO)	228
TABELA 61	EXPLOSÕES E DESMONTE DE ROCHAS	229

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



TABELA 62	EXTRAÇÃO DO MINÉRIO	230
TABELA 63	BENEFICIAMENTO.....	231
TABELA 64	MOVIMENTAÇÃO E DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL	232
TABELA 65	UTILIZAÇÃO DE BARRAGEM PARA DISPOSIÇÃO DE REJEITOS DE MINERAÇÃO	233
TABELA 66	IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM	235
TABELA 67	OFICINA DE MANUTENÇÃO DE VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS.....	236
TABELA 68	MANUTENÇÃO INDUSTRIAL E ELÉTRICA.....	237
TABELA 69	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	238
TABELA 70	SISTEMA DE DRENAGEM.....	238
TABELA 71	CENTRAL DE MATERIAIS DESCARTÁVEIS.....	239
TABELA 72	AMBULATÓRIO/ATENDIMENTO MÉDICO	240
TABELA 73	TRANSPORTE E MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS E MAQUINÁRIOS PESADOS	241
TABELA 74	POSTO DE ABASTECIMENTO	242
TABELA 75	DEMOLIÇÕES	243
TABELA 76	OBRAS CIVIS DE DRENAGEM.....	244
TABELA 77	BOMBEAMENTO E TRATAMENTO DA ÁGUA EXISTENTE NO LAGO DO RESERVATÓRIO	245
TABELA 78	TRANSPORTE E MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS E MAQUINÁRIOS PESADOS	245
TABELA 79	DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS	246
TABELA 80	DISTRIBUIÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS POR CLASSE DE RISCO – FASE DE IMPLANTAÇÃO	247
TABELA 81	DISTRIBUIÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS POR CLASSE DE RISCO – FASE DE OPERAÇÃO.....	249
TABELA 82	DISTRIBUIÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS POR CLASSE DE RISCO – FASE DE FECHAMENTO	250
TABELA 83	EXEMPLO DE RESULTADOS.....	276
TABELA 84	PERIODICIDADES DE INSPEÇÃO E TESTES.....	280
TABELA 85	CENÁRIO ACIDENTAIS.....	286
TABELA 86	ESTIMATIVA DE PRODUTOS E ARMAZENAMENTO	295
TABELA 87	ESTIMATIVA DE RECURSOS.....	298
TABELA 88	PLANOS, PROGRAMAS E MEDIDAS PARA A MITIGAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DE IMPACTOS	302
TABELA 89	REQUISITOS LEGAIS E NORMATIVOS PGA	305
TABELA 90	REQUISITOS LEGAIS APLICÁVEIS AO PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E QUALIDADE DO AR.....	316
TABELA 91	PADRÕES E LIMITES LEGAIS ESTABELECIDOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR	318
TABELA 92	PADRÃO NACIONAL PARA AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR	318
TABELA 93	OBJETIVO, METAS E INDICADORES DO PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E QUALIDADE DO AR.....	319
TABELA 94	CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E QUALIDADE DO AR	319
TABELA 95	REQUISITOS LEGAIS APLICÁVEIS AO PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE RUÍDO E VIBRAÇÃO	320

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



TABELA 96	LIMITES DE RUÍDO EM FUNÇÃO DOS TIPOS DE ÁREA - NORMA ABNT NBR 10.151:2019 (REVISÃO 2020)	321
TABELA 97	LIMITE DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA DE PICO POR FAIXAS DE FREQUÊNCIA – NBR 9653:2018	322
TABELA 98	OBJETIVO, METAS E INDICADORES DO PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE RUÍDO E VIBRAÇÃO	322
TABELA 99	CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE RUÍDO E VIBRAÇÃO	322
TABELA 100	REQUISITOS LEGAIS APLICÁVEIS AO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALITATIVO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	323
TABELA 101	ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO DO IQA	325
TABELA 102	OBJETIVO, METAS E INDICADORES DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALITATIVO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS	326
TABELA 103	CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALITATIVO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	326
TABELA 104	REQUISITOS LEGAIS APLICÁVEIS AO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS	327
TABELA 105	OBJETIVO, METAS E INDICADORES DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS	329
TABELA 106	CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS	329
TABELA 107	REQUISITOS LEGAIS APLICÁVEIS AO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALITATIVO DA SUPERFÍCIE FREÁTICA	330
TABELA 108	OBJETIVO, METAS E INDICADORES DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALITATIVO DA SUPERFÍCIE FREÁTICA	332
TABELA 109	CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALITATIVO DA SUPERFÍCIE FREÁTICA	332
TABELA 110	REQUISITOS LEGAIS APLICÁVEIS AO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO DA SUPERFÍCIE FREÁTICA	333
TABELA 111	OBJETIVO, METAS E INDICADORES DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO DA SUPERFÍCIE FREÁTICA	334
TABELA 112	CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO DA SUPERFÍCIE FREÁTICA	334
TABELA 113	REQUISITOS LEGAIS APLICÁVEIS AO PROGRAMA DE GESTÃO E MONITORAMENTO DE EFLUENTES	335
TABELA 114	OBJETIVO, METAS E INDICADORES DO PROGRAMA DE GESTÃO E MONITORAMENTO DE EFLUENTES	337
TABELA 115	CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE GESTÃO E MONITORAMENTO DE EFLUENTES	338
TABELA 116	REQUISITOS LEGAIS APLICÁVEIS AO PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	338

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



TABELA 117	OBJETIVO, METAS E INDICADORES DO PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	341
TABELA 118	CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	341
TABELA 119	REQUISITOS LEGAIS APLICÁVEIS AO PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS E MOVIMENTOS DE MASSA	343
TABELA 120	OBJETIVO, METAS E INDICADORES DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS E MOVIMENTOS DE MASSA	344
TABELA 121	CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS E MOVIMENTOS DE MASSA	344
TABELA 122	REQUISITOS LEGAIS E NORMAS APLICÁVEIS AO PROGRAMA DE RESGATE DE FLORA.....	355
TABELA 123	OBJETIVO, METAS E INDICADORES PROGRAMA DE RESGATE DE GERMOPLASMA.....	356
TABELA 124	REQUISITOS LEGAIS E NORMAS APLICÁVEIS AO PROGRAMA DE RESGATE DE FLORA.....	357
TABELA 125	OBJETIVO, METAS E INDICADORES DO PLANO DE CONTROLE DA SUPRESSÃO VEGETAL.	359
TABELA 126	REQUISITOS LEGAIS E NORMAS APLICÁVEIS AO PROGRAMA DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS	360
TABELA 127	OBJETIVO, METAS E INDICADORES PROGRAMA DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAIS.	363
TABELA 128	REQUISITOS LEGAIS DO PROGRAMA DE PLANO COMPENSATÓRIO	364
TABELA 129	OBJETIVO, METAS E INDICADORES PROGRAMA DE PLANTIO COMPENSATÓRIO.....	366
TABELA 130	REQUISITOS LEGAIS DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES	367
TABELA 131	OBJETIVO, METAS E INDICADORES PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES.	369
TABELA 132	REQUISITOS LEGAIS E NORMAS APLICÁVEIS AO PROGRAMA DE CONTROLE DE ESPÉCIES EXÓTICAS	371
TABELA 133	OBJETIVO, METAS E INDICADORES PROGRAMA DE CONTROLE DE ESPÉCIES EXÓTICAS.....	373
TABELA 134	REQUISITOS LEGAIS DO PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	375
TABELA 135	CLASSIFICAÇÃO DOS ATIVOS CONFORME RESOLUÇÃO 68/2021, SUA IDENTIFICAÇÃO GERAL, LOCALIZAÇÃO (MINA), SEU STATUS ATUAL, E VIDA ÚTIL, CONFORME O CENÁRIO DE FECHAMENTO FINAL.....	379
TABELA 136	LISTA DE ESPÉCIES HERBÁCEAS E ARBUSTOS DE CICLO DE VIDA CURTO SUGERIDAS PARA COMPOR O PRAD	384
TABELA 137	LISTA DE ESPÉCIES ARBÓREAS SUGERIDAS PARA COMPOR O PRAD.....	386
TABELA 138	CRONOGRAMA DE MONITORAMENTO.....	412
TABELA 139	METAS E INDICADORES DO PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	413
TABELA 140	PROCEDIMENTOS PARA LOCALIZAÇÃO, PARA CAPTURA E TRANSPORTE DE ANIMAIS DE BAIXA MOBILIDADE OU COM DIFICULDADE DE LOCOMOÇÃO.....	419
TABELA 141	OBJETIVO, METAS E INDICADORES PROGRAMA DE AFUGENTAMENTO E RESGASTE DE FAUNA.	422
TABELA 142	OBJETIVO, METAS E INDICADORES PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE FAUNA ATROPELADA.	436

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



TABELA 143	LISTA DOS INDICADORES BIOLÓGICOS A SEREM MONITORADOS E ESFORÇO AMOSTRAL NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE FAUNA E BIOINDICADORES.	439
TABELA 144	PARÂMETROS E VARIÁVEIS DE CLASSIFICAÇÃO PARA O CÁLCULO DO ÍNDICE DE INTEGRIDADE DE HÁBITATS.	440
TABELA 145	OBJETIVO, METAS E INDICADORES PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE FAUNA E BIOINDICADORES.	450
TABELA 146	OBJETIVO, METAS E INDICADORES PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE FAUNA E BIOINDICADORES.	455
TABELA 147	OBJETIVO, METAS E INDICADORES PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE INSETOS VETORES.	459
TABELA 148	OBJETIVO, METAS E INDICADORES PROGRAMA DE DETECÇÃO E CONTROLE DE CARAMUJO AFRICANO.	465
TABELA 149	OBJETIVO, METAS E INDICADORES PROGRAMA DE CONTROLE DA DISPERSÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS DE PEIXES NA BACIA DO IGARAPÉ BAHIA.	469
TABELA 150	– REQUISITOS APLICÁVEIS PARA ELABORAÇÃO DO PROGRAMA DE GESTÃO DA MÃO DE OBRA, SAÚDE E SEGURANÇA.	473
TABELA 151	METAS, INDICADORES, EVIDÊNCIAS E PERIODICIDADE DE MONITORAMENTO DO PROGRAMA.	477
TABELA 152	CRONOGRAMA EXECUTIVO.	478
TABELA 153	– REQUISITOS APLICÁVEIS PARA ELABORAÇÃO DO PCS.	481
TABELA 154	METAS, INDICADORES, EVIDÊNCIAS E PERIODICIDADE DE MONITORAMENTO DO PROGRAMA.	485
TABELA 155	CRONOGRAMA EXECUTIVO.	485
TABELA 156	– REQUISITOS APLICÁVEIS PARA ELABORAÇÃO DO PEA.	489
TABELA 157	METAS, INDICADORES, EVIDÊNCIAS E PERIODICIDADE DE MONITORAMENTO DO PROGRAMA.	491
TABELA 158	CRONOGRAMA EXECUTIVO.	492
TABELA 159	– REQUISITOS APLICÁVEIS PARA ELABORAÇÃO DO PADT.	495
TABELA 160	METAS, INDICADORES, EVIDÊNCIAS E PERIODICIDADE DE MONITORAMENTO DO PROGRAMA.	498
TABELA 161	CRONOGRAMA EXECUTIVO.	499
TABELA 162	– REQUISITOS APLICÁVEIS PARA ELABORAÇÃO DO PMISE.	502
TABELA 163	METAS, INDICADORES, EVIDÊNCIAS E PERIODICIDADE DE MONITORAMENTO DO PROGRAMA.	504
TABELA 164	CRONOGRAMA EXECUTIVO.	505
TABELA 165	– REQUISITOS APLICÁVEIS PARA ELABORAÇÃO DO PROGRAMA DE VALORIZAÇÃO DA FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS.	509
TABELA 166	METAS, INDICADORES, EVIDÊNCIAS E PERIODICIDADE DE MONITORAMENTO DO PROGRAMA.	512
TABELA 167	CRONOGRAMA EXECUTIVO.	512
TABELA 168	RELEVÂNCIA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE OS ASPECTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS AO PROJETO ALEMÃO.	515
TABELA 169	RELEVÂNCIA DO ESTADO DA BIODIVERSIDADE PREVIAMENTE À IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.	516

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



TABELA 170	RELEVÂNCIA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE A EXTENSÃO ESPACIAL DE IMPACTOS NEGATIVOS SOBRE OS RECURSOS AMBIENTAIS, NA CATEGORIA DE ATRIBUTO DE INSERÇÃO DO PROJETO ALEMÃO.	516
TABELA 171	RELEVÂNCIA DA PERSISTÊNCIA DOS IMPACTOS NEGATIVOS DO PROJETO ALEMÃO.	517
TABELA 172	RELEVÂNCIA DA PERSISTÊNCIA DOS IMPACTOS NEGATIVOS DO EMPREENDIMENTO.	517
TABELA 173	QUANTITATIVO DAS ÁREAS DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA EM RELAÇÃO A AI DO EMPREENDIMENTO.	517
TABELA 174	DADOS DAS UCS SOBREPOSTAS PELA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO ALEMÃO.	518
TABELA 175	LISTA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO EXISTENTES NA REGIÃO DO PROJETO ALEMÃO.	522
TABELA 176	RESUMO SOMATÓRIO ÁREAS DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA.	526

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



RELAÇÃO DE ANEXOS

ANEXO 63	METODOLOGIA AIC
ANEXO 64	FDS DOS PRODUTOS QUÍMICOS
ANEXO 65	PNR 000066 – GERENCIAMENTO DE RESPOSTA A EMERGÊNCIA
ANEXO 66	SHAPEFILES
ANEXO 67	MAPAS
ANEXO 68	MAPAS
ANEXO 69	AUTORIZAÇÃO PARA CAPTURA, COLETA E TRANSPORTE DE MATERIAL BIOLÓGICO (ABIO)

12 DA @ 25 26 92 01-22 GC PM



APRESENTAÇÃO

O Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Alemão é composto por 6 (seis) volumes, sendo este documento o VOLUME V, que consiste na Avaliação de Impactos Ambientais, Áreas de Influência, Prognóstico, Análise de Risco, Medidas Preventivas, Mitigadoras ou Compensatórias – Programas Ambientais, Compensação Ambiental e Conclusão. Os demais capítulos foram desenvolvidos conforme orientação do Termo de Referência EIA/RIMA nº 22809350/2025-Comip/CGTef/Dilic.

VOLUME I	1. APRESENTAÇÃO
	2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA CONSULTORA
	2.1. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO
	2.2. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA E EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO EIA/RIMA
	3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO
	3.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS E CONTEXTUALIZAÇÃO JURÍDICA DO EMPREENDIMENTO
	3.1.1. OBJETIVOS, JUSTIFICATIVA E HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO
	3.1.2. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO EMPREENDIMENTO
	3.1.3. INSERÇÃO REGIONAL
	3.1.4. RELEVÂNCIA SOCIAL, ECONÔMICA E POLÍTICA DO EMPREENDIMENTO
	3.1.5. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS
	3.2. ETAPAS DO PROJETO
	3.2.1. DESCRIÇÃO DA ETAPA DE PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO
	3.2.2. DESCRIÇÃO DA ETAPA DE OPERAÇÃO
	3.2.3. DESCRIÇÃO DA ETAPA DE DESCOMISSIONAMENTO, DESATIVAÇÃO E FECHAMENTO DA MINA
	4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL
	5. METODOLOGIA DO EIA
	6. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO
VOLUME II	7.1. MEIO FÍSICO
	7.1.1. CLIMA E METEOROLOGIA
	7.1.2. QUALIDADE DO AR
	7.1.3. RUÍDO E VIBRAÇÃO
	7.1.4. GEOLOGIA
	7.1.5. GEOMORFOLOGIA
	7.1.6. PEDOLOGIA
	7.1.7. RECURSOS HÍDRICOS
	7.1.7.1. Hidrografia e Hidrologia
	7.1.7.2. Hidrogeologia
	7.1.7.3. Qualidade das águas
	7.1.7.3.1. Qualidade das águas superficiais
	7.1.7.3.2. Qualidade das águas subterrâneas
	7.1.7.3.3. Usos da água

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



	7.1.8. PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO
	7.1.9. ADAPTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
VOLUME III	7.2. MEIO BIÓTICO
	7.2.1. ECOSSISTEMAS TERRESTRES
	7.2.1.1. Flora
	7.2.1.1.1. Inventários florestais e valoração de produtos florestais madeireiros e não madeireiros para supressão de vegetação
	7.2.1.2. Fauna
	7.2.2. ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS
	7.2.3. SÍNTESE INTEGRADORA DO DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO
VOLUME IV	7.2.4. ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO, USOS DO SOLO E ESPAÇOS ESPECIALMENTE PROTEGIDOS
	7.3. MEIO SOCIOECONÔMICO
	7.3.1. PROCESSO HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO
	7.3.2. CENÁRIO ECONÔMICO ATUAL – COMPREENSÃO DA REALIDADE LOCAL NO CONTEXTO REGIONAL
	7.3.2.1. Estrutura produtiva e de serviços
	7.3.2.2. Estrutura ocupacional
	7.3.2.3. Finanças públicas municipais
	7.3.2.4. Uso e ocupação do solo
	7.3.2.5. Usos da água
	7.3.2.6. Relações de dependência da população com os recursos ambientais
	7.3.2.7. Percepção da população
	7.3.3. DINÂMICA DEMOGRÁFICA – PROCESSO DE EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO E CENÁRIO DEMOGRÁFICO ATUAL
	7.3.4. CONDIÇÕES DE VIDA DAS COMUNIDADES NA ÁREA DE ESTUDO
	7.3.4.1. Saúde
	7.3.4.2. Educação
	7.3.4.3. Segurança pública
	7.3.4.4. Infraestrutura
	7.3.4.5. Lazer, turismo e práticas culturais
	7.3.4.6. Análise geral da qualidade de vida
	7.3.5. ORGANIZAÇÃO DA SOCIEDADE CIVIL
	7.3.6. AÇÕES GOVERNAMENTAIS
	7.3.7. COMUNIDADES TRADICIONAIS
	7.3.8. PATRIMÔNIO NATURAL, HISTÓRICO, CULTURAL E ARQUEOLÓGICO

LD DA @ 25 26 92 01-22 GC PM



	7.3.9 PATRIMÔNIO GENÉTICO E CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO
	8. ANÁLISE INTEGRADA
VOLUME V	9. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS
	10. ÁREAS DE INFLUÊNCIA
	11. PROGNÓSTICO
	12. ANÁLISE DE RISCO
	13. MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS OU COMPENSATÓRIAS – PROGRAMAS AMBIENTAIS
	14. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL
	15. CONCLUSÃO
VOLUME VI	17. GLOSSÁRIO
	18. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
	19. MAPAS
	20. DADOS BRUTOS

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



1 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

A avaliação de impactos ambientais assegura que as considerações ambientais sejam tratadas e incorporadas no processo decisório, e é a partir da definição dos impactos que é possível antever, evitar, minimizar ou compensar os efeitos negativos no meio socioeconômico, ambiental e físico, bem como potencializar os impactos positivos.

Cabe lembrar o que é considerado impacto ambiental com base na Resolução CONAMA 001/86, a seguir parcialmente transcrita:

“...qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais...”

Sendo assim, a avaliação dos impactos das intervenções ambientais consideradas para o presente estudo baseou-se na elaboração de matriz de impactos de correlação de causa e efeito. Na matriz, para cada fase a ser considerada, as ações foram identificadas e avaliadas quanto a sua influência no meio físico, biótico e socioeconômico, a partir desta avaliação descreveu-se os possíveis impactos gerados.

As interações com o ambiente produzidas pelas etapas da intervenção em questão foram analisadas por meio da categorização e valoração em classes e em diferentes critérios determinados pela equipe técnica da CLAM Meio Ambiente.

1.1. METODOLOGIA

A metodologia de avaliação de impactos ambientais desenvolvida para o presente estudo considerou as principais ações humana (atividades, produtos ou serviços provenientes) que implicam nos aspectos ambientais que, por sua vez, tem o potencial de resultar em impactos ambientais.

Desta forma, antes de apresentar o método de avaliação dos impactos proposto faz-se necessário uma breve conceituação sobre aspecto ambiental.

De acordo com a NBR ISO 14001:2015, aspecto ambiental é um elemento das atividades, produtos ou serviços que pode interagir com meio ambiente. O aspecto ambiental significativo pode resultar em impactos ambientais significativos.

O termo aspecto ambiental está associado a elementos, atividades (ou parte delas), produtos ou serviços que podem interagir com ambiente. Não são propriamente o objetivo dessas atividades, mas, resultam

12 DA @ 25 26 52 04-22 GC PM



do processo decorrente das mesmas. Um exemplo disso é a atividade de tráfego de veículos por vias não pavimentadas, que apresenta como aspecto ambiental indissociável a emissão de particulados.

Conforme apresentado um aspecto ambiental pode resultar em um impacto ambiental. No caso do exemplo acima, o impacto ambiental associado ao aspecto “emissão de particulados” seria a alteração da qualidade do ar, conforme ilustrado Figura 01.



Figura 01 Fluxograma da relação entre ações humanas, aspectos ambientais e impactos ambientais

Para a Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA) do Projeto Alemão, foi elaborada uma matriz para levantamento das atividades envolvidas na caracterização das intervenções, aspectos e impactos ambientais associados que será apresentada para cada item.

Seguindo as diretrizes do Termo de Referência do SEI/IBAMA 22809350, os impactos foram caracterizados de acordo com os seguintes critérios na Tabela 01.

Tabela 01 Parâmetros para avaliação e classificação de impactos ambientais

ID	CRITÉRIOS	CLASSIFICAÇÃO
A	Natureza	Positivo/ Negativo
B	Abrangência	Pontual/Local/Regional
C	Fase de ocorrência	Planejamento/Implantação/Operação/Desativação
D	Incidência	Direto/Indireto
E	Duração	Temporário/Permanente/Cíclico
F	Temporalidade	Imediato/Médio Prazo/Longo Prazo
G	Reversibilidade	Reversível/Irreversível
H	Ocorrência	Certa/Provável/Improvável
I	Importância	Baixa/Média/Alta
J	Magnitude	Baixa/Média/Alta
K	Cumulatividade	Cumulativo/Não cumulativo

A seguir são apresentadas as descrições dos critérios utilizados na AIA.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



1.1.1. Natureza (A)

Avalia-se se o impacto tem reflexos positivos (P) ou negativos (N) sobre o ambiente. Exprime o caráter da alteração causada por determinada ação.

- **Positivo:** impacto cujos efeitos se traduzem em benefícios para melhoria da qualidade ambiental de um ou mais aspectos ambientais considerados;
- **Negativo:** impacto cujos efeitos se traduzem em prejuízo à qualidade ambiental de um ou mais aspectos ambientais considerados.
- **Duplo-efeito:** impacto que pode assumir características positivas e/ou negativas ao mesmo tempo.

1.1.2. Abrangência (B)

Avalia-se o parâmetro como pontual, local ou regional. Esta definição depende principalmente da característica do aspecto e impacto analisado tomando-se como referencial a capacidade de propagação daquele impacto em relação à área geográfica a partir da área diretamente afetada (ADA). Desta forma a abrangência foi definida nos seguintes termos:

- **Pontual:** quando o impacto, ou seus efeitos, ocorrem ou se manifestam na Área Diretamente Afetada pelo empreendimento/intervenção (ADA) empreendimento/intervenção;
- **Local:** quando o impacto, ou seus efeitos, ocorrem ou se manifestam extrapolando os limites da ADA, mas onde os impactos diretos ainda podem ser percebido;
- **Regional:** quando o impacto, ou seus efeitos, se manifestam em áreas que extrapolam a ADA, mas, são percebidos de forma indireta.

1.1.3. Fase de Ocorrência

As fases de ocorrência são as etapas sucessivas pelas quais a atividade, intervenção ou empreendimento estão relacionadas.

- **Planejamento:** a fase de planejamento do projeto/intervenção está associada a definição de escopo, criação de requisitos, levantamento de dados e informações (que podem envolver campo), estabelecimento de cronogramas, reconhecimentos de área, monitoramentos, dentre outros.
- **Instalação:** é a etapa na qual o projeto/intervenção será efetivamente implantado, nesta fase normalmente entram as atividades de preparação do terreno, abertura de acessos, mobilização de mão de obra, aquisição de insumos e equipamentos.
- **Operação:** a fase de operação representa o funcionamento da atividade propriamente dita, considerando sua rota de processo industrial. Nesta fase estão associadas as infraestruturas necessárias (fontes energéticas, abastecimento de água), insumos, mão de obra.
- **Desativação:** é a fase na qual a atividade encerra seu funcionamento e desmobiliza suas estruturas, promovendo a retirada delas ou encontrando uso alternativo. Normalmente nesta

LD DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



fase processos de recuperação ambiental de áreas são iniciados, bem como a desmobilização de mão de obra contratada.

1.1.4. Incidência (D)

Avalia se o impacto resulta diretamente de uma ação ou intervenção da implantação.

- **Direto:** impacto resulta diretamente da ação;
- **Indireto:** impacto resulta de uma ação indiretamente ou se o efeito é indireto.

1.1.5. Duração (E)

Este atributo de classificação de um impacto corresponde ao tempo de duração do impacto na área em que se manifesta, variando como temporário ou permanente. Está relacionado à duração de impacto.

- **Temporário:** impacto cujos efeitos se manifestam em um intervalo de tempo limitado e conhecido, cessando uma vez eliminada a causa da ação impactante;
- **Permanente:** impacto cujos efeitos se estendem além de um horizonte temporal conhecido, mesmo cessando a causa geradora da ação impactante;
- **Cíclico:** impacto cujos efeitos se estendem em um horizonte temporal cíclico mesmo cessando a causa geradora da ação impactante.

Um impacto temporário indica que o ambiente tem capacidade de retornar a seu estado diagnosticado anteriormente às influências do empreendimento considerando o atributo “Prazo” previamente definido. Um impacto permanente indica que o ambiente não retornará às suas características originais em um intervalo de tempo conhecido.

1.1.6. Temporalidade (F)

Este caráter está relacionado ao momento em o que impacto ocorre, tendo como referência o início da fase a que este se refere - execução/implantação ou operação/utilização e encerramento.

- **Imediato:** impacto cujo efeito se faz sentir imediatamente após a geração da ação causadora;
- **Médio prazo:** impacto cujo efeito se faz sentir gradativamente após a geração da ação impactante;
- **Longo prazo:** impacto cujo efeito se faz sentir decorrido longo tempo após a geração da ação impactante.

1.1.7. Reversibilidade (G)

Refere-se à possibilidade de o impacto ser revertido/reduzido ou não, mediante a adoção de medidas preventivas/ mitigadoras ou pela conclusão de etapas.

LD DA @ 25 26 92 01-22 GC PM



- **Reversível:** quando é possível reverter a tendência do impacto ou os efeitos decorrentes das atividades do empreendimento, levando-se em conta a aplicação de medidas para sua reparação (no caso de impacto negativo) ou com a suspensão da atividade geradora do impacto;
- **Irreversível:** quando mesmo com a suspensão da atividade geradora do impacto não é possível reverter a sua tendência e, quando não há medida com capacidade de restauração.

1.1.8. Ocorrência (H)

Parâmetro que indica a probabilidade de o impacto ocorrer em qualquer uma das fases do empreendimento / atividade.

- **Certa:** Indica que independente de qualquer situação o impacto ocorrerá.
- **Provável:** Dependendo de uma situação anormal há chance de o impacto ocorrer em qualquer uma das fases.
- **Improvável:** Mesmo em condições anormais de atividades a chance de o impacto ocorrer é praticamente nula.

1.1.9. Importância (I)

A relevância ou importância traduz o significado do aspecto ambiental a ser potencialmente atingido considerando o grau de comprometimento que um possível impacto possa resultar.

- **Baixa:** Nos casos do aspecto ambiental e impacto não apresentarem características de possibilidade de perda permanente ou de irreversibilidade e, ainda, considerando uma ocorrência restrita da atividade/empreendimento perante ao entorno.
- **Média:** Quando o aspecto e impacto ambiental já apresentarem características de perda da qualidade ambiental com certo grau de irreversibilidade ou sobre um meio com maior grau de conservação e, ainda, tiver possibilidade de reflexo para as adjacências da atividade/empreendimento.
- **Alta:** Quando o aspecto e impacto ambiental são considerados com característica de interferência com perda de espécies protegidas, grau de irreversibilidade e abrangência regional.

1.1.10. Magnitude (J)

A magnitude é atributo que qualifica cada um dos impactos identificados, procurando sintetizar sua avaliação. No caso da metodologia que será apresentada, a magnitude será atribuída vinculada a outros 4 parâmetros (Abrangência, Reversibilidade, Ocorrência e Importância). Como resultado serão atribuídos os seguintes níveis:

- **Alta:** impacto que altera significativamente as características de um determinado aspecto ambiental, podendo comprometer a qualidade do ambiente;

12 DA @ 25 26 52 04-22 GC PM



- **Média:** impacto que altera medianamente um determinado aspecto ambiental podendo comprometer parcialmente a qualidade do ambiente;
- **Baixa:** impacto que pouco altera um determinado aspecto ambiental, sendo seus efeitos sobre a qualidade do ambiente, considerados desprezíveis

1.1.11. Cumulatividade (K)

A cumulatividade é um parâmetro que:

- **Cumulativo:** Quando os efeitos de impactos de outras atividade pré-existent podem ser acumulados aos impactos gerados na atividade/empreendimento em análise;
- **Não cumulativo:** Quando os impactos de outras atividades/empreendimentos não possibilitam o efeito cumulativo, quando ocorre de forma isolada.

1.2. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

A metodologia de AIA adotada para este Estudo de Impacto Ambiental levou em consideração a matriz apresentada para cada impacto identificado.

Para a avaliação de impactos ambientais da atividade do Projeto Alemão foi desenvolvida uma planilha de AIA, na qual foi classificada a relevância dos impactos em relação ao conjunto de ações/atividades para todas as fases e meios considerados.

Para cada uma das atividades/ações previstas foram elencados os aspectos e impactos ambientais correlacionados. Em seguida, os impactos considerados foram classificados conforme os 11 parâmetros descritos anteriormente (“A” até “K”) e elencados pelo Termo de Referência do IBAMA.

Com base nos indicadores anteriormente apresentados e suas classificações foram preenchidos os itens da matriz de impactos.

Os parâmetros Abrangência (B), Incidência (D), Duração (E), Reversibilidade (G), Ocorrência (H) e Importância (I) tiveram atribuição de pesos (Tabela 02) que foram utilizados para a definição da Magnitude e, em seguida, para o resultado de cada um dos impactos avaliados em relação a Relevância.

Tabela 02 Critérios que tiveram pesos atribuídos para cálculo da AIA

ID	Critérios	Classificação (peso atribuído)
B	Abrangência	Pontual (1) /Local (3) /Regional (5)
D	Incidência	Direto (5) /Indireto (3)
E	Duração	Temporário (1) /Permanente (3) /Cíclico (2)
G	Reversibilidade	Reversível (2) / Irreversível (5)
H	Ocorrência	Certa (1 – 100%) /Provável (0,5 – 50%) / Improvável (0,2 – 20%)
I	Importância	Baixa (1) /Média (3) /Alta (5)

O parâmetro Magnitude também recebeu peso, entretanto, este foi atribuído de forma indireta com referência em 4 parâmetros (Abrangência “B”, Reversibilidade “G”, Ocorrência “H” e Importância “I”)

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



considerados significativos, retirando um pouco a subjetividade deste parâmetro no contexto da avaliação (Figura 02). A multiplicação dos pesos destes parâmetros resulta em um valor que servirá de base para enquadrar a magnitude.

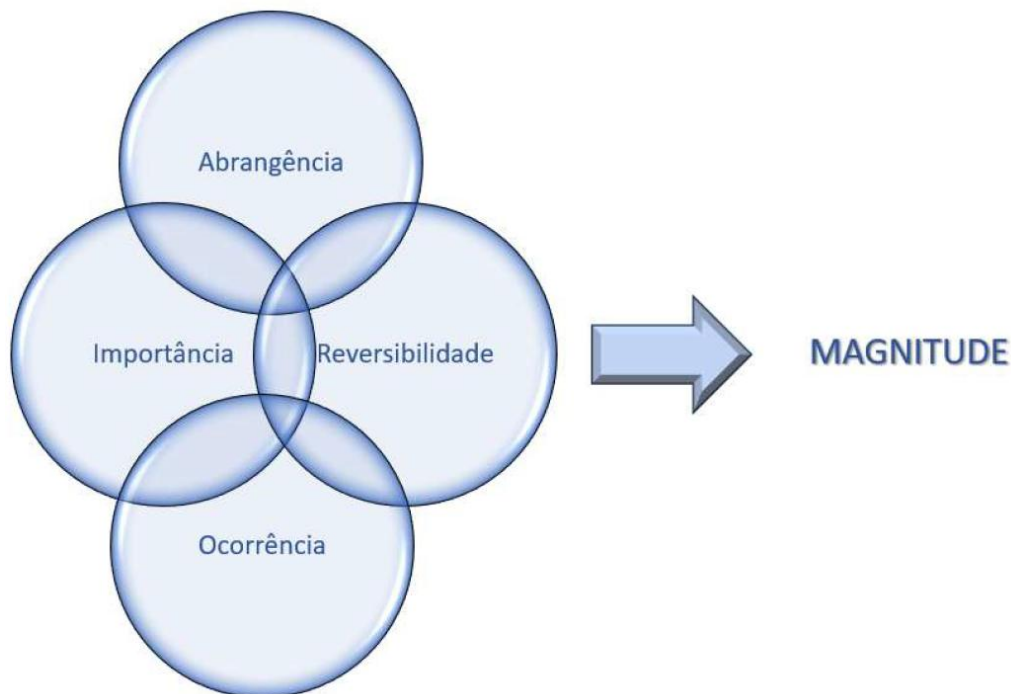


Figura 02 Composição referência para magnitude

Dentro de intervalos pré-determinados do cálculo anterior, a Magnitude pode resultar nas seguintes classificações e pesos “Alta” (5), “Média” (3) ou “Baixa” (1).

Uma vez definido o peso do parâmetro Magnitude “J”, este foi utilizado como fator de ponderação para os parâmetros Incidência “D” e Duração “E”, resultando na relevância final do impacto - Irrelevante, Relevante ou Muito Relevante.

$$\text{Relevância Final do Impacto} = \text{Peso Magnitude} \times \text{Peso Incidência} \times \text{Peso Duração}$$

A relevância final do impacto classifica o grau de atenção do empreendedor na proposição de medidas mitigadoras (no caso de impactos negativos) ou potencializadoras (no caso de impactos positivos).

O norteamento da definição, proposição e/ou continuidade de monitoramentos e programas ambientais também poderão ser definidos com base no resultado da avaliação de impactos.

1.3. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS

A avaliação de impactos cumulativos (AIC) é utilizada para caracterizar as dinâmicas ambientais em áreas afetadas por diversas alterações de origem antrópica. Trata-se de um estudo que avalia os impactos gerados por um empreendimento relacionando os efeitos sinérgicos e acumulativos de intervenções sobre o meio ambiente feitas por atividades passadas, presentes ou futuras em uma mesma área de

12 DA @ 25 28 92 01-22 GC PM



influência.

Diferentemente da avaliação impacto ambiental (AIA) tradicional, focada na análise isolada de um empreendimento, a AIC reconhece que os sistemas ambientais são afetados por múltiplas pressões simultâneas ou sucessivas ao longo do tempo, cujos efeitos podem ser sinérgicos, somatórios ou até mesmo amplificados em relação aos impactos individuais. Essa compreensão é especialmente relevante em áreas ambientalmente sensíveis ou de uso compartilhado, como unidades de conservação.

A AIC parte do pressuposto de que os sistemas ambientais não respondem de forma isolada às ações humanas, sendo afetados por uma série de interações simultâneas ou sucessivas ao longo do tempo. Essa abordagem é especialmente relevante em áreas ambientalmente sensíveis, de uso compartilhado ou sob regime especial de proteção, como no caso das Unidades de Conservação.

Em atendimento às diretrizes estabelecidas no Termo de Referência e considerando a complexidade ecológica, bem como a sobreposição de atividades existentes na região da FLONA de Carajás, a Vale está desenvolvendo, de forma integrada e coordenada, um estudo específico e aprofundado de Avaliação de Impactos Cumulativos, abrangendo todos os empreendimentos sob sua responsabilidade localizados dentro da Unidade de Conservação. Ressalta-se que o Projeto Alemão está inserido nesse contexto de avaliação, sendo considerado como parte integrante do escopo da AIC. Reforça-se, ainda, a importância da integração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) ao processo, como instrumento fundamental para subsidiar a análise dos impactos cumulativos e orientar a tomada de decisões pelos órgãos competentes.

1.3.1. Metodologia do estudo

O estudo de AIC referente aos empreendimentos de responsabilidade da Vale na região de Carajás encontra-se atualmente em fase de elaboração, em consonância com marcos legais aplicáveis, tem como objetivo consolidar uma análise abrangente, sistematizada e tecnicamente robusta, que permita avaliar os efeitos combinados das atividades minerárias em operação, desativadas e previstas para o futuro. A iniciativa visa também a estruturação de uma base de dados integrada, que possa subsidiar, de forma qualificada, tanto a gestão ambiental da Unidade de Conservação quanto o processo decisório dos órgãos competentes.

A metodologia completa adotada no estudo de AIC, está apresentada no Anexo 63 deste EIA, foi baseada em grande parte, em metodologia descrita por Sánchez (2020, 2023) e adaptada dos estudos de Siqueira-Gay *et al.* (2022a, 2022b), Neri *et al.* (2016, 2021), Dibo *et al.* (2018), Hegmann *et al.* (1999), Beanlands e Duinker (1983), bem como de manuais e padrões de instituições mundiais, como a *International Finance Corporation - IFC / World Bank Group* (IFC, 2012; 2013) e a *European Commission* (EC, 1999; 2017a; 2017b; 2017c).

Com base na junção dos diversos autores e instituições que se dedicam a estudar os mecanismos metodológicos de uma AIC, foram definidas quatro etapas importantes como sequência metodológica do estudo de AIC em elaboração pela Vale, conforme apresentado na Figura 03.

- Definição do escopo - estabelecer o que será avaliado no estudo, incluindo a seleção dos componentes ambientais e sociais, a delimitação de limites espaciais, temporais e cenários para a análise, bem como a seleção dos empreendimentos, projetos e instalações associadas;

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM

- Análise retrospectiva e atual - analisar como as condições de cada um dos CASS (componentes ambientais e sociais selecionados) mudaram ao longo do tempo e se essas mudanças são significativas no presente;
- Análise prospectiva, Avaliação de impactos cumulativos - prever como os CASS podem responder aos cenários traçados, considerando as perturbações cumulativas provenientes dos projetos da VALE na região de Carajás e outras fontes de pressão antrópica; e
- Gestão dos impactos cumulativos - identificar medidas para mitigar e monitorar os efeitos cumulativos.

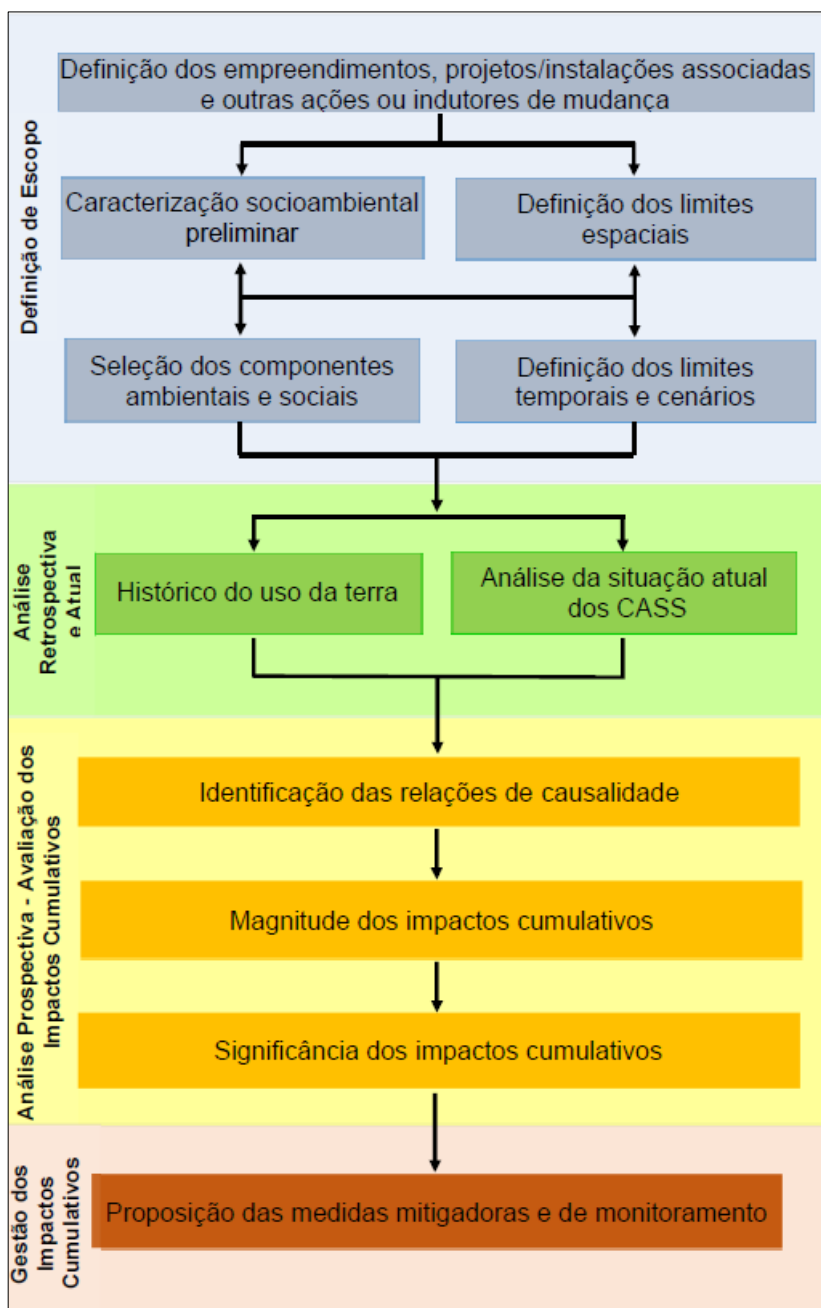


Figura 03 Etapas metodológicas para a elaboração da avaliação de impactos ambientais cumulativos (AIC) dos projetos da VALE na região de Carajás

Fonte: adaptado de Hegmann *et al.* (1999), IFC (2013) e Neri *et al.* (2016).



1.3.2. Componentes Ambientais e Sociais Selecionados

No estudo de AIC, o escopo é definido a partir da seleção de um número restrito de Componentes Ambientais e Sociais Selecionados (CASS). Esses componentes representam fatores ambientais ou sociais que podem ser afetados de forma cumulativa. Diferente da AIA tradicional, que abrange todos os componentes ambientais e sociais, a AIC foca apenas nos CASS, permitindo uma análise mais aprofundada dos efeitos acumulativos sobre os elementos pré-definidos.

Até o momento, foram levantados temas que seguiram para o próximo passo das etapas para seleção dos componentes ambientais e sociais, conforme mostra seguindo as seguintes etapas.

Etapas 1: Proposição dos componentes ambientais e sociais pelos especialistas da VALE;

Etapas 2: Primeira revisão dos componentes ambientais e sociais pelos especialistas em AIC; e

Etapas 3: Lista preliminar dos componentes ambientais e sociais.

Depois que os temas para componentes ambientais e sociais iniciais passaram pelas etapas 1, 2 e 3, foi gerada uma lista preliminar dos CASS (Tabela 03), a qual está sendo avaliada para continuidade do estudo. Cabe ressaltar que o resultado da avaliação de impactos ambientais do Projeto Alemão contribuirá para refinamento da lista dos CASS.

Tabela 03 Lista preliminar dos componentes ambientais e sociais da avaliação de impactos ambientais cumulativos (AIC) dos projetos da VALE na região de Carajás

Componentes Ambientais e Sociais (CASS)	Subcomponentes
Recursos biológicos/biodiversidade	Recursos hídricos subterrâneos
	Recursos hídricos superficiais
Qualidade do ar	-
Ambiente sonoro	-
Patrimônio Espeleológico	Cavidades
Formações vegetais nativas	Ambientes florestais
	Geoambiente de canga sob influência hídrica (inclui lagoas temporárias e permanentes)
	Geoambiente de vegetação rupestre sob canga
Cobertura da terra e uso do solo	
Economia regional	Finanças públicas
	Emprego e renda
Bem-estar social	Moradia, educação e saúde
	Saneamento básico
	Populações vulneráveis
Comunidades extrativistas	Coleta de jaborandi
	Coleta de castanha

1.3.3. Considerações Finais

Conforme mencionado, os resultados e informações produzidas no âmbito da AIA do Projeto Alemão

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



serão diretamente incorporados à Avaliação de Impactos Cumulativos da região de Carajás, servindo de base técnica fundamental para a análise integrada dos efeitos cumulativos, sinérgicos e somatórios das atividades minerárias na região. A contribuição deste EIA é estratégica, pois fornece dados locais e regionais atualizados e metodologicamente compatíveis com os parâmetros adotados na AIC em andamento, favorecendo a identificação, quantificação e a qualificação dos impactos cumulativos, bem como a proposição de medidas mitigadoras e/ou compensatórias a serem analisadas de forma integrada e em escala regional.

Destaca-se que o estudo de AIC está em fase de desenvolvimento, sendo conduzido de maneira abrangente e de alta complexidade com base em parâmetros científicos reconhecidos e validados. Essa abordagem representa o compromisso da Vale com o IBAMA considerando a melhoria contínua da gestão ambiental, transparência no processo de licenciamento e o fortalecimento das estratégias de conservação da FLONA de Carajás.

A conclusão da AIC está prevista para o ano de 2026, quando os resultados consolidados serão submetidos, de forma estruturada e em momento oportuno, à análise do IBAMA. Ressalta-se que a metodologia atualmente em vigência encontra-se apresentada na íntegra conforme Anexo 63 deste EIA, garantido a transparência e a rastreabilidade dos procedimentos adotados. Até a finalização da AIC, a disponibilização deste EIA representa uma etapa fundamental para o avanço da avaliação integrada, reafirmando a importância da AIA como instrumento técnico e legal na construção e no direcionamento de análises ambientais mais abrangentes, consistentes e articuladas com o contexto regional.

1.4. DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

1.4.1. Impactos Relacionados ao Meio Físico

Os impactos no meio físico relativos ao Projeto Alemão estão apresentados na Tabela 04, juntamente com os respectivos aspectos, atividades e programas ambientais propostos. Esses impactos são detalhados nos itens subsequentes.

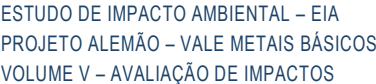
LD DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



Tabela 04 Atividades, aspectos e impactos para as fases do empreendimento

Impacto	Implantação												Operação								Fechamento								Atividade	Programas						
	Consumo de água	Geração de áreas reabilitadas	Geração de área com remoção de solo	Geração de áreas impermeabilizadas	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Geração de efluentes líquidos	Geração de gases de combustão	Geração de interferência no escoamento superficial	Geração de material particulado	Geração de material solto	Geração de resíduos sólidos	Geração de ruído	Geração de vibração	Consumo de água	Geração de área com remoção de solo	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Geração de efluentes líquidos	Geração de gases de combustão	Geração de interferência no escoamento superficial	Geração de material particulado	Geração de material solto	Geração de resíduos sólidos	Geração de ruído	Geração de vibração	Geração de áreas reabilitadas	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Geração de efluentes líquidos	Geração de gases de combustão			Geração de interferência no escoamento superficial	Geração de material particulado	Geração de material solto	Geração de resíduos sólidos	Geração de ruído	
Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea							M R												M R															Abertura de acessos	Programa de Monitoramento Quantitativo da Superfície Freática; Programa de Monitoramento Quantitativo das Águas Superficiais; Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)	
																			M R														Implantação de barragem			
																M R										M R							Bombeamento de água subterrânea			
							M R												M R														Desmonte com explosivos			
																			M R														Disposição de rejeitos			
							M R																											Execução de cortes, aterros e terraplenagem		
				M R																														Montagem civil/mecânica		
																												M R						Obras civis de drenagem		
																										M R								Obras de descaracterização de barragem		
				M R	M R		M R																											Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares		
																				M R														Operação de disposição de estéril (transporte e formação de pilha)		
																									M R									Recomposição vegetal		
								M R																										Supressão vegetal		
								B I												B I									B I					Trânsito de veículos e equipamentos		
Alteração da qualidade das águas superficiais									M R																					M R				Abertura de acessos	Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas Superficiais; Programa de Monitoramento Qualitativo da Superfície Freática; Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa; Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes.	
																M R				M R	M R												Implantação de barragem			
																M R						M R											Beneficiamento mineral			
										M R																								Comissionamento da mina		
						M R					M R																							Demolição de estruturas de concreto e alvenaria		
																											M R			M R				Descomissionamento de estruturas		
										M R																M R					M R			Desmonte com explosivos		
										M R																								Disposição de rejeitos		
										M R																				M R						Execução de cortes, aterros e terraplenagem
							M R				M R																							Funcionamento das frentes de obras		
																	M R																	Manutenção de máquinas e equipamentos		

LD DA @ 28 08 02 OF RD GC PM



2025 Todos os direitos reservados



Impacto	Implantação												Operação								Fechamento								Atividade	Programas								
	Consumo de água	Geração de áreas reabilitadas	Geração de área com remoção de solo	Geração de áreas impermeabilizadas	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Geração de efluentes líquidos	Geração de gases de combustão	Geração de interferência no escoamento superficial	Geração de material particulado	Geração de material solto	Geração de resíduos sólidos	Geração de ruído	Geração de vibração	Consumo de água	Geração de área com remoção de solo	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Geração de efluentes líquidos	Geração de gases de combustão	Geração de interferência no escoamento superficial	Geração de material particulado	Geração de material solto	Geração de resíduos sólidos	Geração de ruído	Geração de vibração	Geração de áreas reabilitadas	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Geração de efluentes líquidos	Geração de gases de combustão			Geração de interferência no escoamento superficial	Geração de material particulado	Geração de material solto	Geração de resíduos sólidos	Geração de ruído			
Alteração da qualidade do solo			B I																																Abertura de acessos	Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa; Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)		
															M R		B I																	ImplantaçãoImplantação de barragem				
																	B I																		Beneficiamento mineral			
											B I																								Comissionamento da mina			
											B I							B I																	Demolição de estruturas de concreto e alvenaria			
																																					Descomissionamento de estruturas	
																M R															B I				Desenvolvimento de mina subterrânea			
			B I																																		Desmonte com explosivos	
			B I																																		Execução de cortes, aterros e terraplenagem	
							B I					B I																									Funcionamento das frentes de obras	
																		B I																			Manutenção de máquinas e equipamentos	
							B I					B I																									Montagem civil/mecânica	
		B I																								B I											Obras civis de drenagem	
																												B I										Obras de descaracterização de barragem
			B I				B I					B I																									Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	
																		B I																				Operação de ETE
																													B I									Operação de unidades principais e auxiliares
							B I											B I																				Utilização de pontos de abastecimento
Alteração dos níveis de pressão sonora																																				ImplantaçãoImplantação de barragem	Programa de Controle e Monitoramento de Ruído e Vibração	
																																				Beneficiamento mineral		
											B I																									Demolição de estruturas de concreto e alvenaria		
																																B I				Descomissionamento de estruturas		
											B I																									Desmonte com explosivos		
											B I																									Execução de cortes, aterros e terraplenagem		
											B I																									Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares		

LD DA @ 28 08 02 07 RD GC PM



Impacto	Implantação												Operação								Fechamento								Atividade	Programas																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	Consumo de água	Geração de áreas reabilitadas	Geração de área com remoção de solo	Geração de áreas impermeabilizadas	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Geração de efluentes líquidos	Geração de gases de combustão	Geração de interferência no escoamento superficial	Geração de material particulado	Geração de material solto	Geração de resíduos sólidos	Geração de ruído	Geração de vibração	Consumo de água	Geração de área com remoção de solo	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Geração de efluentes líquidos	Geração de gases de combustão	Geração de interferência no escoamento superficial	Geração de material particulado	Geração de material solto	Geração de resíduos sólidos	Geração de ruído	Geração de vibração	Geração de áreas reabilitadas	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Geração de efluentes líquidos	Geração de gases de combustão			Geração de interferência no escoamento superficial	Geração de material particulado	Geração de material solto	Geração de resíduos sólidos	Geração de ruído																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															</

LD DA @ 23 08 52 07-22 GC PM



1.4.1.1. Alteração da qualidade das águas superficiais

O impacto ambiental relacionado à alteração da qualidade das águas superficiais pode ocorrer durante as **fases de implantação, operação e Desativação do Projeto** Alemão e é resultante das atividades apresentadas na Tabela 04.

O material solto, ao ser carregado para corpos d'água, pode aumentar a turbidez e a concentração de sólidos em suspensão, resultando em assoreamento dos recursos hídricos a jusante da ADA, especialmente durante períodos chuvosos, caracterizando uma contaminação física.

O lançamento de efluentes líquidos pode gerar a alteração de natureza química e biológica das águas superficiais, em virtude dos efluentes sanitários proveniente de todos os banheiros instalados nas estruturas do empreendimento, além dos efluentes dos refeitórios conterem matéria orgânica, agentes patogênicos e nutrientes; dos efluentes industriais conterem metais e sólidos; e dos efluentes oleosos conterem agentes tensoativos, graxa, hidrocarbonetos e óleos minerais.

Em relação aos resíduos sólidos gerados, estes são de diferentes tipologias e classificações, sendo predominantemente orgânicos no refeitório, e nas estruturas, onde são gerados também resíduos de banheiro. Nas demais estruturas serão gerados resíduos sólidos domésticos, civis e perigosos, como papel, plásticos, ferro, aço, borracha, pneus, embalagens de produtos químicos, entre outros. Além disso, os resíduos de ambulatório contêm resíduos perigosos, como perfurantes e material infectante, e os resíduos perigosos da oficina envolvem embalagens e materiais contaminados com resíduos oleosos. Todos estes tipos de resíduos, quando dispostos de forma inadequada, podem ser carregados aos corpos hídricos, provocando alterações físicas e químicas.

A **natureza** do impacto é **negativa**, uma vez que as atividades podem alterar a qualidade dos recursos hídricos a jusante do empreendimento. A **abrangência** do impacto é considerada **regional**, uma vez que os efeitos causados em águas superficiais podem se manifestar em áreas que extrapolam a ADA e são percebidos de forma direta e indireta em grande extensão dos cursos hídricos, principalmente considerando a inexistência de barreiras físicas nas bacias dos igarapés Sergipe e Pernambuco. Possui **incidência direta**, dado que os efeitos do impacto resultam diretamente das atividades previstas para o Projeto Alemão, e a **ocorrência** é **provável**, considerando que o impacto irá se fazer presente em situação anormal relacionada a falhas das medidas de controle aplicadas, como tratamento de efluentes na ETE, fossas sépticas e sistemas de separação de água e óleo, sistemas de drenagem, ou falha no gerenciamento de resíduos sólidos. A **temporalidade** é **média**, uma vez que os efeitos do impacto, caso ocorram, serão sentidos de forma gradativa, com a evolução das atividades. A **duração** é **temporária**, visto que, caso seja alterada a qualidade das águas com relação às características dos corpos hídricos atingidos, com a suspensão das atividades é possível determinar o intervalo de tempo dos efeitos. O impacto é considerado **reversível**, por meio da suspensão da atividade geradora do impacto, considerando a autodepuração gradual dos cursos hídricos. Além disso, foi classificado como de característica **cumulativa** à possibilidade de que, sendo derivado de diferentes atividades, seu efeito final seja a soma dos efeitos de cada uma delas.

O impacto é de **importância alta**, tendo em vista a localização do empreendimento próximo às

LD DA @ 20 28 52 Of- RD GC PM



nascentes e cursos hídricos das bacias do igarapé Alemão, igarapé Bahia, igarapé Sergipe e igarapé Pernambuco; e o potencial de alteração de diversos parâmetros de qualidade dos recursos hídricos em escala regional, considerando o possível carreamento do material solto gerado pelas atividades de execução de cortes, aterros e terraplenagem, implantação de barragem e obras de descaracterização de barragem. Pode-se citar, ainda, o volume e as características dos efluentes e resíduos gerados obras de instalação de estruturas principais e auxiliares, demolição de estruturas de concreto e alvenaria, beneficiamento mineral, implantação de barragem, manutenção de máquinas e equipamentos, obras de descaracterização de barragem.

O impacto foi classificado com **importância média** para as atividades como abertura de acessos, montagem civil/mecânica, utilização de pontos de abastecimento, comissionamento da mina e operação de ETE, uma vez que o potencial de impacto é menor em relação às demais atividades previstas, devido ao menor volume de material movimentado, efluentes e resíduos gerados. Considerando os parâmetros técnicos utilizados na metodologia da AIA, a **magnitude** do impacto é **média** e sua classificação **relevante**.

Na atividade de recomposição da vegetação na **fase de fechamento**, a **natureza** é considerada **positiva**, relacionada à geração de áreas reabilitadas, devido à redução da área de solo exposto e à menor possibilidade de carreamento de sedimentos para os cursos hídricos a jusante. A **importância** é **alta**, dado que os efeitos da revegetação de todas as áreas do empreendimento têm o potencial de reduzir a ação de processos erosivos e o carreamento de solos, que afetam os cursos hídricos a jusante. Dessa forma, o impacto apresentou **média magnitude** e foi considerado como **relevante**, a partir dos parâmetros utilizados na matriz de avaliação.

Para redução do impacto de alteração da qualidade das águas superficiais serão aplicadas medidas de controle como tratamento e destinação correta de efluentes e resíduos, além do correto dimensionamento e implantação de estruturas de drenagem.

Com relação aos efluentes, pode-se destacar os seguintes sistemas de tratamento, já previstos e detalhados no Volume I: Estação de Tratamento e Neutralização (ETN), Estação de Tratamento de Efluentes da Barragem (ETE BR), Estação de Tratamento de Efluentes Oleosos (ETEO), ETE Apoio Administrativo e Industrial, ETE Usina, ETE Alojamento A, ETE Alojamento B e C e biodigestores. O monitoramento da qualidade dos efluentes gerados será realizado por meio do Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes.

Os resíduos sólidos serão acondicionados temporariamente nos Depósitos Intermediários de Resíduos (DIRs) e posteriormente direcionados à Central de Materiais Descartados (CMD), onde serão triados, devidamente processados e armazenados até a sua destinação final, conforme as normas ambientais. O gerenciamento seguirá os procedimentos definidos no Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

A avaliação das medidas de drenagem será promovida pelas ações definidas no Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa, que visa identificar e monitorar potenciais processos erosivos e de assoreamento dos corpos d'água, além de propor ações para mitigar e controlar a erosão nas áreas de influência.

De forma complementar aos controles propostos, serão aplicados programas de monitoramento para

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



acompanhamento contínuo dos parâmetros de qualidade hídrica: Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas Superficiais e Programa de Monitoramento Qualitativo da Superfície Freática.

Tabela 05 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental – Alteração da qualidade das águas superficiais

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de efluentes líquidos	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Demolição de estruturas de concreto e alvenaria														
Funcionamento das frentes de obras														
Montagem civil/mecânica	Geração de efluentes líquidos	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Utilização de postos de abastecimento														
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Funcionamento das frentes de obras														
Demolição de estruturas de concreto e alvenaria	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Montagem civil/mecânica														
Comissionamento da mina														
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de material solto	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Execução de cortes, aterros e terraplenagem														
Desmonte com explosivos														
Abertura de acessos	Geração de material solto	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Operação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Desenvolvimento de mina subterrânea														
Disposição de rejeitos														
Operação de disposição de estéril (transporte e formação de pilha)														
Beneficiamento mineral	Geração de efluentes líquidos	Alteração da qualidade das águas												

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Implantação de barragem		superficiais	Negativa	Regional	Operação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Manutenção de máquinas e equipamentos														
Operação de ETE	Geração de efluentes líquidos	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Operação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Operação de unidades principais e auxiliares														
Utilização de pontos de abastecimento														
Beneficiamento mineral	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Operação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Implantação de barragem														
Manutenção de máquinas e equipamentos														
Desenvolvimento de mina subterrânea	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Operação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Operação de ETE														
Operação de unidades principais e auxiliares														
Implantação de barragem	Geração de material solto	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Operação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Obras de descaracterização de barragem	Geração de efluentes líquidos	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Fechamento	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Operação de unidades principais e auxiliares														
Desmonte com explosivos	Geração de efluentes líquidos	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Fechamento	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Operação de unidades principais e auxiliares	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Fechamento	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Descomissionamento de estruturas														
Obras de descaracterização de barragem.														
Desmonte com explosivos	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Fechamento	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Média	Cumulativo	Relevante

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Execução de cortes, aterros e terraplenagem	Geração de material solto	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Fechamento	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Obras de descaracterização de barragem														
Obras civis de drenagem	Geração de material solto	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Regional	Fechamento	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Descomissionamento de estruturas														
Abertura de acessos														
Recomposição da vegetação	Geração de áreas reabilitadas	Alteração da qualidade das águas superficiais	Positiva	Regional	Fechamento	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.1.2. Alteração da dinâmica hídrica superficial e subterrânea

A **alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea** poderá ocorrer nas **fases de implantação, operação e fechamento do Projeto Alemão**, relacionado aos aspectos mencionados na Tabela 06.

O impacto das atividades que alteram a cobertura e estrutura do solo é de **natureza negativa**, uma vez que interferem no escoamento superficial à medida que o deixam vulnerável às ações do intemperismo e à precipitação, o que pode resultar em compactação, processos erosivos e aumento da velocidade de escoamento superficial. Consequentemente, tais atividades afetam as etapas locais do ciclo hidrológico, pela redução das taxas de infiltração e evapotranspiração, e aumento do escoamento superficial, que pode ocasionar alterações na curva de vazão dos recursos hídricos a jusante e flutuações no nível freático.

Por outro lado, a atividade de recomposição vegetal na **fase de fechamento** gera impacto de **natureza positiva** por reduzir os processos erosivos e a velocidade de escoamento. Com isso, o tempo de permanência da água aumenta, favorecendo sua infiltração no solo e possibilitando a recarga do lençol freático.

A **abrangência** é **local**, por ter efeitos sentidos de forma direta, além dos limites da ADA, porém se restringem ao seu entorno, de acordo com o Modelo Hidrogeológico (VALE, 2025). A **incidência** é **direta**, decorrente da exposição do solo, impermeabilização pela construção de estruturas e bombeamento das águas subterrâneas, e a **duração** é **permanente**, já que os efeitos podem se estender além de um horizonte temporal conhecido, principalmente para as atividades que irão alterar a estrutura do solo como barragem e pilhas. No entanto, para o bombeamento de água subterrânea a **duração** é **temporária**, uma vez que a recuperação foi eficiente em toda área de estudo no cenário de desativação dos drenos determinado pelo Modelo Hidrogeológico Numérico (MDGEO, 2022).

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



A **temporalidade** é **média**, pois os efeitos serão sentidos gradativamente após as ações, além de serem intensificados pela ação dos agentes climáticos. O impacto é **reversível**, uma vez que, com o fim das atividades operacionais, as medidas de recuperação reduzirão a velocidade de escoamento e poderão aumentar a permeabilidade do solo. A **ocorrência** é **certa**, dada a necessidade de adequação do terreno e execução das demais ações que inevitavelmente irão expor o solo e interferir no escoamento superficial e permeabilidade das áreas. O impacto é **cumulativo**, considerando as atividades previstas e as fases de desenvolvimento do Projeto Alemão.

A **importância** é considerada **alta** para o impacto causado pelas atividades de obras de instalação de estruturas principais e auxiliares, execução de cortes, aterros e terraplenagem, desmonte com explosivos e implantação de barragem, pois interferem no escoamento superficial nas **fases de implantação e operação**, devido à área e ao volume de material movimentados e à possibilidade de afetar áreas adjacentes. O bombeamento de água subterrânea gera impacto de **importância alta**, tendo em vista o potencial para ocasionar alterações na curva de vazão dos recursos hídricos a jusante e flutuações no nível freático. As obras de descaracterização de barragem irão gerar impacto de **importância alta**, considerando a necessidade de captação de água subterrânea.

Para as atividades que irão gerar áreas impermeabilizadas, além das atividades atreladas ao aspecto de interferência no escoamento superficial, como abertura de acessos, supressão vegetal, disposição de rejeitos, operação de disposição de estéril e obras civis de drenagem, o impacto potencial é de **importância média**, em consequência das menores áreas e menor potencial de alteração da dinâmica hídrica pelos processos previstos. O impacto positivo gerado pela recomposição vegetal na **fase de fechamento**, frente às modificações geradas nas áreas, possui **importância média**. Considerando os parâmetros técnicos utilizados na metodologia da AIA, a **magnitude** do impacto é **média** e sua classificação **relevante** para as atividades descritas.

Por fim, o trânsito de veículos e equipamentos em todas as fases gera impacto de **importância baixa**, uma vez que interfere no escoamento superficial em área restrita, promovendo a compactação das vias. Tal impacto é classificado com **baixa magnitude e irrelevante**.

Como medidas de controle e mitigação do impacto de alteração da dinâmica hídrica superficial e subterrânea, devem ser executadas ações voltadas à melhoria da infiltração de água, em detrimento do escoamento superficial. Destacam-se os sistemas de drenagem já previstos no Volume I do EIA, o controle da supressão vegetal e a recuperação gradual das áreas onde não haverá novas intervenções, os quais serão abordados no Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

Os dados de vazão e nível serão determinados periodicamente e avaliados no Programa de Monitoramento Quantitativo da Superfície Freática e Programa de Monitoramento Quantitativo das Águas Superficiais, buscando compor base robusta que embasará novos estudos e gestão estratégica de riscos hídricos.

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



Tabela 06 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental – Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de áreas impermeabilizadas	Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Negativa	Local	Implantação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Montagem civil/mecânica														
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporário	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de interferência no escoamento superficial	Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Negativa	Local	Implantação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Execução de cortes, aterros e terraplenagem														
Desmonte com explosivos														
Supressão vegetal	Geração de interferência no escoamento superficial	Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Negativa	Local	Implantação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Abertura de acessos														
Trânsito de veículos e equipamentos	Geração de interferência no escoamento superficial	Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Negativa	Local	Implantação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Bombeamento de água subterrânea	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Negativa	Local	Operação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Implantação de barragem	Geração de interferência no escoamento superficial	Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Negativa	Local	Operação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Irrelevante
Disposição de rejeitos	Geração de interferência no escoamento superficial	Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Negativa	Local	Operação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Operação de disposição de estéril (transporte e formação de pilha)														
Trânsito de veículos e equipamentos	Geração de interferência no escoamento superficial	Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Negativa	Local	Operação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Bombeamento de água subterrânea	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporário	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Obras de descaracterização de barragem														
Obras civis de drenagem	Geração de interferência no escoamento superficial	Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Trânsito de veículos e equipamentos	Geração de interferência no escoamento superficial	Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Recomposição vegetal	Geração de áreas reabilitadas	Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Positiva	Local	Fechamento	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.1.3. Diminuição na disponibilidade hídrica superficial

O impacto de diminuição na disponibilidade hídrica superficial poderá ocorrer durante as **fases de implantação e operação**, associado ao aspecto de consumo de água (Tabela 07).

A captação de água envolve todas as ações relacionadas à extração de água bruta dos cursos hídricos superficiais ou da barragem para o desenvolvimento das atividades do empreendimento. No entanto, cabe destacar que as captações serão devidamente regularizadas junto aos órgãos competentes. O impacto é de **natureza negativa** pela redução da disponibilidade para jusante. A **abrangência** é **regional**, já que a área da mina se encontra próximo à cabeceira das sub-bacias do igarapé Bahia, igarapé Sergipe e igarapé Pernambuco, podendo causar efeitos a jusante da ADA, sentidos de forma direta e indireta. A **incidência** é **direta**, pois a ação de captação gera o impacto e é necessária para o desenvolvimento do empreendimento, e a **duração** é **temporária**, uma vez que, ao cessar as atividades, as águas superficiais continuarão disponíveis para captação a jusante da bacia. A **temporalidade** é **média**, com efeitos percebidos gradualmente, à medida que a captação ocorre, sendo o **impacto reversível**, dada a possibilidade de controle da vazão captada e de recuperação após a suspensão da captação. A **ocorrência** é **provável**, pois a captação é necessária para o desenvolvimento e operação do empreendimento, porém o volume captado já está autorizado ou passará por aprovação pelo órgão competente. O impacto é **cumulativo**, considerando as diferentes atividades que afetam a dinâmica hídrica e a disponibilidade hídrica subterrânea. No entanto, destaca-se que não existem outras captações nas mesmas sub-bacias afetadas pelo empreendimento, principalmente por estar inserido em área da Floresta Nacional dos Carajás, onde não existem outras atividades antrópicas.

A **importância** é considerada **baixa** pois, apesar da localização da ADA nas sub-bacias, o volume captado já está autorizado ou passará por aprovação pelo órgão competente. Considerando os parâmetros técnicos utilizados na metodologia da AIA, a magnitude do impacto é **baixa** e sua classificação **irrelevante**.

Como medida de controle para mitigar o impacto de diminuição na disponibilidade hídrica superficial e garantir que o quantitativo atende ao autorizado pelo órgão competente, devem ser instalados instrumentos apropriados para determinação da vazão captada. Adicionalmente, serão implementadas ações de avaliação contínua dos recursos hídricos por meio do Programa de Monitoramento Quantitativo das Águas Superficiais.

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Tabela 07 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental – Diminuição na disponibilidade hídrica superficial

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Captação de água superficial	Consumo de água	Diminuição na disponibilidade hídrica superficial	Negativa	Regional	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Captação de água superficial	Consumo de água	Diminuição na disponibilidade hídrica superficial	Negativa	Regional	Operação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Operação de unidades principais e auxiliares	Consumo de água	Diminuição na disponibilidade hídrica superficial	Negativa	Regional	Operação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante

1.4.1.4. Diminuição na disponibilidade hídrica subterrânea

O impacto de diminuição na disponibilidade hídrica subterrânea poderá ocorrer durante as **fases de implantação, operação e fechamento**, associado ao aspecto de geração de demanda de captação de água subterrânea (Tabela 08).

Para viabilizar as atividades subterrâneas do empreendimento, será necessário promover, por meio de um sistema de bombeamento, o rebaixamento do nível de água local com captação das vazões provenientes tanto do maciço rochoso quanto das estruturas geológicas, especialmente zonas de falha, conforme indicado nos estudos hidrogeológicos da mina.

O impacto é de **natureza negativa** e com **abrangência local**, considerando as taxas de recarga do aquífero, o volume explotado e tendo em vista que não há fluxo regional de água subterrânea no local, de acordo com o Modelo Hidrogeológico (VALE, 2025), podendo ser percebido além dos limites da ADA, de forma direta. A **incidência é direta**, pois a ação de bombeamento gera o impacto, e a **duração temporária**, uma vez que os efeitos são cessados em caso de suspensão da atividade geradora do impacto. A **temporalidade é média**, com efeitos percebidos gradualmente à medida que a atividade é executada e maior volume é retirado para aprofundamento da lavra subterrânea. O **impacto é reversível**, dada a possibilidade de retorno das condições, em caso de suspensão da atividade geradora do impacto. A **ocorrência é certa**, pois a execução dessa atividade é essencial para o desenvolvimento do empreendimento, e o impacto é **cumulativo**.

A **importância** é considerada **alta**, devido à abrangência regional e à localização do empreendimento, próximo às cabeceiras das sub-bacias locais. Diante da classificação e justificativas técnicas dos parâmetros utilizados na metodologia da AIA, a matriz de impacto apresentou que a magnitude é **média** e o potencial impacto é considerado como **relevante**.

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Como medida de controle para garantir que o quantitativo atende ao autorizado pelo órgão competente, devem ser instalados instrumentos apropriados para determinação da vazão captada/ bombeada. Adicionalmente, serão implementadas ações de avaliação contínua dos recursos hídricos por meio do Programa de Monitoramento Quantitativo da Superfície Freática.

Tabela 08 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental – Diminuição na disponibilidade hídrica subterrânea

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Diminuição na disponibilidade hídrica subterrânea	Negativa	Local	Implantação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Bombeamento de água subterrânea	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Diminuição na disponibilidade hídrica subterrânea	Negativa	Local	Operação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Descomissionamento de estruturas	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Diminuição na disponibilidade hídrica subterrânea	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Obras de descaracterização de barragem	Geração de demanda de captação de água subterrânea	Diminuição na disponibilidade hídrica subterrânea	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.1.5. Alteração dos níveis de pressão sonora

No Projeto Alemão, a alteração dos níveis de pressão sonora poderá ocorrer nas **fases de implantação, operação e fechamento** devido à **geração de ruído** resultante das atividades previstas (Tabela 09).

As atividades das fases de desenvolvimento do empreendimento podem ocasionar impactos de **natureza negativa**, uma vez que a emissão de ruídos, se não controlada adequadamente, pode alterar os níveis de pressão sonora superando os limites estabelecidos pela legislação. A **abrangência** do impacto é considerada **local**, dado que a ADA está localizada na Floresta Nacional dos Carajás, em uma região isolada e longe de centros habitacionais e comunidades, com a vegetação funcionando como uma barreira natural, atenuando o alcance do som para áreas fora do perímetro do empreendimento. A **incidência** do impacto é **direta**, pois a emissão de ruídos é uma consequência direta das atividades exercidas no Projeto. Além disso, a **duração** do impacto é **temporária**, já que os ruídos cessam quando as fontes que os geram (como os maquinários e equipamentos) são desativadas ou paralisadas. A **temporalidade** é **imediate**, pois os ruídos começam a ser gerados assim que as atividades têm início. Considerando essas variáveis, a **ocorrência** do impacto é **improvável**, já que mesmo em condições anormais de atividades a chance de o impacto ocorrer é praticamente nula, devido à ausência de

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



receptores próximos. Além disso, esse impacto é **cumulativo**, pois diversas atividades do empreendimento podem gerar ruído simultaneamente.

O impacto causado pelas atividades que geram ruído em **todas as fases** é classificado como de **importância baixa** devido à ausência de receptores próximos, dado que a ADA está localizada na Floresta Nacional dos Carajás, em uma região isolada e longe de centros habitacionais e comunidades, sendo classificado como de **baixa magnitude e irrelevante**.

Considerando as especificidades de cada etapa de desenvolvimento do projeto, é fundamental a adoção de métodos de controle e manutenção dos equipamentos e veículos utilizados para minimizar o ruído emitido. Para avaliar o impacto de alteração dos níveis de pressão sonora, será aplicado o Programa de Controle e Monitoramento de Ruídos e Vibração, porém ressalta-se a inexistência de receptores no entorno do projeto.

Tabela 09 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental – Alteração dos níveis de pressão sonora

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de ruído	Alteração dos níveis de pressão sonora	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Improvável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Demolição de estruturas de concreto e alvenaria														
Execução de cortes, aterros e terraplenagem														
Desmonte com explosivos														
Beneficiamento mineral	Geração de ruído	Alteração dos níveis de pressão sonora	Negativa	Local	Operação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Improvável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Implantação de barragem														
Trânsito de veículos e equipamentos														
Trânsito de veículos e equipamentos	Geração de ruído	Alteração dos níveis de pressão sonora	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Improvável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Desmonte com explosivos														
Descomissionamento de estruturas														

1.4.1.6. Alteração dos níveis de vibração

O impacto da alteração nos níveis de vibração pode ser observado nas **fases de implantação e operação**, por meio da geração de vibração (Tabela 10).

Em ambas as fases a **abrangência** do impacto é **local**, pois os efeitos da vibração são sentidos apenas

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



nas proximidades do perímetro do empreendimento, além da inexistência de receptores externos ao empreendimento. A **incidência** do impacto é **direta**, uma vez que as ondas vibratórias são geradas diretamente pelo uso de explosivos durante o desmonte. A **duração** do impacto é **temporária**, já que a vibração cessa assim que a atividade de desmonte é paralisada ou finalizada. A **temporalidade** do impacto é **imediate**, pois as ondas vibratórias começam a ser geradas assim que a detonação é realizada. Considerando essas características, a **ocorrência** do impacto é **certa**, uma vez que ele ocorrerá sempre que as atividades de desmonte forem executadas, independentemente das circunstâncias. Além disso, o impacto é **não cumulativo**, pois não há outras atividades no empreendimento que gerem ondas vibratórias. Esse tipo de efeito está restrito às detonações.

A **importância** do impacto é **baixa**, dado que o empreendimento está localizado no interior da Floresta Nacional dos Carajás, sem receptores externos. Portanto, o impacto é classificado como **irrelevante** e de **baixa magnitude**, já que não há risco de danos a áreas externas ou comunidades vizinhas.

As atividades de desmonte com explosivos e desenvolvimento de mina subterrânea deverão ser controladas, de forma a garantir a estabilidade das estruturas da mina e a segurança dos envolvidos, uma vez que não existem comunidades receptoras no entorno do projeto. Para avaliar o impacto de alteração dos níveis de vibração, será aplicado o Programa de Controle e Monitoramento de Ruídos e Vibração, com monitoramento de vibração concomitante ao desmonte com fogo, para evidenciar os picos emitidos.

Tabela 10 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental – Alteração dos níveis de vibração

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Desmonte com explosivos	Geração de vibração	Alteração dos níveis de vibração	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Não cumulativo	Irrelevante
Desenvolvimento de mina subterrânea	Geração de vibração	Alteração dos níveis de vibração	Negativa	Local	Operação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Não cumulativo	Irrelevante

1.4.1.7. Alteração da qualidade do ar

A alteração da qualidade do ar pode ocorrer em função da geração de material particulado e gases de combustão, durante as **fases de implantação, operação e fechamento** do empreendimento, como mostrado na Tabela 11.

O material particulado gerado durante as atividades do empreendimento tende a se depositar rapidamente no solo, limitando inicialmente o seu alcance. No entanto, a ressuspensão desse material, especialmente em vias não pavimentadas e em áreas de solo exposto, pode ocorrer, devido à ação do vento, ao movimento de veículos e equipamentos e às condições meteorológicas. A intensidade e a

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



direção dos ventos podem dispersar esse material, ampliando o impacto na qualidade do ar e aumentando a área afetada. As variações climáticas, como ventos fortes e secas, podem criar condições críticas, que favorecem a dispersão e a proliferação de partículas no ar, potencializando o impacto local.

Além do material particulado, a queima de combustíveis nos veículos, máquinas e equipamentos empregados, em todas as fases de desenvolvimento do projeto, gera uma série de poluentes atmosféricos. Entre esses poluentes, destacam-se os óxidos de enxofre (SOx), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx) e hidrocarbonetos (HC).

A alteração da qualidade do ar é um impacto de **natureza negativa**, uma vez que resulta na emissão de poluentes e na sua deterioração, podendo superar os limites estabelecidos pela legislação. A **abrangência** do impacto é **local** para o aspecto de geração de material particulado, pois o poluente tende a se depositar rapidamente, e não existem receptores no entorno do projeto, uma vez que este se insere na Floresta Nacional dos Carajás, que serve como uma barreira natural, reduzindo a dispersão para áreas externas. A **abrangência** da geração de gases de combustão é **regional**, uma vez que não existem barreiras para sua dispersão e interação com a atmosfera, e podendo atingir áreas distantes. A **incidência** dos impactos relacionados a ambos os aspectos é **direta**, uma vez que a emissão de material particulado e gases de combustão é uma consequência direta das atividades realizadas. A **duração** dos impactos é **temporária**, pois o material particulado tende a se depositar rapidamente, e o impacto só ocorre enquanto as atividades estão sendo realizadas, bem como os efeitos da emissão dos gases de combustão se manifestam em um intervalo de tempo conhecido. A **temporalidade** do impacto é **imediata** para a geração de material particulado, pois os efeitos da emissão de partículas são sentidos logo após o início das atividades. Já para a geração de gases de combustão a **temporalidade** é **média**, dado que os efeitos da geração serão sentidos gradativamente depois da interação com a atmosfera.

Para ambos os aspectos o impacto é **reversível**, visto que existem medidas de controle, como a utilização de sistemas de supressão e controle de poeira, que podem minimizar e até mesmo reverter os efeitos negativos. Assim, a **ocorrência** dos impactos é **provável**, ocorrendo somente em uma situação anormal de falha nas medidas de controle previstas. Esse impacto é **cumulativo**, uma vez que várias atividades do projeto contribuem simultaneamente para a emissão de poluentes atmosféricos.

A geração de material particulado considera as obras de instalação de estruturas, ações para o corte, aterro e terraplenagem, demolição de estruturas existentes para adequação do terreno, desmonte com explosivos, beneficiamento mineral (britagem, moagem e peneiramento), disposição de rejeitos e estéril, implantação da barragem, abertura de acessos e trânsito de veículos e desenvolvimento de mina subterrânea. Porém é válido destacar que a lavra subterrânea funciona como uma barreira natural, dado que a propagação do material gerado é consideravelmente atenuada pela profundidade da lavra. O impacto relacionado a todos os aspectos é classificado como de **importância média** tendo em vista que não existem receptores no entorno da ADA e, considerando os parâmetros técnicos utilizados na metodologia da AIA, a sua **magnitude** é **baixa** e sua classificação **irrelevante**, no contexto geral do empreendimento.

As atividades de trânsito de veículos e equipamentos, obras de instalação de estruturas principais e auxiliares, utilização de geradores de energia e implantação de barragem geram impacto relacionado ao

LD DA @ 20 28 52 04-20 GC PM



aspecto de geração de gases de combustão, com **importância média**, devido à utilização de combustíveis como diesel, sendo o impacto classificado como de **média magnitude** e **relevante**.

O impacto relacionado à recomposição vegetal é de **natureza positiva** e tem **importância média**, considerando o papel fundamental da vegetação na melhoria da qualidade do ar, por meio das trocas gasosas e da função de barreira natural para a dispersão de material particulado. A **magnitude é média** e o impacto é **relevante**.

Para mitigar o impacto relacionados à alteração da qualidade do ar, é essencial a implementação de medidas de controle de emissões atmosféricas em cada área e fonte específica, garantindo que as concentrações dos parâmetros permaneçam dentro dos limites estabelecidos pela legislação ambiental.

Deve ser realizada a manutenção dos equipamentos e veículos visando a minimização de emissão de particulados, a qual poderá ser monitorada pelo método da Escala *Ringelmann* ou testes de opacidade. No beneficiamento serão aplicadas medidas de contenção de pó (enclausuramento) e a mitigação das emissões das vias não pavimentadas e áreas de solo exposto deverá ser aplicada conforme determinado no Programa de Controle e Monitoramento das Emissões Atmosféricas e Qualidade do Ar. No entanto, é importante destacar a inexistência de receptores no entorno do projeto que possam sentir tais alterações da qualidade do ar.

Tabela 11 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental – Alteração da qualidade do ar

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de material particulado	Alteração da qualidade do ar	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Demolição de estruturas de concreto e alvenaria														
Execução de cortes, aterros e terraplenagem														
Desmonte com explosivos														
Abertura de acessos														
Trânsito de veículos e equipamentos														
Trânsito de veículos e equipamentos	Geração de gases de combustão	Alteração da qualidade do ar	Negativa	Regional	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares														
Utilização de geradores de energia														
Beneficiamento mineral														

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Disposição de rejeitos														
Operação de disposição de estéril (transporte e formação de pilha)														
Implantação de barragem														
Abertura de acessos														
Trânsito de veículos e equipamentos														
Implantação de barragem	Geração de gases de combustão	Alteração da qualidade do ar	Negativa	Regional	Operação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Trânsito de veículos e equipamentos														
Desmonte com explosivos	Geração de material particulado	Alteração da qualidade do ar	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Execução de cortes, aterros e terraplenagem														
Obras civis de drenagem														
Descomissionamento de estruturas														
Trânsito de veículos e equipamentos														
Abertura de acessos														
Obras de descaracterização de barragem														
Trânsito de veículos e equipamentos	Geração de gases de combustão	Alteração da qualidade do ar	Negativa	Regional	Fechamento	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Recomposição da vegetação	Geração de áreas reabilitadas	Alteração da qualidade do ar	Positiva	Regional	Fechamento	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.1.8. Alteração da qualidade do solo

A alteração da qualidade do solo está diretamente relacionada às atividades do projeto, nas **fases de implantação, operação e fechamento** (Tabela 12).

A alteração da qualidade do solo pode ocorrer devido às mudanças nas suas características físicas, resultando na modificação de sua estrutura original. Atividades como escavação e movimentação podem

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



expor camadas inferiores do solo, que, desprovidas de sua estrutura física e biológica original, bem como da vegetação nativa, o tornam mais suscetível ao empobrecimento, à alteração das suas propriedades físico-químicas e ao aumento da vulnerabilidade a processos erosivos.

Além disso, a danificação da estrutura do solo está intimamente relacionada à modificação do escoamento superficial e subsuperficial de águas pluviais, assim como à perda de nutrientes essenciais. A exposição dessas áreas, especialmente durante o período chuvoso, pode acelerar processos erosivos e o carreamento de sedimentos.

A disposição e o lançamento inadequados de resíduos sólidos e efluentes líquidos também pode afetar negativamente a qualidade do solo. A lixiviação de resíduos e o contato direto de efluentes líquidos e oleosos com o solo têm o potencial de alterar sua composição química.

O impacto na qualidade do solo é classificado como de **natureza negativa**, dado o risco de intensificação de processos erosivos e a alteração permanente da sua estrutura e composição. A reabilitação de áreas durante as fases de implantação e de **fechamento do Projeto** possui um impacto de **natureza positiva**, pois a regeneração da vegetação contribui para a melhoria da qualidade do solo, repondo suas propriedades físicas e biológicas e contribuindo para a mitigação de processos erosivos, restaurando a área para outras condições.

A **abrangência** desse impacto é **pontual**, limitando-se à ADA, uma vez que o solo é um meio com baixa dispersão dos poluentes. A **incidência** é **direta**, ou seja, ocorre imediatamente após a execução das atividades. Ademais, o impacto é **provável**, de modo que só se concretizará se as medidas mitigadoras não forem eficazes ou falharem, como o gerenciamento adequado dos resíduos. A **ocorrência** é **certa** para o impacto gerado pela remoção de solo nas fases de implantação e operação, considerando que está atrelado às atividades previstas. A **duração** do impacto é **permanente**, pois os efeitos se estendem além de um horizonte temporal conhecido, uma vez que a área não retornará às suas condições naturais sem a implementação de medidas de recuperação. Os efeitos do impacto se manifestam gradualmente, com uma **temporalidade média**. O impacto é **reversível** para a maior parte das atividades, uma vez que ações corretivas podem atenuar ou reverter os danos ao longo do tempo.

As obras de instalação de estruturas principais e auxiliares, montagem civil/mecânica, funcionamento das frentes de obras e demolição de estruturas de concreto e alvenaria, na **fase de implantação**, assim como o beneficiamento mineral, implantação de barragem e manutenção de máquinas e equipamentos na **fase de operação**, e as obras de descaracterização de barragem, na **fase de fechamento**, geram impacto de **importância alta**, devido ao grande volume de resíduos e efluentes com alta carga orgânica e a possibilidade de contaminação biológica e química. Considerando os parâmetros técnicos utilizados na metodologia da AIA, a **magnitude** é **baixa** e sua classificação **irrelevante**, no contexto geral do empreendimento.

As atividades que expõem o solo na **fase de implantação** geram impacto com **importância média**, uma vez que pode causar alterações físicas e químicas no terreno e o impacto pode ser intensificado pela duração das intervenções, tais como a movimentação de grandes volumes de solo e a mudança estrutural do terreno, especialmente em áreas de lavra subterrânea, pois alteram a configuração do solo. De forma similar, o impacto gerado pelos resíduos e efluentes das demais atividades tem **importância média** em

LD DA @ 20 28 52 Of- RD GC PM



função do menor volume, quando comparado às anteriormente citadas. Portanto, a **magnitude** do impacto é **baixa** e sua classificação **irrelevante**.

As atividades de desenvolvimento de mina subterrânea e implantação de barragem acarretam impacto **irreversível** na qualidade do solo à medida que as galerias subterrâneas e rampas nos níveis mais profundos da mina serão inundadas e a estrutura da barragem, após descaracterização, será revegetada. Dessa forma, o impacto possui **importância alta** e foi classificado como de **magnitude média** e **relevante**.

Para redução do impacto de alteração da qualidade do solo serão aplicadas medidas de controle como tratamento e destinação correta de efluentes e resíduos, além do correto dimensionamento e implantação de estruturas de drenagem e recuperação das áreas, para controle de processos erosivos.

A movimentação de solo será realizada de forma a minimizar os impactos. O material retirado (estéril) da lavra subterrânea será direcionado para preenchimento da cava do Campo Norte, já existente na área, reduzindo a área da pilha superficial necessária. Outro exemplo importante é a utilização de uma parte do rejeito do beneficiamento para preenchimento de volumes disponíveis na Cava Acampamento Sul e Cava Furo 30, reduzindo a necessidade de área de barragem para sua disposição final.

Com relação aos efluentes, pode-se destacar os seguintes sistemas de tratamento, já previstos e detalhados no Volume I: Estação de Tratamento e Neutralização (ETN), Estação de Tratamento de Efluentes da Barragem (ETEBR), Estação de Tratamento de Efluentes Oleosos (ETEO), ETE Apoio Administrativo e Industrial, ETE Usina, ETE Alojamento A, ETE Alojamento B e C e biodigestores. O monitoramento da qualidade dos efluentes gerados será realizado por meio do Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes.

Os resíduos sólidos serão acondicionados temporariamente nos Depósitos Intermediários de Resíduos (DIRs) e posteriormente direcionados à Central de Materiais Descartados (CMD), onde serão triados, devidamente processados e armazenados até a sua destinação final, conforme as normas ambientais. O gerenciamento seguirá os procedimentos definidos no Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

A avaliação das medidas de drenagem será promovida pelas ações definidas no Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa, que visa identificar e monitorar potenciais processos erosivos e de assoreamento dos corpos d'água, além de propor ações para mitigar e controlar a erosão nas áreas de influência. Já o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) definirá as ações de recomposição vegetal das áreas.

Tabela 12 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental – Alteração da qualidade do solo

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de área com remoção de solo	Alteração da qualidade do solo												

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Execução de cortes, aterros e terraplenagem			Negativa	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Desmonte com explosivos														
Abertura de acessos														
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de efluentes líquidos	Alteração da qualidade do solo	Negativa	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Provável	Alta	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Montagem civil/mecânica														
Funcionamento das frentes de obras														
Utilização de pontos de abastecimento														
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	Negativa	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Provável	Alta	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Demolição de estruturas de concreto e alvenaria														
Montagem civil/mecânica														
Funcionamento das frentes de obras														
Comissionamento da mina	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	Negativa	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Obras civis de drenagem	Geração de áreas reabilitadas	Alteração da qualidade do solo	Positiva	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Desenvolvimento de mina subterrânea	Geração de área com remoção de solo	Alteração da qualidade do solo	Negativa	Pontual	Operação	Direta	Permanente	Médio	Irreversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Implantação de barragem														
Implantação de barragem	Geração de efluentes líquidos	Alteração da qualidade do solo	Negativa	Pontual	Operação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Provável	Alta	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Manutenção de máquinas e equipamentos														
Utilização de pontos de abastecimento														
Demolição de estruturas de concreto e alvenaria	Geração de efluentes líquidos	Alteração da qualidade do solo	Negativa	Pontual	Operação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Beneficiamento mineral														

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Operação de ETE														
Operação de unidades principais e auxiliares														
Beneficiamento mineral	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	Negativa	Pontual	Operação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Provável	Alta	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Implantação de barragem														
Manutenção de máquinas e equipamentos														
Desenvolvimento de mina subterrânea	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	Negativa	Pontual	Operação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Operação de ETE														
Operação de unidades principais e auxiliares														
Obras de descaracterização de barragem	Geração de efluentes líquidos	Alteração da qualidade do solo	Negativa	Pontual	Fechamento	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Provável	Alta	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Desmonte com explosivos	Geração de efluentes líquidos	Alteração da qualidade do solo	Negativa	Pontual	Fechamento	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Operação de unidades principais e auxiliares														
Obras de descaracterização de barragem	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	Negativa	Pontual	Fechamento	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Provável	Alta	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Operação de unidades principais e auxiliares	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	Negativa	Pontual	Fechamento	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Desmonte com explosivos														
Descomissionamento de estruturas														
Obras civis de drenagem	Geração de áreas reabilitadas	Alteração da qualidade do solo	Positiva	Pontual	Fechamento	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante

1.4.1.9. Síntese conclusiva dos impactos relevantes do Meio Físico

O impacto negativo de alteração da qualidade das águas superficiais foi considerado como relevante, a partir dos parâmetros utilizados na matriz de avaliação, para as fases de implantação, operação e fechamento, tendo em vista a localização do empreendimento próximo às nascentes e cursos hídricos das bacias do igarapé Alemão, igarapé Bahia, igarapé Sergipe e igarapé Pernambuco. No entanto, serão

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



aplicadas medidas de controle como prevenção de processos erosivos, tratamento e destinação correta de efluentes e resíduos, além do correto dimensionamento e implantação de estruturas de drenagem, de forma a garantir que a qualidade das águas superficiais a jusante do projeto esteja em conformidade aos limites estabelecidos na legislação vigente.

Em todas as fases de desenvolvimento do projeto foi previsto o impacto de alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea, com natureza negativa e classificado como relevante, com exceção do impacto causado pela atividade de trânsito de veículos e equipamentos. As atividades podem afetar as etapas locais do ciclo hidrológico, pela redução das taxas de infiltração e evapotranspiração, e aumento do escoamento superficial, que pode ocasionar alterações na curva de vazão dos recursos hídricos a jusante e flutuações no nível freático. Como medidas de controle e mitigação do impacto de alteração da dinâmica hídrica superficial e subterrânea, devem ser executadas ações voltadas à melhoria da infiltração de água, em detrimento do escoamento superficial. Será realizada a recuperação gradual das áreas onde não haverá novas intervenções e implantação do Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa, Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), Programa de Monitoramento Quantitativo da Superfície Freática e Programa de Monitoramento Quantitativo das Águas Superficiais, buscando compor base robusta que embasará novos estudos e gestão estratégica de riscos hídricos.

O impacto de diminuição na disponibilidade hídrica subterrânea foi considerado relevante durante as fases de implantação, operação e fechamento, associado à captação de água subterrânea necessária para viabilizar o rebaixamento de nível e as atividades do projeto. O volume de captação foi previamente autorização pelo órgão competente e será monitorado por meio de instrumentos apropriados para determinação da vazão captada/ bombeada, como medida de controle para garantir que o quantitativo atende ao autorizado. Adicionalmente, serão implementadas ações de avaliação contínua dos recursos hídricos por meio do Programa de Monitoramento Quantitativo da Superfície Freática.

Quanto ao impacto de alteração da qualidade do ar, este foi classificado como relevante para a geração de gases de combustão, tendo em vista a abrangência regional, a inexistência de barreiras para sua dispersão e as interações com a atmosfera, podendo atingir áreas distantes. O impacto relativo à geração de material particulado foi considerado irrelevante devido à inexistência de receptores no entorno da ADA. Como medidas de mitigação é essencial a implementação de medidas de controle de emissões atmosféricas em cada área e fonte específica, garantindo que as concentrações dos parâmetros permaneçam dentro dos limites estabelecidos pela legislação ambiental.

As atividades de desenvolvimento de mina subterrânea e implantação de barragem acarretam impacto irreversível na qualidade do solo à medida que as galerias subterrâneas e rampas nos níveis mais profundos da mina serão inundadas e a estrutura da barragem, após descaracterização, será revegetada, de forma que o impacto de alteração da qualidade do solo foi classificado como relevante na fase de operação.

O impacto positivo da atividade de recomposição da vegetação na alteração da qualidade das águas superficiais e na alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea ocorrerá na fase de fechamento. As ações previstas têm o potencial de reduzir a velocidade de escoamento, a ação de processos erosivos

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



e o carreamento de solos, que afetam os cursos hídricos a jusante.

Diante da análise dos impactos relacionados ao meio físico, conclui-se que, embora tenham sido identificados efeitos negativos relevantes sobre a qualidade das águas superficiais, dinâmica hídrica, disponibilidade hídrica subterrânea, qualidade do solo e do ar, o projeto já possui um conjunto robusto de medidas de controle, mitigação e monitoramento ambiental, os quais serão detalhados no Plano Básico Ambiental (PBA), futuramente elaborado para a solicitação de Licença de Instalação (LI). Essas ações visam minimizar os danos e garantir a conformidade com a legislação vigente, promovendo uma gestão responsável dos recursos naturais. Ademais, é importante destacar o potencial impacto positivo das ações de recomposição vegetal na fase de fechamento, que contribuirão para a recuperação ambiental e a sustentabilidade hídrica da região.

1.4.1.10. Impactos Relacionados ao Patrimônio Espeleológico

Em função das particularidades legais que envolvem o patrimônio espeleológico, sua abordagem para avaliação de impactos é tratada nesse tópico específico. As especificidades se referem à tratativa necessária para cada cavidade individualmente, além do atributo de abrangência que se aplica às unidades espaciais da cavidade e/ou de sua área de influência espeleológica inicial (250 metros a partir do Desenvolvimento Linear – DL da cavidade) e final.

Buscou-se compreender possíveis impactos no universo 26 cavidades (ALE_0001 a ALE_0026) e suas áreas de influências. Registra-se que o empreendedor está conduzindo estudos específicos para determinação da relevância espeleológica da cavidade ALE_0027. Após a conclusão desses estudos, será elaborada uma avaliação de impactos específica para essa cavidade. Além disso, a ALE_0023 e ALE_0024 não foram consideradas na avaliação de impactos tendo em vista que são reentrâncias, não sendo consideradas como cavidades naturais subterrâneas.

Mediante a análise das atividades e estruturas previstas para a fase de instalação e operação do empreendimento, frisa-se que não foram identificados impactos potenciais, mesmo que improváveis, para o conjunto de cavidades localizadas além de 250 metros da ADA, ou seja, fora da Área de Avaliação Espeleológica (AAE). Listam-se nesse cenário as cavidades: ALE_0002, ALE_0003, ALE_0004, ALE_0005, ALE_0006, ALE_0007, ALE_0008, ALE_0009, ALE_0010, ALE_0011, ALE_0013, ALE_0022; ALE_0025. Com isso, esse conjunto de cavidades não será apresentado na matriz de “Avaliação e classificação global dos impactos relacionados ao Patrimônio Espeleológico” presente nesse capítulo.

Apresenta-se, a seguir, a relação das cavidades com a indicação de possibilidade de impactos ambientais no ambiente cavernícola e respectivas áreas de influências: ALE_0001, ALE_0012, ALE_0014, ALE_0015, ALE_0016, ALE_0017, ALE_0018, ALE_0019, ALE_0020, ALE_0021 e ALE_0026.

Salienta-se que a importância do impacto é proporcional ao grau de relevância espeleológica de cada cavidade obtido em análise. Os impactos no patrimônio espeleológico relacionados ao Projeto Alemão estão apresentados na Tabela 13, juntamente com os respectivos aspectos e atividades. Esses impactos são detalhados nos itens subsequentes.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Tabela 13 Impactos das atividades e respectivos aspectos conforme diferentes fases do empreendimento.

Fase	Impacto	Atividade	Aspecto	Cavidade	Relevância Espeleológica
Instalação	Perda do patrimônio espeleológico	Execução de cortes, aterros e terraplenagem; Supressão vegetal; Trânsito de veículos e equipamentos.	Geração de área com remoção de solo; Geração de áreas sem vegetação; Geração de vibração	ALE_0001	Alta
		Execução de cortes, aterros e terraplenagem; Supressão vegetal	Geração de área com remoção de solo; Geração de áreas sem vegetação	ALE_0014	Baixa
		Supressão vegetal	Geração de áreas sem vegetação	ALE_0017	Baixa
				ALE_0018	Baixa
	Alteração de Áreas de Influência Cavernícolas	Execução de cortes, aterros e terraplenagem; Supressão vegetal.	Geração de área com remoção de solo; Geração de áreas sem vegetação.	ALE_0001	Alta
				ALE_0012	Alta
				ALE_0014	Baixa
				ALE_0015	Alta
				ALE_0016	Baixa
				ALE_0017	Baixa
				ALE_0018	Baixa
				ALE_0019	Baixa
				ALE_0020	Baixa
				ALE_0021	Baixa
	Afugentamento da Fauna e Redução de Diversidade do Ambiente Cavernícola e/ou Seu Entorno	Execução de cortes, aterros e terraplenagem; Supressão vegetal; Trânsito de veículos e equipamentos.	Geração de área com remoção de solo; Geração de áreas sem vegetação; Geração de pressão sobre a fauna	ALE_0001	Alta
				ALE_0012	Alta
				ALE_0014	Baixa
				ALE_0015	Alta
				ALE_0016	Baixa
				ALE_0017	Baixa
				ALE_0018	Baixa
				ALE_0019	Baixa
				ALE_0020	Baixa
				ALE_0021	Baixa
	Alteração de Aporte Hídrico, Sedimentação e Microclima a Ambientes Cavernícolas	Supressão vegetal	Geração de interferência no escoamento superficial	ALE_0001	Alta
				ALE_0012	Alta
				ALE_0014	Baixa
	Alteração da Integridade Física de cavidade	Trânsito de veículos e equipamentos; Desmonte com explosivos	Geração de vibração	ALE_0012	Alta
				ALE_0015	Alta
Operação	Alteração da Integridade Física de cavidade	Desmonte com explosivos	Geração de vibração	ALE_0012	Alta
	Alteração de Aporte Hídrico, Sedimentação e Microclima a Ambientes Cavernícolas	Bombeamento de água subterrânea	Diminuição na disponibilidade hídrica superficial; Geração de demanda de captação de água subterrânea.	ALE_0012	Alta
	Afugentamento da Fauna e Redução de Diversidade do Ambiente Cavernícola e/ou seu entorno	Bombeamento de água subterrânea; Trânsito de veículos e equipamentos	Diminuição na disponibilidade hídrica superficial; Geração de demanda de captação de água subterrânea; Geração de interferência no escoamento superficial; Geração de pressão sobre a fauna.	ALE_0001	Alta
				ALE_0012	Alta
				ALE_0014	Baixa

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Fase	Impacto	Atividade	Aspecto	Cavidade	Relevância Espeleológica
				ALE_0015	Alta
				ALE_0016	Baixa
				ALE_0017	Baixa
				ALE_0018	Baixa
				ALE_0019	Baixa
				ALE_0020	Baixa
				ALE_0021	Baixa

Ressalta-se que para o atributo de “ABRANGÊNCIA”, em específico para o patrimônio espeleológico, foram reconsiderados pelas classes de: (i) cavidade; (ii) área de influência inicial (entorno de 250 m, conforme CONAMA 347/2004); (iii) área de influência final (propostas com base em critérios técnicos para àquelas sobre influência real ou potencial do empreendimento).

1.4.1.10.1. Perda do Patrimônio Espeleológico

Impacto direto e imediato, decorrente da fase de implantação do empreendimento, quando das atividades de supressão vegetal e terraplenagem nos limites da área diretamente afetada. Estas ocorrerão sobrepondo às localizações de quatro feições espeleológicas ou Áreas de Influência Espeleológicas Finais. O impacto não apresenta caráter de cumulatividade. Estes cenários são descritos a seguir:

- ♦ ALE_0001 = A Área de influência final da cavidade será impactada, o que incorrerá consequentemente em impactos negativos irreversíveis também para a cavidade. Por sua relevância ALTA, obriga-se sua compensação.
- ♦ ALE_0014 = supressão em função da localização prevista em área da estrutura do canal extravasor, próxima ao maciço da barragem, incorrendo na impactação por supressão vegetal. Por sua relevância BAIXA, não há implicação de formas de compensação previstas em lei.
- ♦ ALE_0017 e ALE_0018 = localizadas na faixa de servidão da linha de transmissão. Mesmo com a gestão de faixas sem supressão vegetal, onde se encontram atualmente, recomenda-se precaução pela previsão de supressão. Como ambas são de BAIXA relevância, não há implicação de formas de compensação previstas em lei.

1.4.1.10.2. Alteração de áreas de influência cavernícolas

Alterações diretas previstas na fase de implantação do empreendimento de 10 áreas de influência cavernícola iniciais (Raio de 250 metros), das feições ALE_0001; ALE_0012; ALE_0014; ALE_0015, ALE_0016, ALE_0017, ALE_0018, ALE_0019, ALE_0020, ALE_0021. Essas interferências são relacionadas às atividades de supressão vegetal e/ou terraplenagem, com geração de áreas sem vegetação e remoção de solo / configuração da superfície.

Cabe informar que as cavidades ALE_0001, ALE_0014, ALE_0017 e ALE_0018, se encontram listadas para o cenário de impactos negativos irreversíveis. No que tange as demais cavidades supracitadas,

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



mediante a previsão de atividades para implantação do empreendimento, informa-se que a ADA sobrepõe à Área de Influência Final apenas das cavidades ALE_0012, ALE_0015. Frisa-se que este impacto se configura de alta importância para ALE_0012 e ALE_0015, principalmente devido à alta relevância espeleológica, podendo assim alterar, mesmo que momentaneamente, o ambiente cavernícola. Já para as demais supracitadas, considera-se de baixa importância em decorrência também da baixa relevância espeleológica dessas cavidades.

Nota-se a presença de porções territoriais com grau de antropismos na faixa de domínio da linha de transmissão existente. Deste modo, entende-se as intervenções propostas, nas áreas de influências finais da ALE_0012 e ALE_0015, acarretarão modificações de baixa magnitude, em função da existência de alterações pretéritas nessa região e da reversibilidade do impacto mediante descomissionamento das atividades.

A partir da natureza das intervenções, considera-se para supressão de vegetação impacto direto, temporário, reversível e cumulativo, já a execução de terraplenagem em áreas de proteção de cavidades, considera-se este impacto como sendo direto, temporário, reversível e cumulativo.

1.4.1.10.3. Alteração de Integridade Física de Caverna

Este impacto está diretamente relacionado às condições das cavernas, tanto na questão da preservação estrutural das feições, como também das respectivas morfologias. No que se refere estabilidade geotécnica de caverna, possíveis interferências provenientes do empreendimento podem proporcionar o surgimento de fraturas, abatimento, rupturas no maciço rochoso e/ou até mesmo modificar o atual cenário dessas áreas. Por sua vez, as ações do empreendedor também podem gerar alterações em processos químicos na rocha e dinâmicas evolutivas da feição, tanto em paredes, pisos e tetos.

Sendo assim, visando a integridade do patrimônio espeleológico existente nas proximidades do empreendimento, essa avaliação de impactos considerará análises mediante os níveis protetivos sugeridos pelo CECAV/ICMBio, “Sismografia Aplicada à Proteção do Patrimônio Espeleológico: Orientações Básicas à Realização de Estudos Ambientais” (2016), onde se define um critério de segurança preliminar que limita os níveis de vibrações em cavernas. Lista-se a seguir os parâmetros indicados pelo CECAV/ICMBio conforme referência supracitada:

“Considerando o princípio da precaução e tendo como referência as normas ABNT NBR 9653 e DIN 4150-3, a seguir são apresentados os limites recomendados para o critério de segurança estrutural de cavernas de relevância máxima, considerando-se de maneira distinta a tipologia da atividade emissora e a consequente especificidade de vibração emitida:

- *Para atividades emissoras de vibração de caráter intermitente, recomenda-se o nível de vibração (PPV) igual a 5,0 (cinco) mm/s como critério de segurança preliminar;*
- *Para atividades emissoras de vibração de caráter transiente, recomenda-se o nível de vibração (PPV) igual a 3,0 (três) mm/s como critério de segurança preliminar;*

12 DA @ 25 26 92 04-20 GC PM



- *Para atividades emissoras de vibração de caráter contínuo, recomenda-se o nível de vibração (PPV) igual a 2,5 (dois vírgula cinco) mm/s como critério de segurança.” (Pág. 46. CEVAV, 2016)*

Primeiramente, a utilização de máquinas e equipamentos de grande porte nas fases de implantação e operação não são consideradas fontes de geração desse impacto nas cavidades estudadas em decorrência das distâncias das áreas operacionais do projeto. Conforme Luzzi et al. (2016), ensaios com sismógrafos de engenharia realizados nas proximidades de acessos viários (Cerca de 01 metros) monitorando o tráfego de caminhões, máquinas e outros veículos, obtiveram níveis pouco significantes de vibração, com registros de Velocidade de Pico de partícula – VPP inferior a 1 mm/s, sendo, portanto, plausível de desconsideração mediante aos parâmetros indicados pelo CECAV/ICMBio (2016).

Além disso, ressalta-se que as cavidades, mais próximas das áreas realmente destinadas a supressão de vegetação, conforme previsão para a Autorização de Supressão Vegetal – ASV, com classificações de superiores a baixa relevância, estão localizadas a cerca de 65 metros (ALE_0015 – Alta Relevância) e 170 metros (ALE_0012 – Alta Relevância). Tais metragens e as tipologias de intervenções, como trânsito de veículos e máquinas e atividades de supressão vegetal, corroboram para níveis pouco expressivos de vibrações nas cavidades supracitas, assim como as demais identificadas ao longo do projeto em questão. Diante do estudo supracitado, bem como a associação de áreas já antropizadas pelas estruturas existentes para atendimento ao antigo projeto Igarapé Bahia (Acessos viários e Linha de Transmissão) e as distâncias das feições em relação às alterações previstas para o projeto atual, considera-se como improvável que vibrações possam interferir na integridade física de cavidades.

Por sua vez, serão necessários processos de desmontes de rochas para a viabilidade da mina subterrânea na fase de implantação e operação do empreendimento. Portanto, é importante citar que a cavidade mais próxima da área a ser explorada, com exceção daquelas alvo de supressão já sinalizadas nessa avaliação de impactos, encontra-se a 1,7 km da área de exploração mineral em licenciamento (ALE_0012). Conforme estudo realizado Luzzi et al (2019), foi concluído que vibrações a partir do distanciamento de 150 metros entre a fonte geradora e as cavidades se tornam fracas, abaixo do nível recomendado pelo CECAV/ICMBIO (2016). Com isso, entende-se que a ocorrência de impactos associados à vibração oriunda dos desmontes também serão improváveis.

Conclui-se que esse impacto ambiental, apesar da sua alta importância em virtude da relevância da cavidade e do caráter gerador de alterações irreversíveis, possui sua magnitude considerada baixa, principalmente devido à distância das fontes de vibrações, tanto no âmbito da implantação como também a operação do empreendimento.

1.4.1.10.4. Alteração de aporte hídrico, sedimentação e microclima em ambientes cavernícolas

Na fase implantação, verifica-se a supressão vegetal com potencial geração de interferência no escoamento superficial, mesmo que momentâneo, afetando a dinâmica evolutiva das feições ALE_0001, ALE_0012 e ALE_0014. A cobertura vegetal influencia diretamente a velocidade de escoamento e a taxa de infiltração de água na bacia de contribuição hídrica superficial das cavidades. Salienta-se que as cavidades ALE_0001 e ALE_0014 são listadas para impactos negativos irreversíveis. Para as demais

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



bacias de contribuição superficiais não há previsão de alteração em função de supressão vegetal.

Na fase de operação, decorrente do bombeamento e redução do nível aquífero, estima-se como ocorrência provável a alteração na dinâmica das nascentes e entorno da lavra e, por consequência, alterações na dinâmica hídrica das cavidades a jusante. Nesse cenário indica-se a cavidade ALE_0012.

Considera-se a alteração de aporte hídrico, sedimentação e microclima em ambientes cavernícolas como impacto temporário e reversível, já que cessando o bombeamento de águas subterrâneas, o nível aquífero será capaz de retornar aos níveis atuais retomando a dinâmica primordial.

1.4.1.10.5. Afugentamento da fauna e redução de diversidade do ambiente cavernícola e/ou seu entorno

Ocorrência desse impacto é potencial na fase de implantação. As atividades de execução de cortes, aterros e terraplenagem; supressão vegetal; movimentação de máquinas e veículos pesados geram pressão sobre a fauna. Apesar da implantação incorrer em alteração da paisagem, considera-se como impacto temporário, pois cessada as atividades de afugentamento ou mediante adequação comportamental da fauna esperasse que a utilização das cavidades e seu entorno pela fauna nativa seja retomada. Desse modo, considera-se o impacto temporário e reversível.

Considerando as distâncias das feições e respectivas áreas de influências com relação à ADA do projeto, entende-se que as classificações de magnitude das alterações poderão variar entre cavidades, desde o grau baixo a alto. A ALE_0012 e ALE_0015 mesmo próximas da ADA, classificou-se a magnitude do impacto, na fase de implantação, como médio, já que parte do entorno de ambas as feições apresentam antropismos oriundos da linha de transmissão existente. Acredita-se que a fauna local que atua junto às cavidades e seu entorno já esteja adaptada ao cenário existente. Para as cavidades ALE_0001 e ALE_0014 foi considerada Alta magnitude, tendo em vista a indicação de impactos irreversíveis. Em decorrência da ALE_0017 e ALE_0018 estarem localizadas na ADA do empreendimento, classifica-se esse impacto como de magnitude alta para essas cavernas, contudo com baixa importância de detrimento da sua baixa relevância espeleológica. Já as demais cavidades, obtiveram a classificação como baixa magnitude. Justifica-se esse enquadramento para as demais cavidades de alta relevância e as respectivas áreas de influência em detrimento a não sobreposição com a ADA do empreendimento.

No que se refere à importância desse impacto, entende-se que a classificação de relevância espeleológica possui uma relação direta. Sendo assim, para as cavidades de baixa relevância, esse impacto foi classificado respectiva de baixa importância, em decorrência da ausência de espécies que poderiam elevar o devido grau de relevância espeleológica. Para as demais cavidades em análise, sendo elas de média a máxima relevância, adotou-se a classificação de alta importância.

Durante a operação, o rebaixamento do nível aquífero acarretará alteração do posicionamento de nascentes no entorno do Planalto do Igarapé Bahia. Consequentemente, essa mudança poderá potencialmente pressionar a fauna a se ajustar ao novo cenário. Caso tal impacto incida sobre a dinâmica e aporte hídrico internos das feições analisadas, a espeleofauna poderá se alterar considerando a redução potencial da umidade interna. Interpreta-se que apesar da alteração da fauna nas feições espeleológicas e entorno, não há sua perda, apenas afugentamento. Para este cenário, entende-se a possibilidade de alteração apenas para a ALE_0012.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Considera-se como impacto temporário, de médio prazo e reversível, já que cessando o bombeamento de águas subterrâneas, o nível aquífero será capaz de retornar aos níveis atuais retomando a dinâmica primordial. Também na fase de operação são considerados tráfego de máquinas e veículos nos acessos do empreendimento, por isso, entende-se que o afugentamento de fauna poderá ocorrer nas imediações das cavidades em função desse fluxo proveniente da operação. Por sua vez, considera-se que essa atividade não proporcionará a perda da diversidade da fauna, principalmente em cavidades mais distantes dos acessos viários. Neste contexto, frisa-se possível afugentamento da fauna nas feições e áreas de influência das cavidades: ALE_0001; ALE_0012; ALE_0014 a ALE_0017 a ALE_0021. Para as demais cavidades não são previstos impactos dessa natureza.

Destaca-se para este conjunto cavidades e áreas de influência, com exceção das feições com previsão de impactos irreversíveis, a classificação de baixa magnitude deste impacto. Isso pode ser justificado pelo trânsito de veículos e máquinas já existentes nos acessos viários do complexo minerário, não sendo um fator de que irá exercer influência adicional significativa na fase de operação, para alteração da diversidade da fauna. O conjunto da análise de impactos ambientais sobre o patrimônio espeleológico é apresentado na Tabela 14.

10 DA @ 20 20 92 01-22 GC PM



Tabela 14 Avaliação e classificação global dos impactos relacionados ao Patrimônio Espeleológico.

Cavidade	Relevância Espeleológica	Impacto	Atividade	Aspecto	Natureza (A)	Abrangência (B) *	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Ação
ALE_0001	Alta	Perda do patrimônio espeleológico	Execução de cortes, aterros e terraplenagem; Supressão vegetal; Trânsito de veículos e equipamentos.	Geração de área com remoção de solo; Geração de áreas sem vegetação; Geração de vibração	Negativa	Feição, Área De Influência Final, Área De Influência Inicial	Instalação	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Certa	Alta	Alta	Não Cumulativo	Plano de Compensação Espeleológica
ALE_0014	Baixa		Execução de cortes, aterros e terraplenagem; Supressão vegetal	Geração de área com remoção de solo; Geração de áreas sem vegetação	Negativa	Feição, Área De Influência Final, Área De Influência Inicial	Instalação	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Certa	Baixa	Alta	Não Cumulativo	
ALE_0017	Baixa		Supressão vegetal	Geração de áreas sem vegetação	Negativa	Feição e Área De Influência Inicial	Instalação	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Improvável	Baixa	Alta	Não Cumulativo	
ALE_0018	Baixa				Negativa	Feição e Área De Influência Inicial	Instalação	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Improvável	Baixa	Alta	Não Cumulativo	
ALE_0001	Alta	Alteração de Áreas de Influência Cavemicolas	Execução de cortes, aterros e terraplenagem; Supressão vegetal.	Geração de área com remoção de solo; Geração de áreas sem vegetação.	Negativa	Área de Influência Inicial; Área De Influência Final	Instalação	Direta	Temporária	Imediato	Irreversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Plano de Acompanhamento de Áreas de Influência Cavemicolas
ALE_0012	Alta				Negativa	Área de Influência Inicial; Área De Influência Final	Instalação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Baixa	Cumulativo	
ALE_0014	Baixa				Negativa	Área de Influência Inicial; Área De Influência Final	Instalação	Direta	Temporária	Imediato	Irreversível	Certa	Baixa	Alta	Cumulativo	
ALE_0015	Alta				Negativa	Área de Influência Inicial; Área De Influência Final	Instalação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Baixa	Cumulativo	
ALE_0016	Baixa				Negativa	Área de Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Cumulativo	
ALE_0017	Baixa				Negativa	Área de Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Cumulativo	
ALE_0018	Baixa				Negativa	Área de Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Cumulativo	
ALE_0019	Baixa				Negativa	Área de Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Cumulativo	
ALE_0020	Baixa				Negativa	Área de Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Cumulativo	
ALE_0021	Baixa				Negativa	Área de Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Cumulativo	
ALE_0001	Alta	Afugentamento da Fauna e Redução de Diversidade do Ambiente Cavemícola e/ou Seu Entorno	Execução de cortes, aterros e terraplenagem; Supressão vegetal; Trânsito de veículos e equipamentos.	Geração de área com remoção de solo; Geração de áreas sem vegetação; Geração de pressão sobre a fauna	Negativa	Área De Influência Final; Área de Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Plano de Monitoramento de Ambientes Cavemicolas
ALE_0012	Alta				Negativa	Feição, Área De Influência Final, Área De Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	
ALE_0014	Baixa				Negativa	Área De Influência Final; Área de Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Baixa	Alta	Cumulativo	
ALE_0015	Alta				Negativa	Feição; Área De Influência Final; Área de Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	
ALE_0016	Baixa				Negativa	Feição, Área De Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Improvável	Baixa	Baixa	Cumulativo	
ALE_0017	Baixa				Negativa	Feição, Área de Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Baixa	Alta	Cumulativo	
ALE_0018	Baixa				Negativa	Feição, Área de Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Baixa	Alta	Cumulativo	
ALE_0019	Baixa				Negativa	Feição, Área De Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	
ALE_0020	Baixa				Negativa	Feição, Área De Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	
ALE_0021	Baixa				Negativa	Feição, Área De Influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	

LD DA @ 28 08 02 04-20 GC PM



Cavidade	Relevância Espeleológica	Impacto	Atividade	Aspecto	Natureza (A)	Abrangência (B) *	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Ação
ALE_0001	Alta	Alteração de Aporte Hídrico, Sedimentação e Microclima a Ambientes Cavernícolas	Supressão vegetal	Geração de interferência no escoamento superficial	Negativa	Feição, Área De Influência Final, Área de influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Plano de Monitoramento de Ambientes Cavernícolas
ALE_0012	Alta				Negativa	Feição, Área De Influência Final, Área de influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	
ALE_0014	Baixa				Negativa	Feição, Área De Influência Final, Área de influência Inicial	Instalação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Baixa	Alta	Cumulativo	
ALE_0012	Alta	Alteração da Integridade Física de cavidade	Trânsito de veículos e equipamentos; Desmonte com explosivos	Geração de vibração	Negativa	Feição, Área De Influência Final, Área de influência Inicial	Instalação	Direta	Permanente	Curto Prazo	Irreversível	Improvável	Alta	Baixa	Cumulativo	Plano de Monitoramento sísmográfico
ALE_0015	Alta				Negativa	Feição, Área De Influência Final, Área de influência Inicial	Instalação	Direta	Permanente	Curto Prazo	Irreversível	Improvável	Alta	Baixa	Cumulativo	
ALE_0012	Alta	Alteração da Integridade Física de cavidade	Desmonte com explosivos	Geração de vibração	Negativa	Feição, Área De Influência Final, Área de influência Inicial	Operação	Direta	Permanente	Longo Prazo	Irreversível	Improvável	Alta	Baixa	Cumulativo	Plano de Monitoramento de Ambientes Cavernícolas
ALE_0012	Alta	Alteração de Aporte Hídrico, Sedimentação e Microclima a Ambientes Cavernícolas	Bombeamento de água subterrânea	Diminuição na disponibilidade hídrica superficial; Geração de demanda de captação de água subterrânea.	Negativa	Feição, Área De Influência Final, Área De Influência Inicial	Operação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	
ALE_0001	Alta	Afugentamento da Fauna e Redução de Diversidade do Ambiente Cavernícola e/ou seu entorno	Bombeamento de água subterrânea; Trânsito de veículos e equipamentos	Diminuição na disponibilidade hídrica superficial; Geração de demanda de captação de água subterrânea; Geração de interferência no escoamento superficial; Geração de pressão sobre a fauna.	Negativa	Área De Influência Final; Área de Influência Inicial	Operação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	
ALE_0012	Alta				Negativa	Feição, Área De Influência Final, Área De Influência Inicial	Operação	Direta	Temporária	Longo Prazo	Reversível	Provável	Alta	Baixa	Cumulativo	
ALE_0014	Baixa				Negativa	Área De Influência Final; Área de Influência Inicial	Operação	Direta	Temporária	Médio Prazo	Reversível	Provável	Baixa	Alta	Cumulativo	
ALE_0015	Alta				Negativa	Feição; Área De Influência Final; Área de Influência Inicial	Operação	Direta	Temporária	Longo Prazo	Reversível	Provável	Alta	Baixa	Cumulativo	
ALE_0016	Baixa				Negativa	Feição, Área De Influência Inicial	Operação	Direta	Temporária	Longo Prazo	Reversível	Improvável	Baixa	Baixa	Cumulativo	
ALE_0017	Baixa				Negativa	Feição, Área de Influência Inicial	Operação	Direta	Temporária	Longo Prazo	Reversível	Provável	Baixa	Alta	Cumulativo	
ALE_0018	Baixa				Negativa	Feição, Área de Influência Inicial	Operação	Direta	Temporária	Longo Prazo	Reversível	Provável	Baixa	Alta	Cumulativo	
ALE_0019	Baixa				Negativa	Feição, Área De Influência Inicial	Operação	Direta	Temporária	Longo Prazo	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	
ALE_0020	Baixa				Negativa	Feição, Área De Influência Inicial	Operação	Direta	Temporária	Longo Prazo	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	
ALE_0021	Baixa				Negativa	Feição, Área De Influência Inicial	Operação	Direta	Temporária	Longo Prazo	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	

*Ressalta-se que para o atributo de “ABRANGÊNCIA”, em específico para o patrimônio espeleológico, foram reconsiderados pelas classes de: (i) Cavidade; (ii) área de influência inicial (entorno de 250 m, conforme CONAMA 347/2004); (iii) área de influência específica (propostas com base em critérios técnicos para àquelas sobre influência real ou potencial pelo empreendimento).

LD DA @ 28 08 02 Of RD GC PM



1.4.1.10.6. Aspectos vinculativos entre diagnóstico espeleológico a avaliação de impactos sobre patrimônio espeleológico

- A única cavidade em cenário de impactação potencialmente irreversível cuja legislação prevê a compensação espeleológica é a ALE_0001, cuja relevância é alta;
- Para a ALE_0027, não se pode inferir qualquer tipo de previsão de compensação em decorrência de impactos negativos irreversíveis, tendo em vista que estudos para definição de relevância espeleológica estão em processo de execução pelo empreendedor.
- Para o caso de impactação da ALE_0001, há proposta de compensação pelo fator 2:1 por cavidades de relevância Alta convertidas em cavidades testemunho, sendo as cavidades selecionadas ALE_0006 e ALE_0013 (BRANDT, 2019 & CLAM, 2022);
- Não se identificaram aspectos impeditivos para o transcorrer do licenciamento ambiental do empreendimento alvo, face às recorrentes mudanças legais referentes ao patrimônio espeleológico brasileiro.

1.4.2. Impactos Relacionados ao Meio Biótico – Fauna

O Meio Biótico faz referência ao conjunto de seres vivos e suas interações com o ambiente, o que engloba as formações vegetais, a composição das espécies da fauna, bem como a influência da cobertura vegetal sobre a fauna de modo geral.

Os impactos relacionados às fases de implantação, operação e Desativação do Projeto do Alemão, bem como a avaliação de cada uma delas frente às características dos parâmetros solicitados no Termo de Referência para os estudos ambientais do Meio Biótico – Fauna estão resumidos e detalhados na Tabela 15. Nela estão elencados os impactos associados às atividades que interferem com a fauna. Visto que a partir da identificação dos impactos relacionados aos habitats da área de estudo e, conseqüentemente, às espécies, torna-se possível compreender a magnitude destes e apontar medidas de mitigação e/ou compensação.

Desta maneira, o presente capítulo tem como objetivo principal identificar e qualificar os impactos ambientais gerados a partir da implementação do empreendimento Alemão, além de propor medidas de mitigação e/ou compensação para estas a fim de reduzir os impactos negativos do empreendimento e maximizar os impactos positivos.

LD DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



Tabela 15 Impactos, aspectos, atividades e programas para as fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão, PA.

Impacto	Aspectos - Fase de Implantação					Aspectos - Fase de Operação		Aspectos - Fase de Fechamento			Atividade	Programas
	Aumento da circulação de pessoas	Diminuição da demanda por equipamentos, insumos e serviços	Geração de área com remoção de solo	Geração de áreas reabilitadas	Geração de pressão sobre a fauna	Aumento da circulação de pessoas	Geração de pressão sobre a fauna	Aumento da circulação de pessoas	Geração de áreas reabilitadas	Geração de pressão sobre a fauna		
Afugentamento da Fauna					M R					M R	Demolição de estruturas de concreto e alvenaria	Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna
					M R						Desmonte com explosivos	
					M R		M R			M R	Execução de cortes, aterros e terraplenagem	
					M R						Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	
					M R						Supressão vegetal	
Alteração das comunidades da biota aquática										M R	Manutenção de estradas e acessos	Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas Superficiais Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores
					M R						Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	
					M R		M R				Operação de ETA	
					M R		M R				Operação de ETE	
					M R		M R				Barragem de rejeitos	
Atropelamento de Fauna					M R		M R			M R	Trânsito de veículos e equipamentos	Programa de Monitoramento de Fauna Atropelada
Desregulação Fisiológica de Indivíduos de Fauna					M R						Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	
Invasão Biológica	M R					M R		M R			Abertura de acessos	Programa de Detecção e Controle de Caramujo Africano / Programa de Controle da Dispersão de Espécies Exóticas de Peixes na Bacia do Igarapé Bahia
	M R										Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	
	M R					M R		M R			Trânsito de veículos e equipamentos	
Perda de habitat					M R						Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Programa de Monitoramento de Ninho de Harpia
			M R								Supressão vegetal	
Perda de indivíduos da Fauna					A MR						Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna
					A MR						Supressão vegetal	
Redução de passivo ambiental		M R									Utilização de áreas antropizadas	Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores
Retorno de espécies da Fauna				M R					M R		Recomposição vegetal	Programa de Monitoramento de Insetos Vetores / Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores
Legenda:	Natureza Negativo Positivo					Magnitude A: Alta M: Média B: Baixa		Relevância R: Relevante I: Irrelevante MR: Muito Relevante				

LD DA @ 28 08 02 Of RD GC PM



1.4.2.1. Afugentamento de Fauna

O afugentamento da fauna poderá ocorrer nas **fases** de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão, relacionado ao **aspecto** de geração de pressão sobre a fauna, ocasionada pelas áreas sem vegetação e geração de ruído e/ou vibração (Tabela 16).

O impacto das **atividades** que causa o afugentamento da fauna é de **natureza** negativa, uma vez que a remoção da vegetação e a geração de ruído/vibração podem alterar as comunidades que são afetadas por esses elementos, gerando migrações locais para áreas com características ambientais mais favoráveis. Espécies mais sensíveis e especialistas quanto ao uso de habitats tendem a não utilizar áreas com pouca ou sem vegetação, principalmente devido às alterações no microclima e à redução de nicho. A Herpetofauna (anfíbios e répteis) provavelmente será o principal grupo afetado pela geração de áreas sem vegetação e a ocorrência de vibrações do solo. Esta hipótese está relacionada à baixa capacidade de deslocamento associada à biologia desses organismos, além de sua especificidade de habitats e de recursos alimentares. Já a Avifauna provavelmente será o principal grupo afetado pela poluição sonora, uma vez que se trata de organismos de comportamento furtivo na presença de ações antrópicas.

A **abrangência** é local, por ter efeitos sentidos de forma direta, não ultrapassando os limites da ADA. A **incidência** é direta, decorrente da exposição imediata da comunidade faunística local, e a **duração** é temporária, já que os efeitos tendem a não se estender além dos períodos de execução das atividades.

A **temporalidade** é imediata, pois os efeitos serão sentidos juntos às ações. O impacto é **reversível**, uma vez que, com o fim das atividades operacionais, as comunidades biológicas tendem a se adaptar ao novo ambiente, além das medidas de revegetação que permitirão o processo de recolonização das áreas afetadas. A **ocorrência** é provável, dada as características ecológicas de cada espécie levando em consideração a capacidade de deslocamento. O impacto é **cumulativo**, pois os efeitos do impacto, são acumulados devido a presença de atividades pré-existentes do Projeto Alemão.

A **importância** é considerada alta sobre a fauna pois interfere na dinâmica populacional das comunidades. Considerando os parâmetros técnicos utilizados na metodologia da AIA, a **magnitude** do impacto é **média** e sua classificação **relevante** para as atividades descritas. No entanto, o Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna será fundamental como forma de mitigação do impacto referenciado, além disso, outros programas poderão somar aos esforços de reduzir o impacto negativo do empreendimento, como o Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores.

Tabela 16 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Afugentamento de fauna do Projeto Alemão.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão vegetal	Geração de pressão sobre a fauna	Afugentamento da Fauna	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Demolição de estruturas de concreto e alvenaria	Geração de pressão sobre a fauna	Afugentamento da Fauna	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de pressão sobre a fauna	Afugentamento da Fauna	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Desmonte com explosivos	Geração de pressão sobre a fauna	Afugentamento da Fauna	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Execução de cortes, aterros e terraplenagem	Geração de pressão sobre a fauna	Afugentamento da Fauna	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Execução de cortes, aterros e terraplenagem	Geração de pressão sobre a fauna	Afugentamento da Fauna	Negativa	Local	Operação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Execução de cortes, aterros e terraplenagem	Geração de pressão sobre a fauna	Afugentamento da Fauna	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Demolição de estruturas de concreto e alvenaria	Geração de pressão sobre a fauna	Afugentamento da Fauna	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.2.2. Alteração das comunidades da biota aquática

A alteração das comunidades da biota aquática poderá ocorrer nas **fases** de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão, relacionado ao **aspecto** de pressão sobre a fauna ocasionada pelo carregamento de solo para cursos d'água, geração de efluentes do sistema de tratamento e geração de interferência no escoamento superficial e barramentos de rejeitos (Tabela 17).

O impacto das **atividades** descritas na Tabela 17, que causam a alteração das comunidades da biota aquática são de **natureza** negativa, uma vez que as atividades podem gerar alterações no carregamento de substâncias e dispersão de sedimentos na coluna de água das drenagens. Alterações na qualidade da água e/ou do solo podem facilmente impactar as comunidades aquáticas, levando a modificações na abundância, composição e até mesmo eliminação de espécies que as compõem. O depósito de sedimentos resulta em mudanças na dinâmica hídrica superficial natural, em assoreamento e represamento dos cursos de água, podendo alterar o regime hidrológico e transformar ambientes lóticos em lênticos, modificando a qualidade dos ambientes aquáticos.

A **abrangência** é local uma vez que a localização da ADA impacta apenas corpos d'água de pequeno porte e em região de cabeceiras afetando de forma local. A **incidência** é direta, decorrente da exposição imediata da comunidade aquáticas locais, e a **duração** é temporária, já que os efeitos tendem a não se

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



estender além dos períodos de execução das atividades.

A **temporalidade** é imediata, pois os efeitos sobre a biota aquática serão sentidos juntos às ações. O impacto é **reversível**, uma vez que, com o fim das atividades operacionais, as comunidades biológicas aquáticas tendem a recolonizar os ambientes, desde que as características de ecológicas se mantenham. A **ocorrência** é provável, uma vez que os programas de monitoramento de qualidade de água poderão permitir intervenção nas ações de controle das atividades geradoras de impactos nos ambientes aquáticos. O impacto é **cumulativo**, efeitos da atividade se somam a outros impactos ambientais já existentes, como a Supressão vegetal e/ou movimentação de veículos e máquinas pesadas próximo aos corpos d'água e na bacia de drenagem.

A **importância** é considerada **alta** uma vez que esses organismos são considerados importantes para a ciclagem de nutrientes de florestas tropicais úmidas, sendo importante elo de ligação entre os ambientes aquáticos e terrestres adjacentes. Considerando os parâmetros técnicos utilizados na metodologia da AIA, a **magnitude** do impacto é média e sua classificação **relevante** para as atividades descritas.

Desse modo, ressalta-se a relevância da adoção de medidas mitigadoras, que busquem reduzir suas consequências e atender às obrigações ambientais e éticas aplicáveis. Para isso, devem ser aplicados os Programas de Monitoramento Qualitativo das Águas Superficiais, de Gestão e Monitoramento de Efluentes, e o Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores, visto que, diversas espécies da biota aquática e de peixes podem utilizar tais ambientes como área de vida.

Tabela 17 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Alteração das comunidades da biota aquática do Projeto Alemão.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase ©	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de pressão sobre a fauna	Alteração das comunidades da biota aquática	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Operação de ETA	Geração de pressão sobre a fauna	Alteração das comunidades da biota aquática	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Operação de ETA	Geração de pressão sobre a fauna	Alteração das comunidades da biota aquática	Negativa	Local	Operação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Operação de ETE	Geração de pressão sobre a fauna	Alteração das comunidades da biota aquática	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Operação de ETE	Geração de pressão sobre a fauna	Alteração das comunidades da biota aquática	Negativa	Local	Operação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

12 DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase ©	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Barragem de rejeitos	Geração de pressão sobre a fauna	Alteração das comunidades da biota aquática	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Barragem de rejeitos	Geração de pressão sobre a fauna	Alteração das comunidades da biota aquática	Negativa	Local	Operação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Manutenção de estradas e acessos	Geração de pressão sobre a fauna	Alteração das comunidades da biota aquática	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.2.3. Atropelamento de fauna

O atropelamento de fauna poderá ocorrer nas **fases** de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão, relacionado ao **aspecto** de geração de pressão sobre a fauna (Tabela 18), causada pela atividade do trânsito de veículos e equipamentos.

Essa atividade provavelmente terá como consequência o atropelamento da fauna, uma vez que a intensificação no uso das vias de acesso por veículos automotores aumentará a probabilidade de encontros de indivíduos da fauna que venham a utilizar as mesmas vias de acesso durante sua dispersão. Esses fatores ocorrendo, provavelmente aumentarão a frequência de atropelamentos de fauna, ocasionando redução direta de indivíduos.

O impacto da **atividade** de trânsito de veículos e equipamentos, que causa o atropelamento de fauna apresentou uma matriz que indica uma **natureza** negativa, uma vez que o trânsito de veículos pode causar a colisão, atropelamento e morte de espécimes de fauna que porventura utilizem as vias de acesso como locais de deslocamento. As estradas podem influenciar nos hábitos das populações de animais que se movem mais lentamente ou que utilizam a estrutura da rodovia para atividades como termorregulação e dispersão. Estes hábitos aumentam o número de atropelamentos e geram a necessidade de medidas que apontem formas de mitigar os impactos das rodovias. Outros impactos indiretos das rodovias incluem o aumento do contato dos animais silvestres com populações humanas e da alteração nos padrões do uso do solo no seu entorno. Apesar de a maior porção das estradas e acessos já serem estruturas abertas para a utilização na antiga Mina do Igarapé Bahia, o aumento do tráfego poderá amplificar a ocorrência do referido impacto. A geração de pressão sobre a fauna é propiciada pela perda, alteração e fragmentação de habitats e as alterações no comportamento natural de espécies.

A **abrangência** é pontual nas fases de implantação, operação e fechamento, por ter efeitos sentidos de forma direta, em locais específicos nas vias de acesso da ADA. A **incidência** é direta, decorrente da exposição imediata da comunidade faunística local ao aumento de tráfego das vias, e a **duração** é permanente, uma vez que o impacto gera a perda ou dano permanente no indivíduo atropelado.

A **temporalidade** é imediata, pois os efeitos serão sentidos juntos às ações de trânsito. O impacto é

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



irreversível, uma vez que, a perda de indivíduos gera o declínio das populações das espécies de fauna local. A **ocorrência** é provável, uma vez que os programas de educação de trânsito, sinalização e passagens de fauna poderão permitir a intervenção nas ações de controle da atividade geradora de atropelamento de fauna. O impacto é **cumulativo**, pois os efeitos do impacto, são acumulados devido a presença de atividades pré-existentes.

A **importância** é considerada alta, visto que pode ocasionar perda de indivíduos. Considerando os parâmetros técnicos utilizados na metodologia da AIA, a **magnitude** do impacto é média e sua classificação **relevante** para a atividade descrita. No entanto, o Programa de Monitoramento de Fauna Atropelada será fundamental como forma de mitigação do impacto referenciado, permitindo direcionar ações de educação de trânsito, sinalização e passagens de fauna.

Tabela 18 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Atropelamento de fauna do Projeto Alemão.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Trânsito de veículos e equipamentos	Geração de pressão sobre a fauna	Atropelamento de fauna	Negativa	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Trânsito de veículos e equipamentos	Geração de pressão sobre a fauna	Atropelamento de fauna	Negativa	Pontual	Operação	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Trânsito de veículos e equipamentos	Geração de pressão sobre a fauna	Atropelamento de fauna	Negativa	Pontual	Fechamento	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.2.4. Retorno de espécies da Fauna

O retorno de espécies da fauna poderá ocorrer nas **fases** de implantação e Desativação do Projeto Alemão, relacionado aos **aspectos** de geração de áreas reabilitadas (Tabela 19).

O impacto da **atividade** de recomposição vegetal, que causa o retorno de espécies da fauna é de **natureza** positiva, uma vez que a geração de áreas reabilitadas propicia condições para que os processos ambientais sejam minimamente restaurados, tanto nos aspectos hidrológicos, como fitossociológico, além dos demais, que envolveriam ciclagem de nutrientes, "construção de solo", filtragem de radiação solar, umidade, microclima e meso-fauna dos compartimentos do ecossistema: parte aérea, serrapilheira e substrato. De modo geral, os grupos faunísticos com ocorrência na área de influência deste estudo se beneficiarão do aumento das áreas verdes. Este aspecto pode ser avaliado em diferentes grupos da fauna (i.e. Herpetofauna, Avifauna e Mastofauna Não Voadora, Mastofauna Voadora, Entomofauna, Ictiofauna e Biota aquática). O aumento das áreas verdes, como a reabilitação das áreas administrativas e criação de canteiros, além de programas de recuperação e revegetação, contribui para a recolonização, especialmente de espécies generalistas, uma vez que a implantação dessas áreas não acarretará necessariamente em habitats complexos o suficiente para abrigar espécies especialistas. Além disso,

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



outros benefícios são esperados com o aumento das áreas verdes como a regulação térmica, o escoamento superficial, a modulação de doenças infecciosas transmitidas por vetores, a melhoria na qualidade do ar, a redução de ruídos, além dos benefícios associados à saúde humana.

A **abrangência** é local, por ter efeitos sentidos de forma direta nos limites da ADA. A **incidência** é direta, decorrente da recolonização imediata da comunidade faunística local, e a **duração** é permanente, já que os efeitos tendem a se estender além dos períodos de execução das atividades.

A **temporalidade** é a longo prazo, no caso de retorno de espécies de fauna, pois os efeitos serão sentidos a partir das ações de revegetação e se estenderão em um futuro indeterminado. O impacto é **reversível**, tendo em vista a possibilidade de supressão vegetal a qualquer momento após a regeneração da área. A **ocorrência** é provável, dada a necessidade de ações adequadas de recomposição vegetal que viabilize a estabilização do processo de sucessão ecológica e retorno das espécies de fauna. O impacto é **cumulativo**, considerando o processo sucessional iniciado no Desativação do Projeto Alemão.

A **importância** é considerada alta para a restauração de áreas degradadas pelas fases de implantação e operação. Considerando os parâmetros técnicos utilizados na metodologia da AIA, a **magnitude** do impacto é média e sua classificação **relevante** para as atividades descritas. Para maximizar os efeitos positivos deste impacto a implementação do Programa de Monitoramento de Insetos Vetores permitirá constatar a importância da recomposição vegetal na modulação de doenças infecciosas transmitidas por vetores. Além disso, outros programas poderão somar aos esforços na constatação do impacto positivo de retorno de espécies da fauna, como o Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores.

Tabela 19 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Retorno de espécies da Fauna do Projeto Alemão.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Recomposição vegetal	Geração de áreas reabilitadas	Retorno de espécies da Fauna	Positiva	Local	Implantação	Direta	Permanente	Longo Prazo	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Recomposição vegetal	Geração de áreas reabilitadas	Retorno de espécies da Fauna	Positiva	Local	Fechamento	Direta	Permanente	Longo Prazo	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.2.5. Desregulação Fisiológica de Indivíduos da Fauna

A alteração de funções fisiológicas da fauna poderá ocorrer nas **fases** de implantação e operação do Projeto Alemão, relacionado aos **aspectos** de geração de pressão sobre a fauna (Tabela 20).

O impacto da **atividade** de obras de instalação de estruturas principais e auxiliares, que podem causar alterações das funções fisiológicas da fauna são de **natureza** negativa, uma vez que as atividades podem gerar liberação de aerossóis de poeira e poluição sonora e/ou vibração.

Foi demonstrado que a deposição de poeira tem um efeito adverso em animais que pastam, desde mamíferos e anfíbios, até insetos. Das pesquisas que foram conduzidas sobre o efeito da poeira em

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



insetos, as descobertas indicam uma forte influência negativa na capacidade deles de sobreviver e/ou prosperar. Além disso, a poluição sonora e/ou vibração é um fenômeno crescente em áreas antropizadas, impulsionado pela intensificação das atividades humanas, como o trânsito de veículos, obras de construção e o uso de equipamentos industriais. Essa forma de poluição não afeta apenas a qualidade de vida humana, mas também exerce impactos significativos sobre a fauna local, especialmente nas espécies que utilizam sons como principal forma de comunicação. Para muitas espécies, a emissão e recepção de sinais acústicos e ondas vibracionais são essenciais para atividades como defesa de território, atração de parceiros e alerta sobre predadores. Por exemplo, pode-se citar o trabalho de Mancera et al. (2017), que analisou o lagarto-de-língua-azul (*Tiliqua scincoides*) sobre o efeito do ruído e vibração de maquinário de mineração (escavadeira, caminhão de carvão e perfuratriz). Os lagartos expostos aos ruídos e vibrações passaram mais tempo imóveis e suscetíveis aos predadores (aves de rapina). Os autores interpretaram essas reações como indicativas de medo ou estresse.

A **abrangência** é local nas fases de implantação e operação, por ter efeitos sentidos de forma direta, não ultrapassando os limites da ADA. A **incidência** é direta, decorrente da exposição imediata da comunidade faunística local, e a **duração** é temporária, já que os efeitos tendem a não se estender além dos períodos de execução das atividades.

A **temporalidade** é imediata, pois as respostas fisiológicas poderão ser sentidas imediatamente. O impacto é **reversível**, uma vez que, com o fim das atividades operacionais, as comunidades biológicas tendem a ter suas respostas fisiológicas normalizadas. A **ocorrência** é provável, dada a particularidade das respostas fisiológicas diferenciando caso a caso. O impacto é **cumulativo**, considerando as atividades previstas e as fases de desenvolvimento do Projeto Alemão.

A **importância** é considerada alta devido à área e ao volume de material movimentados e a possibilidade de afetar áreas adjacentes com a liberação de aerossóis de poeira e poluição sonora e/ou vibração. Considerando os parâmetros técnicos utilizados na metodologia da AIA, a **magnitude** do impacto é média e sua classificação **relevante** para as atividades descritas. No entanto, o Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores será fundamental como forma de mitigação do impacto referenciado.

Tabela 20 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Desregulação fisiológica de indivíduos da fauna do Projeto Alemão.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de pressão sobre a fauna	Desregulação Fisiológica de Indivíduos da Fauna	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.2.6. Invasão Biológica

A invasão biológica poderá ocorrer nas **fases** de implantação, operação e Desativação do Projeto

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Alemão, relacionado ao **aspecto** de aumento da circulação de pessoas (Tabela 21).

O impacto das **atividades** descritas na tabela abaixo, que eventualmente possam causar uma invasão biológica são de **natureza** negativa. Em relação à fauna terrestre exótica, de maneira geral, apresentam caráter doméstico ou estão associadas à presença humana. Dentre os táxons registrados na FLONA de Carajás, destacam-se os cachorros (*Canis familiaris*) e gatos (*Felis catus*) domésticos, identificados nos limites sul e norte, próximos às comunidades locais e/ou com trânsito mais intenso de pessoas. Além dos mamíferos, em 2019 o ICMBio recebeu um registro fotográfico de um invertebrado coletado no Núcleo Urbano de Carajás (NUC), o qual foi confirmado taxonomicamente como *Achatina fulica* (caramujo africano) [atualmente *Lissachatina fulica* (Bowdich)]. Além disso, a mesma espécie de caramujo também foi registrada no antigo POND de rejeito da Mina do Igarapé Bahia. Por fim, quanto à biota aquática, nos dados obtidos através do levantamento primário, na área do empreendimento, houve registro de duas espécies exóticas: *Engraulisoma taeniatum* – originalmente encontrada na bacia do rio Paraguai –, e *Oreochromis niloticus* – originária da Bacia do Nilo.

A **abrangência** é local nas fases de implantação, operação e fechamento, por ter efeitos sentidos de forma direta, nos limites da ADA. A **incidência** é direta, decorrente da possível exposição imediata dos ambientes naturais às espécies exóticas que venham aderidas aos meios de circulação das pessoas, e a **duração** é temporária, já que os efeitos da invasão tendem a se esgotar após medidas de controle e exclusão das espécies invasoras.

A **temporalidade** é imediata, pois os efeitos serão sentidos junto às ações de introdução das espécies. O impacto é **reversível** em função de medidas de manejo e controle de espécies invasoras implementadas na ADA do empreendimento. A **ocorrência** é provável, dado a capacidade da espécie introduzida apresentar características invasoras. O impacto é **cumulativo**, considerando as atividades previstas e as fases de desenvolvimento do Projeto Alemão.

A **importância** é considerada alta dada a capacidade da espécie invasora causar a perda da biodiversidade local. Considerando os parâmetros técnicos utilizados na metodologia da AIA, a **magnitude** do impacto é média e sua classificação **relevante** para as atividades descritas. Como medida mitigadora de tal impacto os Programas de Detecção e Controle de Caramujo Africano e de Controle da Dispersão de Espécies Exóticas de Peixes na Bacia do Igarapé Bahia serão fundamentais como forma de controle para espécies invasoras da Flona de Carajás.

Tabela 21 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Invasão Biológica do Projeto Alemão.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Abertura de acessos	Aumento da circulação de pessoas	Invasão Biológica	Negativa	Local	Operação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Abertura de acessos	Aumento da circulação de pessoas	Invasão Biológica	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Aumento da circulação de pessoas	Invasão Biológica	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Trânsito de veículos e equipamentos	Aumento da circulação de pessoas	Invasão Biológica	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Trânsito de veículos e equipamentos	Aumento da circulação de pessoas	Invasão Biológica	Negativa	Local	Operação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Trânsito de veículos e equipamentos	Aumento da circulação de pessoas	Invasão Biológica	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.2.7. Perda de Hábitat

A perda de hábitat poderá ocorrer essencialmente na **fase** de implantação do Projeto Alemão, relacionado aos **aspectos** de geração de áreas sem vegetação e geração de pressão sobre a fauna (Tabela 22).

A perda de habitat, pode ser relacionada a redução da qualidade do solo, o aumento dos processos erosivos, além da diminuição de nichos (i.e. recursos alimentares e abrigos) disponíveis para a fauna. A devastação dos habitats naturais, particularmente das florestas, é considerada o fator determinante das atuais e projetadas taxas de extinção da biodiversidade. Do ponto de vista da diversidade biológica, as repercussões desse processo de intenso desflorestamento nas regiões tropicais são ainda mais agravadas pelo fato de que, apesar de sua vasta riqueza, as florestas tropicais úmidas constituem um dos habitats naturais mais frágeis. Sua regeneração é dificultada pela fragilidade das sementes de suas espécies vegetais ou pelos processos de dispersão, podendo sua recuperação levar séculos para se processar ou, dependendo do nível de destruição e de esterilidade do ecossistema, ser impossível de ocorrer por meios naturais.

O impacto das **atividades** de obras de instalação de estruturas principais e auxiliares e de supressão vegetal são de **natureza** negativa, uma vez que a implantação do Projeto Alemão traz a perda de habitats naturais das comunidades biológicas locais.

A **abrangência** é local, por ter efeitos sentidos de forma direta dentro dos limites da ADA. A **incidência** é direta, dado que a execução da atividade provoca efeitos diretamente direcionados a perda de habitats utilizados pela fauna, e a **duração** é permanente, já que os efeitos da perda de hábitat tendem a se estender além dos períodos de execução das atividades.

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



A **temporalidade** é imediata, pois é verificada imediatamente com o início da atividade causadora do impacto. O impacto é **reversível**, uma vez que, com o fim das atividades, as comunidades biológicas tendem a se adaptar ao novo ambiente, além das medidas de revegetação que permitirão o processo de recolonização das áreas afetadas. A **ocorrência** é provável, uma vez que, apesar de nichos de nidificação da espécie *Harpia harpyja* (Linnaeus, 1758) (gavião-real) tenham sido apontados para a ADA do Projeto Alemão, não foi observada a presença de espécimes durante o levantamento da avifauna para os Estudos de Impacto Ambiental do empreendimento. O impacto é **cumulativo**, considerando as atividades previstas e as fases de desenvolvimento do Projeto Alemão.

A **importância** é considerada alta dada a perda da biodiversidade local que o impacto possa ocasionar. Considerando os parâmetros técnicos utilizados na metodologia da AIA, a **magnitude** do impacto é média e sua classificação **relevante** para as atividades descritas. Neste contexto, como medida mitigadora do impacto, e maior preocupação com relação ao habitat do gavião-real será implementado o Programa de Monitoramento de Ninho de Harpia. Além disso, também está previsto o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

Tabela 22 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Perda de habitat do Projeto Alemão.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de pressão sobre a fauna	Perda de habitat	Negativa	Local	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Supressão vegetal	Geração de áreas sem vegetação	Perda de habitat	Negativa	Local	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.2.8. Perda de indivíduos da fauna

A perda de indivíduos da fauna poderá ocorrer na fase de implantação do Projeto Alemão, relacionado ao **aspecto** de geração de pressão sobre a fauna (Tabela 23).

O impacto das **atividades** é de **natureza** negativa, uma vez que provavelmente terão como consequência a redução da riqueza de espécies da fauna. A redução da diversidade de fauna local, não implica necessariamente na redução regional das espécies, uma vez que indivíduos com aptidão de deslocamento alta, podem se deslocar com eficiência maior, migrando localmente para outros ambientes com nichos disponíveis. Por outro lado, a redução da riqueza encontrada, pode afetar diretamente o ecossistema, uma vez que os impactos ambientais tendem a afetar principalmente espécies de pequeno porte, que possuem áreas de vida pequenas e capacidade de locomoção baixa, uma vez que estas são diretamente dependentes de fragmentos florestais. Em termos de biodiversidade, o Bioma Amazônia possui uma ampla riqueza, apresentando cerca de 40 mil espécies de vegetais; 427 de mamíferos; 1294 de aves; 378 de répteis; 427 de anfíbios; aproximadamente 3 mil espécies de peixes; e cerca de 128.840 espécies de

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



invertebrados, apenas no território brasileiro. As altas taxas de desmatamento e destruição de paisagens naturais, ocorrem de forma muito rápida e esse processo de mudança no uso da terra é sempre mais veloz do que o processo científico de descrição de novas espécies ou descobrimento de compostos naturais para uso medicinal ou industrial.

A **abrangência** é local, dado que os efeitos estão restritos à área de intervenção direta e áreas adjacentes. A **incidência** é direta, decorrente da exposição imediata da comunidade faunística local, e a **duração** é permanente, já que os efeitos da perda de riqueza taxonômica tendem a se estender além dos períodos de execução das atividades.

A **temporalidade** é imediata, pois os efeitos serão sentidos junto às ações implementadas. O impacto é **irreversível**, tendo em vista a possibilidade de perda da diversidade genética das populações de animais silvestres locais. A **ocorrência** é provável, uma vez que há a capacidade de mobilidade do animal, os programas de manejo e monitoramento de fauna preveem minimizar a perda de espécimes da fauna. O impacto é **cumulativo**, considerando as atividades previstas e as fases de desenvolvimento do Projeto Alemão.

A **importância** é considerada alta pois, interfere diretamente nos aspectos ecológicos relacionados a biota local. Considerando os parâmetros técnicos utilizados na metodologia da AIA, a **magnitude** do impacto é alta e sua classificação **relevante** para as atividades descritas.

Desse modo, ressalta-se a relevância da adoção de medidas mitigadoras, que busquem reduzir suas consequências e atender às obrigações ambientais e éticas aplicáveis. Para isso, deve ser aplicado o Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna. Além disso, outros programas poderão somar aos esforços de reduzir o impacto negativo do empreendimento, como o Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores.

Tabela 23 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Perda de indivíduos da fauna do Projeto Alemão.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Obras de instalação de estruturas principais e auxiliares	Geração de pressão sobre a fauna	Perda de indivíduos da fauna	Negativa	Local	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Muito Relevante
Supressão vegetal	Geração de pressão sobre a fauna	Perda de indivíduos da fauna	Negativa	Local	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Muito Relevante

1.4.2.9. Redução de passivo ambiental

A redução do passivo ambiental poderá ocorrer na fase de implantação do Projeto Alemão, relacionado ao **aspecto** de diminuição da demanda por equipamentos, insumos e serviços (Tabela 24).

O impacto da **atividade** de utilização de áreas antropizadas, que causam a redução do passivo ambiental

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



é de **natureza** positiva, uma vez que a utilização da maior porção da infraestrutura, das estradas e acessos e da própria lavra, já foram abertos para a utilização na antiga Mina do Igarapé Bahia diminuindo a pressão ambiental sobre a fauna local. Passivo Ambiental representa toda e qualquer obrigação destinadas única e exclusivamente a promover investimentos em prol de ações relacionadas a extinção ou amenização dos danos causados ao meio ambiente, inclusive percentual do lucro do exercício, com destinação compulsória, direcionado a investimentos na área ambiental. Acompanhando o conceito de Sanchez (2001), que define o passivo ambiental como “o acúmulo de danos ambientais que devem ser reparados a fim de que seja mantida a qualidade ambiental de uma área degradada”, o Projeto Alemão ao reutilizar a ADA da Mina do Igarapé Bahia minimiza este acúmulo de danos ambientais, e consequentemente reduz o passivo ambiental.

A **abrangência** é local na fase de implantação, por ter efeitos sentidos de forma direta, além dos limites da ADA. A **incidência** é direta, decorrente da exposição imediata da comunidade faunística local, e a **duração** é permanente, já que os efeitos tendem a se estender além dos períodos de execução das atividades.

A **temporalidade** é imediata, pois os efeitos já são percebidos desde a fase de implantação. O impacto é **reversível**, uma vez que, qualquer alteração da ADA causará o aumento do passivo ambiental. A **ocorrência** é certa, dada a estrutura já instalada. O impacto é **cumulativo**, considerando as atividades previstas e as fases de desenvolvimento do Projeto Alemão.

A **importância** é considerada alta para minimizar os impactos gerados por um empreendimento de mineração dentro da FLONA de Carajás. Considerando os parâmetros técnicos utilizados na metodologia da AIA, a **magnitude** do impacto é média e sua classificação **relevante** para as atividades descritas.

Para maximizar os efeitos positivos deste impacto a implementação do Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores permitirá constatar a importância de reutilizar a ADA da Mina do Igarapé Bahia para minimizar o acúmulo de danos ambientais.

Tabela 24 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Redução do passivo ambiental do Projeto Alemão.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Utilização de áreas antropizadas	Diminuição da demanda por equipamentos, insumos e serviços	Redução de passivo ambiental	Positiva	Local	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.3. Impactos Relacionados ao Meio Biótico - Flora

Os impactos relacionados a flora apresentados na Tabela 25 ocorrem nas fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão. É importante ressaltar que um mesmo impacto pode apresentar diferentes gradações de avaliação de acordo com a etapa de ocorrência, pois poderão ocorrer variações que podem influenciar diretamente na importância e magnitude dos impactos.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Tabela 25 Atividades, aspectos e impactos para as fases do empreendimento.

Impacto	Aspectos - Fase de Implantação		Aspectos - Fase de Operação		Aspectos - Fase de Fechamento		Atividade	Programas Ambientais
	Geração de áreas sem vegetação	Geração de material particulado	Geração de áreas sem vegetação	Geração de material particulado	Geração de áreas reabilitadas	Geração de material particulado		
Interferência em unidade de conservação	A MR		A MR				Supressão de vegetação nativa	Plano de compensação ambiental; Programa de controle de espécies exóticas; Programa de plantio compensatório; Programa de prevenção e combate a incêndios florestais; Programa de monitoramento de bioindicadores.
		B I		B I		B I	Trânsito de veículos e equipamentos	
Redução da cobertura vegetal	B R		M R				Supressão de vegetação nativa	Plano de recuperação de áreas degradadas; Projeto de controle de espécies exóticas e invasoras; Programa de prevenção e combate a incêndios florestais; Programa de resgate de germoplasma; Plano de controle da supressão vegetal.
Perda de indivíduos da flora	M R		M R				Supressão de vegetação nativa	Programa de resgate de germoplasma; Plano de controle da supressão vegetal; Programa de plantio compensatório; Programa de controle de espécies exóticas e invasoras; Plano de recuperação de áreas degradadas.
Aumento do efeito de borda	M R		M R				Supressão de vegetação nativa	Programa de plantio compensatório; Plano de recuperação de áreas degradadas; Programa de controle de espécies exóticas e invasoras; Programa de prevenção e combate a incêndios florestais.
Alteração da paisagem	M R		M R				Supressão de vegetação nativa	Programa de plantio compensatório; Programa de controle de espécies exóticas; Programa de prevenção e combate a incêndios florestais; Plano de recuperação de áreas degradadas.
Aumento da incidência de incêndios florestais	M R		M R				Supressão de vegetação nativa	Programa de prevenção e combate a incêndios florestais, Plano de recuperação de áreas degradadas.
Perda do banco de sementes	B R		B R				Supressão de vegetação nativa	Plano de recuperação de áreas degradadas; Plano de controle da supressão vegetal; Programa de resgate de germoplasma.
Perda de habitat	B I		B I				Supressão de vegetação nativa	Plano de recuperação de áreas degradadas; Plano de controle da supressão vegetal; Programa de plantio compensatório; Programa de resgate de germoplasma.
Redução do fluxo gênico em espécies vegetais	B I		B I				Supressão de vegetação nativa	Programa de plantio compensatório; Plano de recuperação de áreas degradadas.
Desregulação fisiológica de indivíduos florestais		B I		B I		B I	Trânsito de veículos e equipamentos	Programa de monitoramento de bioindicadores
Aumento de áreas verdes	M R		M R		M R		Recomposição vegetal	Programa de resgate de germoplasma; Plano de controle da supressão vegetal; Programa de plantio compensatório; Plano de recuperação de áreas degradadas.
Legenda:	Natureza		Magnitude		Relevância			
	Negativo		A: Alta		R: Relevante			
	Positivo		M: Média		I: Irrelevante			
			B: Baixa		MR: Muito Relevante			

12 DA 23 28 32 37 42 47 52 57 62 67 72 77 82 87 92 97 102 107 112 117 122 127 132 137 142 147 152 157 162 167 172 177 182 187 192 197 202 207 212 217 222 227 232 237 242 247 252 257 262 267 272 277 282 287 292 297 302 307 312 317 322 327 332 337 342 347 352 357 362 367 372 377 382 387 392 397 402 407 412 417 422 427 432 437 442 447 452 457 462 467 472 477 482 487 492 497 502 507 512 517 522 527 532 537 542 547 552 557 562 567 572 577 582 587 592 597 602 607 612 617 622 627 632 637 642 647 652 657 662 667 672 677 682 687 692 697 702 707 712 717 722 727 732 737 742 747 752 757 762 767 772 777 782 787 792 797 802 807 812 817 822 827 832 837 842 847 852 857 862 867 872 877 882 887 892 897 902 907 912 917 922 927 932 937 942 947 952 957 962 967 972 977 982 987 992 997 1002 1007 1012 1017 1022 1027 1032 1037 1042 1047 1052 1057 1062 1067 1072 1077 1082 1087 1092 1097 1102 1107 1112 1117 1122 1127 1132 1137 1142 1147 1152 1157 1162 1167 1172 1177 1182 1187 1192 1197 1202 1207 1212 1217 1222 1227 1232 1237 1242 1247 1252 1257 1262 1267 1272 1277 1282 1287 1292 1297 1302 1307 1312 1317 1322 1327 1332 1337 1342 1347 1352 1357 1362 1367 1372 1377 1382 1387 1392 1397 1402 1407 1412 1417 1422 1427 1432 1437 1442 1447 1452 1457 1462 1467 1472 1477 1482 1487 1492 1497 1502 1507 1512 1517 1522 1527 1532 1537 1542 1547 1552 1557 1562 1567 1572 1577 1582 1587 1592 1597 1602 1607 1612 1617 1622 1627 1632 1637 1642 1647 1652 1657 1662 1667 1672 1677 1682 1687 1692 1697 1702 1707 1712 1717 1722 1727 1732 1737 1742 1747 1752 1757 1762 1767 1772 1777 1782 1787 1792 1797 1802 1807 1812 1817 1822 1827 1832 1837 1842 1847 1852 1857 1862 1867 1872 1877 1882 1887 1892 1897 1902 1907 1912 1917 1922 1927 1932 1937 1942 1947 1952 1957 1962 1967 1972 1977 1982 1987 1992 1997 2002 2007 2012 2017 2022 2027 2032 2037 2042 2047 2052 2057 2062 2067 2072 2077 2082 2087 2092 2097 2102 2107 2112 2117 2122 2127 2132 2137 2142 2147 2152 2157 2162 2167 2172 2177 2182 2187 2192 2197 2202 2207 2212 2217 2222 2227 2232 2237 2242 2247 2252 2257 2262 2267 2272 2277 2282 2287 2292 2297 2302 2307 2312 2317 2322 2327 2332 2337 2342 2347 2352 2357 2362 2367 2372 2377 2382 2387 2392 2397 2402 2407 2412 2417 2422 2427 2432 2437 2442 2447 2452 2457 2462 2467 2472 2477 2482 2487 2492 2497 2502 2507 2512 2517 2522 2527 2532 2537 2542 2547 2552 2557 2562 2567 2572 2577 2582 2587 2592 2597 2602 2607 2612 2617 2622 2627 2632 2637 2642 2647 2652 2657 2662 2667 2672 2677 2682 2687 2692 2697 2702 2707 2712 2717 2722 2727 2732 2737 2742 2747 2752 2757 2762 2767 2772 2777 2782 2787 2792 2797 2802 2807 2812 2817 2822 2827 2832 2837 2842 2847 2852 2857 2862 2867 2872 2877 2882 2887 2892 2897 2902 2907 2912 2917 2922 2927 2932 2937 2942 2947 2952 2957 2962 2967 2972 2977 2982 2987 2992 2997 3002 3007 3012 3017 3022 3027 3032 3037 3042 3047 3052 3057 3062 3067 3072 3077 3082 3087 3092 3097 3102 3107 3112 3117 3122 3127 3132 3137 3142 3147 3152 3157 3162 3167 3172 3177 3182 3187 3192 3197 3202 3207 3212 3217 3222 3227 3232 3237 3242 3247 3252 3257 3262 3267 3272 3277 3282 3287 3292 3297 3302 3307 3312 3317 3322 3327 3332 3337 3342 3347 3352 3357 3362 3367 3372 3377 3382 3387 3392 3397 3402 3407 3412 3417 3422 3427 3432 3437 3442 3447 3452 3457 3462 3467 3472 3477 3482 3487 3492 3497 3502 3507 3512 3517 3522 3527 3532 3537 3542 3547 3552 3557 3562 3567 3572 3577 3582 3587 3592 3597 3602 3607 3612 3617 3622 3627 3632 3637 3642 3647 3652 3657 3662 3667 3672 3677 3682 3687 3692 3697 3702 3707 3712 3717 3722 3727 3732 3737 3742 3747 3752 3757 3762 3767 3772 3777 3782 3787 3792 3797 3802 3807 3812 3817 3822 3827 3832 3837 3842 3847 3852 3857 3862 3867 3872 3877 3882 3887 3892 3897 3902 3907 3912 3917 3922 3927 3932 3937 3942 3947 3952 3957 3962 3967 3972 3977 3982 3987 3992 3997 4002 4007 4012 4017 4022 4027 4032 4037 4042 4047 4052 4057 4062 4067 4072 4077 4082 4087 4092 4097 4102 4107 4112 4117 4122 4127 4132 4137 4142 4147 4152 4157 4162 4167 4172 4177 4182 4187 4192 4197 4202 4207 4212 4217 4222 4227 4232 4237 4242 4247 4252 4257 4262 4267 4272 4277 4282 4287 4292 4297 4302 4307 4312 4317 4322 4327 4332 4337 4342 4347 4352 4357 4362 4367 4372 4377 4382 4387 4392 4397 4402 4407 4412 4417 4422 4427 4432 4437 4442 4447 4452 4457 4462 4467 4472 4477 4482 4487 4492 4497 4502 4507 4512 4517 4522 4527 4532 4537 4542 4547 4552 4557 4562 4567 4572 4577 4582 4587 4592 4597 4602 4607 4612 4617 4622 4627 4632 4637 4642 4647 4652 4657 4662 4667 4672 4677 4682 4687 4692 4697 4702 4707 4712 4717 4722 4727 4732 4737 4742 4747 4752 4757 4762 4767 4772 4777 4782 4787 4792 4797 4802 4807 4812 4817 4822 4827 4832 4837 4842 4847 4852 4857 4862 4867 4872 4877 4882 4887 4892 4897 4902 4907 4912 4917 4922 4927 4932 4937 4942 4947 4952 4957 4962 4967 4972 4977 4982 4987 4992 4997 5002 5007 5012 5017 5022 5027 5032 5037 5042 5047 5052 5057 5062 5067 5072 5077 5082 5087 5092 5097 5102 5107 5112 5117 5122 5127 5132 5137 5142 5147 5152 5157 5162 5167 5172 5177 5182 5187 5192 5197 5202 5207 5212 5217 5222 5227 5232 5237 5242 5247 5252 5257 5262 5267 5272 5277 5282 5287 5292 5297 5302 5307 5312 5317 5322 5327 5332 5337 5342 5347 5352 5357 5362 5367 5372 5377 5382 5387 5392 5397 5402 5407 5412 5417 5422 5427 5432 5437 5442 5447 5452 5457 5462 5467 5472 5477 5482 5487 5492 5497 5502 5507 5512 5517 5522 5527 5532 5537 5542 5547 5552 5557 5562 5567 5572 5577 5582 5587 5592 5597 5602 5607 5612 5617 5622 5627 5632 5637 5642 5647 5652 5657 5662 5667 5672 5677 5682 5687 5692 5697 5702 5707 5712 5717 5722 5727 5732 5737 5742 5747 5752 5757 5762 5767 5772 5777 5782 5787 5792 5797 5802 5807 5812 5817 5822 5827 5832 5837 5842 5847 5852 5857 5862 5867 5872 5877 5882 5887 5892 5897 5902 5907 5912 5917 5922 5927 5932 5937 5942 5947 5952 5957 5962 5967 5972 5977 5982 5987 5992 5997 6002 6007 6012 6017 6022 6027 6032 6037 6042 6047 6052 6057 6062 6067 6072 6077 6082 6087 6092 6097 6102 6107 6112 6117 6122 6127 6132 6137 6142 6147 6152 6157 6162 6167 6172 6177 6182 6187 6192 6197 6202 6207 6212 6217 6222 6227 6232 6237 6242 6247 6252 6257 6262 6267 6272 6277 6282 6287 6292 6297 6302 6307 6312 6317 6322 6327 6332 6337 6342 6347 6352 6357 6362 6367 6372 6377 6382 6387 6392 6397 6402 6407 6412 6417 6422 6427 6432 6437 6442 6447 6452 6457 6462 6467 6472 6477 6482 6487 6492 6497 6502 6507 6512 6517 6522 6527 6532 6537 6542 6547 6552 6557 6562 6567 6572 6577 6582 6587 6592 6597 6602 6607 6612 6617 6622 6627 6632 6637 6642 6647 6652 6657 6662 6667 6672 6677 6682 6687 6692 6697 6702 6707 6712 6717 6722 6727 6732 6737 6742 6747 6752 6757 6762 6767 6772 6777 6782 6787 6792 6797 6802 6807 6812 6817 6822 6827 6832 6837 6842 6847 6852 6857 6862 6867 6872 6877 6882 6887 6892 6897 6902 6907 6912 6917 6922 6927 6932 6937 6942 6947 6952 6957 6962 6967 6972 6977 6982 6987 6992 6997 7002 7007 7012 7017 7022 7027 7032 7037 7042 7047 7052 7057 7062 7067 7072 7077 7082 7087 7092 7097 7102 7107 7112 7117 7122 7127 7132 7137 7142 7147 7152 7157 7162 7167 7172 7177 7182 7187 7192 7197 7202 7207 7212 7217 7222 7227 7232 7237 7242 7247 7252 7257 7262 7267 7272 7277 7282 7287 7292 7297 7302 7307 7312 7317 7322 7327 7332 7337 7342 7347 7352 7357 7362 7367 7372 7377 7382 7387 7392 7397 7402 7407 7412 7417 7422 7427 7432 7437 7442 7447 7452 7457 7462 7467 7472 7477 7482 7487 7492 7497 7502 7507 7512 7517 7522 7527 7532 7537 7542 7547 7552 7557 7562 7567 7572 7577 7582 7587 7592 7597 7602 7607 7612 7617 7622 7627 7632 7637 7642 7647 7652 7657 7662 7667 7672 7677 7682 7687 7692 7697 7702 7707 7712 7717 7722 7727 7732 7737 7742 7747 7752 7757 7762 7767 7772 7777 7782 7787 7792 7797 7802 7807 7812 7817 7822 7827 7832 7837 7842 7847 7852 7857 7862 7867 7872 7877 7882 7887 7892 7897 7902 7907 7912 7917 7922 7927 7932 7937 7942 7947 7952 7957 7962 7967 7972 7977 7982 7987 7992 7997 8002 8007 8012 8017 8022 8027 8032 8037 8042 8047 8052 8057 8062 8067 8072 8077 8082 8087 8092 8097 8102 8107 8112 8117 8122 8127 8132 8137 8142 8147 8152 8157 8162 8167 8172 8177 8182 8187 8192 8197 8202 8207 8212 8217 8222 8227 8232 8237 8242 8247 8252 8257 8262 8267 8272 8277 8282 8287 8292 8297 8302 8307 8312 8317 8322 8327 8332 8337 8342 8347 8352 8357 8362 8367 8372 8377 8382 8387 8392 8397 8402 8407 8412 8417 8422 8427 8432 8437 8442 8447 8452 8457 8462 8467 8472 8477 8482 8487 8492 8497 8502 8507 8512 8517 8522 8527 8532 8537 8542 8547 8552 8557 8562 8567 8572 8577 8582 8587 8592 8597 8602 8607 8612 8617 8622 8627 8632 8637 8642 8647 8652 8657 8662 8667 8672 8677 8682 8687 8692 8697 8702 8707 8712 8717 8722 8727 8732 8737 8742 8747 8752 8757 8762 8767 8772 8777 8782 8787 8792 8797 8802 8807 8812 8817 8822 8827 8832 8837 8842 8847 8852 8857 8862 8867 8872 8877 8882 8887 8892 8897 8902 8907 8912 8917 8922 8927 8932 8937 8942 8947 8952 8957 8962 8967 8972 8977 8982 8987 8992 8997 9002 9007 9012 9017 9022 9027 9032 9037 9042 9047 9052 9057 9062 9067 9072 9077 9082 9087 9092 9097 9102 9107 9112 9117 9122 9127 9132 9137 9142 9147 9152 9157 9162 9167 9172 9177 9182 9187 9192 9197 9202 9207 9212 9217 9222 9227 9232 9237 9242 9247 9252 9257 9262 9267 9272 9277 9282 9287 9292 9297 9302 9307 9312 9317 9322 9327 9332 9337 9342 9347 9352 9357 9362 9367 9372 9377 9382 9387 9392 9397 9402 9407 9412 9417 9422 9427 9432 9437 9442 9447 9452 9457 9462 9467 9472 9477 9482 9487 9492 9497 9502 9507 9512 9517 9522 9527 9532 9537 9542 9547 9552 9557 9562 9567 9572 9577 9582 9587 9592 9597 9602 9607 9612 9617 9622 9627 9632 9637 9642 9647 9652 9657 9662 9667 9672 9677 9682 9687 9692 9697 9702 9707 9712 9717 9722 9727 9732 9737 9742 9747 9752 9757 9762 9767 9772 9777 9782 9787 9792 9797 9802 9807 9812 9817 9822 9827 9832 9837 9842 9847 9852 9857 9862 9867 9872 9877 9882 9887 9892 9897 9902 9907 9912 9917 9922 9927 9932 9937 9942 9947 9952 9957 9962 9967 9972 9977 9982 9987 9992 9997 10002 10007 10012 10017 10022 10027 10032 10037 10042 10047 10052 10057 10062 10067 10072 10077 10082 10087 10092 10097 10102 10107 10112 10117 10122 10127 10132 10137 10142 10147 10152 10157 10162 10167 10172 10177 10182 10187 10192 10197 10202 10207 10212 10217 10222 10227 10232 10237 10242 10247



1.4.3.1. Interferência em Unidade de Conservação

O impacto de Interferência em Unidade de Conservação terá início na fase de implantação do empreendimento, se estendendo até a fase de fechamento, estando associado aos aspectos de supressão de vegetação nativa e trânsito de veículos e equipamentos.

O ruído, a poluição e as mudanças no uso do solo em áreas de empreendimentos de grande porte provocam estresse fisiológico e comportamental na fauna e flora locais. Espécies sensíveis a distúrbios, podem apresentar mudanças em seus padrões de comportamento (FRANCIS & BARBER, 2013).

A ocorrência de espécies exóticas invasoras é um impacto comum em empreendimentos de grande porte de uma forma geral, associado ao trânsito de veículos e pessoas, ao uso do solo no entorno e a práticas antigas de cobertura vegetal e recuperação de áreas degradadas. O estabelecimento e o desenvolvimento dessas espécies, podem comprometer o equilíbrio dos ecossistemas, sendo particularmente prejudicial em áreas de alta biodiversidade.

Conforme é apresentado na Tabela 26, o impacto apresenta natureza negativa e abrangência regional considerando-se que seus efeitos poderão ser sentidos direta e indiretamente em áreas que extrapolam a ADA do empreendimento, sendo assim classificado como muito relevante e tendo importância e magnitudes altas. A incidência será direta, pois a atividade de supressão de vegetação nativa será um impacto direto sobre a estrutura vegetal dentro da UC. A duração foi classificada como permanente, podendo ser reversível com a implantação de medidas de mitigação. A temporalidade é imediata, pois o impacto se inicia com a atividade, sendo também considerado de ocorrência certa e cumulativo.

Como forma de mitigação serão implementados os seguintes planos e programas:

- Plano de Compensação Ambiental;
- Programa de Controle de Espécies Exóticas;
- Programa de Plantio Compensatório;
- Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais.
- Programa de monitoramento de bioindicadores.

LD DA @ 25 26 92 01-22 GC PM



Tabela 26 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Interferência em Unidade de Conservação.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão de vegetação nativa	Geração de áreas sem vegetação	Interferência em Unidades de Conservação	Negativa	Regional	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Muito Relevante
			Negativa	Regional	Operação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Muito Relevante
Trânsito de veículos e equipamentos	Geração de material particulado		Negativa	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
			Negativa	Local	Operação	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
			Negativa	Local	Fechamento	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante

1.4.3.2. Redução da cobertura vegetal

O impacto de Redução da cobertura vegetal ocorrerá na fase de implantação em decorrência da supressão da vegetação e na fase de operação com a realização de implantação da barragem de rejeitos (Tabela 27).

Além de alterar a dinâmica ambiental das áreas onde ocorre, com consequências diretas sobre a fauna, a qualidade do solo e o microclima, a redução da cobertura vegetal expõe o solo, podendo favorecer processos erosivos e o estabelecimento de espécies exóticas ou nativas com características invasoras que podem passar a dominar a paisagem, alterando o equilíbrio das comunidades terrestres.

O impacto é classificado como de natureza negativa, pois representa uma perda ecológica associada à substituição de ambientes naturais por áreas antropizadas. A abrangência é pontual, uma vez que a redução da cobertura vegetal está espacialmente restrita à ADA do empreendimento.

A incidência é direta, pois decorre das atividades previstas no projeto, como supressão, movimentação de solo e inundação de áreas. A duração do impacto é permanente, visto que mesmo com a adoção de medidas compensatórias, a estrutura ecológica original da vegetação suprimida não poderá ser integralmente restabelecida, especialmente nas áreas que serão permanentemente alagadas pelo implantação da barragem. Em áreas de supressão convencional, embora a revegetação possa ser promovida, o tempo necessário para que se restabeleçam condições similares às originais é longo, e raramente alcança a complexidade estrutural e funcional do ecossistema anterior.

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



A temporalidade é imediata, pois os efeitos do impacto ocorrem desde o início da intervenção na vegetação, com o início das obras de implantação. A ocorrência é certa, dado que a supressão da vegetação está prevista no cronograma de execução do empreendimento e é uma condição inevitável para a implementação das estruturas.

Na fase de implantação, o impacto é considerado de baixa magnitude, por ser potencialmente reversível por meio da aplicação de medidas de mitigação e compensação ambiental como a revegetação de áreas degradadas. Já na fase de operação, o impacto atinge magnitude média, uma vez que a inundação da área devido ao implantação da barragem é um processo irreversível, impossibilitando a regeneração natural ou induzida da vegetação suprimida antes do descomissionamento da estrutura.

Por sua relevância para a flora local e a manutenção da integridade ecológica da área, este impacto será objeto de ações mitigatórias previstas nos seguintes planos e programas ambientais:

- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas;
- Projeto de Controle de Espécies Exóticas e Invasoras;
- Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais;
- Programa de Resgate de Germoplasma;
- Plano de Controle da Supressão Vegetal.

Tabela 27 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Redução da cobertura vegetal.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão de vegetação nativa	Geração de áreas sem vegetação	Redução da cobertura vegetal	Negativa	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Baixa	Cumulativo	Relevante
			Negativa	Pontual	Operação	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.3.3. Perda de indivíduos da flora

O impacto de Perda de indivíduos de flora foi classificado como tendo natureza negativa e é ocasionado pela supressão da vegetação nativa que irá ocorrer nas fases de implantação e operação do projeto (Tabela 28).

Essa perda pode interferir no equilíbrio ecológico das comunidades terrestres, afetando interações ecológicas essenciais, como a polinização e dispersão de sementes, reciclagem de nutrientes e a oferta de recursos para a fauna, incluindo abrigo e alimentação. Dessa forma, a retirada de vegetação não apenas reduz a diversidade florística local, mas pode afetar todo o ecossistema.

As formações vegetais presentes na área do empreendimento compreendem fitofisionomias em

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



diferentes estados de conservação, incluindo áreas preservadas e áreas com grau de antropização mais acentuado, classificadas como estágio intermediário de regeneração. Nas áreas mais alteradas, a densidade populacional das espécies vegetais é geralmente menor, o que implica menor perda de indivíduos em comparação com as áreas preservadas, onde a supressão resultará na eliminação de populações mais densas e estruturalmente complexas.

Este impacto apresenta abrangência pontual, uma vez que os efeitos estão espacialmente restritos à ADA. Sua incidência é direta, pois decorre imediatamente da atividade de supressão vegetal. A ocorrência é considerada certa, já que a retirada da vegetação está prevista no cronograma do empreendimento e constitui uma etapa necessária à sua viabilização. A temporalidade é imediata, pois o impacto ocorre a partir do início das intervenções em campo, sem período de latência. A duração é classificada como irreversível, considerando que a perda de material genético único não pode ser revertida mesmo que ações de recuperação e revegetação de áreas sejam implementadas.

Trata-se de um impacto relevante e de importância alta devido ao papel ecológico desempenhado pelos indivíduos vegetais suprimidos. A magnitude é média, pois embora o impacto seja significativo, está restrito à área de intervenção direta e sua intensidade pode variar de acordo com o estado de conservação da vegetação local.

Para minimizar a perda de indivíduos da flora, serão adotados os seguintes planos e programas:

- Programa de Resgate de Germoplasma;
- Plano de Controle da Supressão Vegetal;
- Programa de Plantio Compensatório;
- Programa de Controle de Espécies Exóticas;
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

Tabela 28 Avaliação e classificação do impacto ambiental - Perda de indivíduos da flora.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão de vegetação nativa	Geração de áreas sem vegetação	Perda de indivíduos da flora	Negativa	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
			Negativa	Pontual	Operação	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.3.4. Aumento do efeito de borda

O impacto do Aumento do efeito de borda está previsto para as fases de implantação e operação do

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



empreendimento, tendo início a partir da supressão da vegetação (Tabela 29).

O efeito de borda refere-se às alterações nas condições ambientais e ecológicas que ocorrem nas bordas de fragmentos florestais, em comparação com o interior dessas áreas. Essas mudanças incluem variações na temperatura, umidade, luz solar, e velocidade do vento, além de alterações na dinâmica de espécies (MURCIA, 1995). Nas bordas, por exemplo, a maior exposição à luz e ao vento pode resultar em microclimas mais quentes e secos, que afetam diretamente as espécies vegetais que são adaptadas às condições mais estáveis do interior da floresta e favorecendo a colonização destas áreas por espécies exóticas e invasoras. Esse efeito é intensificado quanto menor o tamanho do fragmento florestal e quanto maior o seu perímetro em relação à área total, uma vez que fragmentos menores têm uma proporção maior de bordas em relação ao núcleo florestal (LAURANCE et al., 2007).

O impacto foi classificado como sendo de natureza negativa, pois traz prejuízos aos fragmentos que passam a ficar mais expostos, impactando negativamente o equilíbrio das comunidades terrestres; de abrangência local, visto que os efeitos ocorrerão nos fragmentos florestais adjacentes à área de supressão; de incidência direta, pois decorre diretamente das atividades de supressão; de duração permanente podendo ser reversível, mediante a implementação de programas de mitigação.

Foi também considerado como tendo temporalidade imediata e ocorrência certa, já que decorre em função da supressão de fragmentos; importância alta e magnitude média; cumulativo e relevante, uma vez que boa parte da área de estudo já se encontra com a sua paisagem natural alterada pela presença da mineração e instalações associadas.

Para a mitigação do impacto em questão, serão implementados os seguintes planos e programas:

- Programa de Plantio Compensatório;
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas;
- Programa de Controle de Espécies Exóticas;
- Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais.

Tabela 29 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Aumento do efeito de borda.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão de vegetação nativa	Geração de áreas sem vegetação	Aumento do efeito de borda	Negativa	Local	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
			Negativa	Local	Operação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



1.4.3.5. Alteração da paisagem

A alteração da paisagem é considerada um impacto de natureza negativa, pois contribui diretamente para a redução e perda da riqueza e diversidade das espécies vegetais presentes na área (Tabela 30).

O impacto foi classificado como de abrangência local, pois embora a supressão ocorra dentro da ADA, os efeitos podem se estender para áreas adjacentes, alterando a paisagem como um todo. A incidência é direta, uma vez que a fragmentação decorre diretamente das ações de supressão da vegetação previstas no empreendimento. A temporalidade é imediata, pois os efeitos da alteração surgem desde o início das intervenções físicas, e a ocorrência é considerada certa, dada a inevitável instalação das estruturas do projeto.

A duração é permanente, pois as alterações na configuração espacial da paisagem são modificações duradouras. No entanto, o impacto é potencialmente reversível a longo prazo, desde que sejam implementadas estratégias eficazes de mitigação, recuperação e descomissionamento de áreas.

Durante a fase de implantação, o impacto é classificado como de alta importância e alta magnitude, devido à maior extensão das áreas que serão suprimidas. Já na fase de operação, o impacto mantém importância alta, porém sua magnitude é considerada média, visto que a área impactada pela implantação da barragem será mais restrita em comparação à fase anterior.

Trata-se ainda de um impacto cumulativo, pois se soma a processos pré-existentes na região associados à atividade minerária e à infraestrutura instalada. É, portanto, um impacto relevante, considerando os efeitos sinérgicos sobre a flora, fauna e o funcionamento dos ecossistemas locais.

Para mitigar a alteração da paisagem, estão previstos os seguintes planos e programas ambientais:

- Programa de Plantio Compensatório;
- Programa de Controle de Espécies Exóticas;
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas;
- Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais.

Tabela 30 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Alteração da paisagem.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão de vegetação nativa	Geração de áreas sem vegetação	Alteração da paisagem	Negativa	Local	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
			Negativa	Local	Operação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



1.4.3.6. Perda do banco de sementes

O impacto Perda do banco de sementes foi classificado como de natureza negativa, pois contribui para a redução e perda da diversidade genética das espécies vegetais presentes na área e ocorrerá nas fases de implantação e operação do empreendimento (Tabela 31).

O banco de sementes, a sua reserva ou os seus propágulos vegetativos viáveis presentes no solo são responsáveis e capazes de recompor a vegetação danificada ou alterada (THOMPSON et al., 1997), determinando a existência de futuros indivíduos (CROSSLÉ et al., 2002). Ele funciona como uma ponte entre a produção de sementes e a sua germinação, sendo um mecanismo para populações persistirem ao longo das estações, além de fornecer propágulos para o reestabelecimento após distúrbios.

A abrangência do impacto é pontual, pois está limitada à ADA, onde ocorrerá a supressão da vegetação e a movimentação de solo. A incidência é direta, dado que o impacto decorre imediatamente da remoção da camada orgânica do solo, que abriga o banco de sementes. A temporalidade é imediata, pois o impacto se materializa assim que o solo é revolvido ou removido. A ocorrência é certa, visto que essa atividade está prevista no escopo do empreendimento e é uma etapa necessária para a execução das obras.

A duração do impacto é classificada como permanente, uma vez que, uma vez perdido, o banco de sementes original não se regenera espontaneamente com as mesmas características genéticas e ecológicas. No entanto, o impacto é considerado reversível, desde que sejam adotadas medidas de mitigação como a remoção, armazenamento e reaplicação controlada do *topsoil*, preservando, na medida do possível, seu conteúdo biológico.

Apesar de ter sido classificado como de baixa magnitude, dado que ocorre em áreas delimitadas e pode ser parcialmente revertido, o impacto apresenta alta importância, considerando o papel ecológico crucial do banco de sementes para a resiliência dos ecossistemas e o sucesso das ações de restauração. Além disso, trata-se de um impacto cumulativo, pois potencializa os efeitos de outros impactos negativos, como a perda de indivíduos da flora, a fragmentação da paisagem e o aumento do efeito de borda.

Para a mitigação da perda do banco de sementes, serão adotadas as seguintes medidas, previstas nos programas ambientais do empreendimento:

- Plano de recuperação de áreas degradadas;
- Plano de Controle da Supressão Vegetal;
- Programa de Resgate de Germoplasma.

Tabela 31 Avaliação e classificação do impacto ambiental - Perda do banco de sementes.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão de vegetação nativa	Geração de áreas sem vegetação	Perda de banco de sementes	Negativa	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
			Negativa	Pontual	Operação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.3.7. Aumento da incidência de incêndios florestais

O Aumento da incidência de incêndios florestais é um impacto de natureza negativa e que poderá ocorrer principalmente nas fases de implantação e operação do empreendimento (Tabela 32).

A remoção de cobertura vegetal original para dar lugar a atividades agropecuárias, urbanização ou infraestruturas altera diretamente o microclima local, reduz a umidade do solo e da vegetação, além de expor a área à entrada de espécies invasoras e matéria orgânica seca, que são altamente inflamáveis (GOMES et al., 2024). Esse cenário cria condições favoráveis para a propagação de incêndios, agravando os riscos de incêndios florestais em áreas antes pouco vulneráveis a essas perturbações.

O impacto foi classificado como sendo de incidência indireta e abrangência local pois tem potencial para se propagar para além dos limites da ADA; de duração cíclica, já que sofre influência direta da sazonalidade, tendo maior probabilidade de ocorrer em estações secas, podendo ser reversível mediante implementação de programas de mitigação; temporalidade média e ocorrência provável, pois está associado a uma intricada sucessão de acontecimentos para sua ocorrência; de importância alta, já que ocorrendo leva a perda de biodiversidade. O impacto é cumulativo uma vez que somado a outros impactos tem ainda maior potencialidade de ocorrer; apresenta magnitude média e foi classificado como relevante.

Como forma de prevenção e mitigação deste impacto os seguintes programa e plano serão adotados:

- Programa de prevenção e combate a incêndios florestais,
- Plano de recuperação de áreas degradadas.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Tabela 32 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Aumento da incidência de incêndios florestais.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão de vegetação nativa	Geração de áreas sem vegetação	Aumento da incidência de Incêndios Florestais	Negativa	Local	Implantação	Indireta	Cíclica	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
			Negativa	Local	Operação	Indireta	Cíclica	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

1.4.3.8. Perda de habitat

Com a execução das atividades previstas para as fases de Implantação e Operação, ocorrerá perda de habitat terrestre, uma vez que as características necessárias para o estabelecimento de espécies vegetais, tais como condições edáficas, luminosidade e umidade serão alteradas, de modo que a permanência de espécies terrícolas pode ser comprometida. Além disso, com a supressão da vegetação ocorre a perda de forófitos afetando o habitat de espécies de hábito epífítico. A perda do habitat terrestre afeta toda a biota terrestre, incluindo a fauna, que depende diretamente dos recursos ofertados pela estrutura da vegetação.

O impacto de Perda de habitat foi classificado como sendo de natureza negativa e ocorrerá nas fases de implantação e operação do empreendimento (Tabela 33).

O impacto foi classificado como de abrangência pontual, pois está restrito à ADA, onde ocorrerão as intervenções físicas. Sua incidência é direta, uma vez que decorre imediatamente das atividades de supressão vegetal e da implantação das estruturas do projeto. A ocorrência é certa, considerando que essas intervenções fazem parte do escopo do empreendimento, e sua temporalidade é imediata, pois os efeitos se manifestam desde o início da remoção da vegetação.

A duração é classificada como permanente, uma vez que a estrutura original dos habitats suprimidos não será naturalmente restabelecida, especialmente onde houver compactação severa do solo, alteração do relevo ou impermeabilização. No entanto, trata-se de um impacto potencialmente reversível, desde que sejam adotadas medidas eficazes de mitigação, como a recomposição da cobertura vegetal, a criação de corredores ecológicos e a recuperação das condições ambientais originais.

A importância do impacto é considerada média, pois, embora haja perda de áreas de vegetação nativa, ela ocorre em fragmentos relativamente restritos e já parcialmente alterados. A magnitude é baixa, em função da extensão limitada da área afetada e da possibilidade de mitigação. Para a flora, esse impacto é classificado como irrelevante, dado que os efeitos diretos incidem mais fortemente sobre a fauna e os processos ecológicos relacionados à ocupação e uso do habitat, e menos sobre a diversidade florística em si. Ainda assim, trata-se de um impacto cumulativo, pois se soma a outras pressões ambientais já existentes na paisagem regional.

Como forma de mitigação da perda de habitat, estão previstos os seguintes programas ambientais:

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



- Programa de Resgate de Germoplasma;
- Plano de Controle da Supressão Vegetal;
- Programa de Plantio Compensatório;
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

Tabela 33 Avaliação e classificação do impacto ambiental - Perda de habitat.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão de vegetação nativa	Geração de áreas sem vegetação	Perda de habitat	Negativa	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Certa	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
			Negativa	Pontual	Operação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Certa	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante

1.4.3.9. Desregulação fisiológica de indivíduos florestais

O impacto de desregulação fisiológica de indivíduos florestais é classificado como sendo de natureza negativa e está previsto para ocorrer nas fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento (Tabela 34).

A geração e dispersão de material particulado ocorre, principalmente, em decorrência da movimentação de máquinas e veículos que irão transitar pela ADA em todas as etapas do empreendimento por estradas não pavimentadas, resultando na suspensão e dispersão de material particulado no ambiente. A deposição de poeira e material particulado sobre as folhas dos vegetais é um impacto negativo e está relacionado ao aspecto ambiental de geração de emissões atmosféricas e material particulado. A deposição de poeira nas folhas afeta as funções e metabolismo das plantas. O material depositado na superfície das folhas é responsável por bloquear a absorção de luz, gerar abrasão e aquecimento foliar, além de alterar o funcionamento de estômatos e a dinâmica nas trocas gasosas (FARMER, 1993; HIRANO et al., 1995; GRANTZ et al., 2003).

O impacto apresenta abrangência local, e sua incidência é indireta, pois os efeitos decorrem de forma secundária a partir de uma atividade primária – a movimentação de veículos e a exposição do solo. A temporalidade é de médio prazo, considerando que o acúmulo de material particulado e seus efeitos fisiológicos não são imediatos, mas resultam de uma exposição contínua. A ocorrência é provável, mesmo considerando as variações sazonais com ocorrência de chuvas e medidas mitigadoras da dispersão de particulados. Além disso pode ocorrer diferentes respostas a este impacto, variando conforme a espécie vegetal em análise.

Foi classificado como duração temporária e reversível, pois a descontinuidade das atividades emissoras

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



ou a aplicação de medidas de mitigação pode permitir a recuperação fisiológica dos indivíduos afetados. Além disso, o período chuvoso pode contribuir para a redução dos particulados depositados sobre a vegetação, eliminando ou atenuando as variações fisiológicas decorrentes da deposição de material particulado sobre a vegetação.

Apesar de ter sido classificado como irrelevante em termos de impactos diretos sobre a integridade da flora local, e de magnitude baixa, pois afeta aspectos fisiológicos das espécies e não aspectos estruturais da vegetação, apresenta importância média, dado o tempo e os efeitos cumulativos esperados da exposição ao longo das diferentes fases do empreendimento.

Como forma de acompanhamento e controle, está prevista a implementação do seguinte programa ambiental:

- Programa de Monitoramento de Bioindicadores;
- Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar.

Tabela 34 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Desregulação fisiológica de indivíduos florestais.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Trânsito de veículos e equipamentos	Geração de material particulado	Desregulação Fisiológica de Indivíduos Florestais	Negativa	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
			Negativa	Local	Operação	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
			Negativa	Local	Fechamento	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Média	Baixa	Cumulativo	Irrelevante

1.4.3.10. Aumento de áreas verdes

O impacto Aumento de áreas verdes foi classificado como de natureza positiva, estando previsto para ocorrer nas fases de implantação, operação e fechamento. Esse impacto está relacionado à recomposição das paisagens degradadas ou alteradas ao longo da vida útil do empreendimento, incluindo também áreas impactadas por empreendimento anteriores como a Mina de Igarapé Bahia (Tabela 35). Grande parte da área onde se concentram as estruturas do projeto apresenta vegetação altamente descaracterizada ou inexistente, devido a processos anteriores de ocupação e exploração mineral. Assim, o processo de recuperação ambiental planejado tem como objetivo reintegrar essas áreas ao contexto ecológico da paisagem local, promovendo a recomposição da cobertura vegetal nativa e contribuindo para a restauração dos processos ecológicos necessários ao reequilíbrio dos ecossistemas impactados.

A recuperação dessas áreas será conduzida em conformidade com a legislação ambiental vigente,

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



incorporando critérios ecológicos, técnicos e legais que favoreçam a regeneração da vegetação, a conectividade entre fragmentos remanescentes e a disponibilização de habitats e recursos para a fauna. Como resultado, espera-se o aumento da complexidade estrutural do ambiente restaurado, com efeitos positivos sobre a riqueza e diversidade de espécies, tanto vegetais quanto animais.

Esse impacto foi classificado como de abrangência local, uma vez que se manifestará principalmente na área atualmente degradada do empreendimento. Sua incidência é direta, pois resulta diretamente da execução de ações planejadas de recuperação ambiental. A temporalidade é de longo prazo, dado que os benefícios da revegetação ocorrem de forma gradual, à medida que a vegetação se estabelece e os processos ecológicos são restaurados. A ocorrência é certa, visto que a recuperação está prevista como uma etapa obrigatória do processo de fechamento, e a duração é permanente, considerando que, uma vez estabelecida, a vegetação poderá se manter de forma autossustentável, desde que haja controle adequado de fatores limitantes, como espécies invasoras e queimadas.

O impacto apresenta magnitude média, pois, embora não reverta integralmente os impactos causados pela operação do empreendimento, representa um ganho ambiental significativo na reabilitação da área. Sua importância é alta, tanto pelo valor ecológico da recomposição vegetal, quanto por seu papel no cumprimento de obrigações legais e no encerramento ambientalmente responsável das atividades minerárias. Trata-se, portanto, de um impacto positivo, relevante e necessário, com potencial para gerar benefícios duradouros para a biodiversidade e para o equilíbrio ecológico da região.

Para viabilizar e potencializar o aumento de áreas verdes, serão implementados os seguintes programas ambientais:

- Programa de Resgate de Germoplasma;
- Plano de Controle da Supressão Vegetal;
- Programa de Plantio Compensatório;
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

Tabela 35 Avaliação e classificação do impacto ambiental - Aumento de áreas verdes.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Recomposição vegetal	Geração de áreas reabilitadas	Aumento de áreas verdes	Positiva	Local	Implantação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Recomposição vegetal	Geração de áreas reabilitadas	Aumento de áreas verdes	Positiva	Local	Operação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Recomposição vegetal	Geração de áreas reabilitadas	Aumento de áreas verdes	Positiva	Local	Fechamento	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



1.4.4. Impactos Relacionados ao Meio Socioeconômico

Os impactos identificados com base no diagnóstico de meio socioeconômico referente ao Projeto Alemão foram identificados e consideraram sua fase de manifestação, a atividade específica relacionada e os aspectos socioambientais levantados ao longo deste processo. Esses impactos são apresentados na Tabela 36 a seguir e detalhados nos itens subsequentes nesta sessão:

Tabela 36 Atividades, aspectos e impactos para as fases do empreendimento

Atividade	Aspecto	Impacto
Planejamento		
Planejamento da obra e elaboração de estudos	Estudos e levantamentos de campo	Geração de expectativas e incertezas na população
Comunicação de nova atividade/empreendimento	Comunicação com as partes interessadas	Geração de expectativas e incertezas na população
	Geração de fluxo migratório	Geração de expectativas e incertezas na população
	Geração de fluxo migratório	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais
Reuniões com <i>stakeholders</i> locais (Audiência Pública)	Comunicação com as partes interessadas	Geração de expectativas e incertezas na população
Implantação		
Serviços Preliminares (implantação de canteiro, alojamentos e refeitório)	Geração de emprego	Alteração no fluxo migratório
		Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais
		Alteração no nível de emprego e renda
	Geração de fluxo migratório	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais
	Arrecadação de impostos	Alteração na arrecadação pública
Abastecimento de veículos e equipamentos, Fornecimento de energia	Geração por demanda de insumos, equipamentos e serviços	Alteração na dinâmica econômica
	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população
Instalação de edificações e estruturas de apoio ⁽ⁱ⁾	Geração de Ruído e Vibração	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço
	Maior exposição ao risco laboral	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço
	Emissão de efluentes líquidos	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais
Superação Vegetal	Redução de habitats de animais silvestres	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço
Funcionamento das frentes de serviço ⁽ⁱⁱ⁾	Circulação de trabalhadores	Interferências no cotidiano da população
	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população
	Maior exposição ao risco laboral	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço
	Demanda por serviços de infraestrutura pública	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais
Implantação da LT 230 kV	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população
	Circulação de trabalhadores	Interferências no cotidiano da população
	Demanda por serviços de infraestrutura pública	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais
Operação		
Operação de estruturas acessórias ⁽ⁱⁱⁱ⁾	Geração de emprego	Alteração no fluxo migratório
		Pressões na infraestrutura e na demanda por

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto
		serviços e equipamentos sociais
		Alteração no nível de emprego e renda
	Geração de fluxo migratório	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais
Operação de oficina de manutenção de veículos e equipamentos, posto de abastecimento de combustíveis e deslocamento de veículos e equipamentos	Geração por demanda de insumos, equipamentos e serviços	Alteração na dinâmica econômica
	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população
	Geração do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população
Operação e manutenção das minas e usina ^(iv)	Geração de Ruído e Vibração	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço
	Maior exposição ao risco laboral	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço
	Circulação de trabalhadores	Interferências no cotidiano da população
	Arrecadação de impostos	Alteração na arrecadação pública
Fechamento		
Comunicação de encerramento das atividades	Comunicação com as partes interessadas	Geração de expectativas e incertezas na população
Desmobilização das estruturas de apoio ^(v)	Geração de Ruído e Vibração	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço
	Maior exposição ao risco laboral	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço
	Geração de fluxo migratório	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais
	Geração por demanda de insumos, equipamentos e serviços	Alteração na dinâmica econômica
	Emissão de efluentes líquidos	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais
	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população
Demolições, terraplanagem, e desmontagem e abandono das galerias e infraestrutura	Geração de Ruído e Vibração	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço
	Maior exposição ao risco laboral	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço
	Circulação de trabalhadores	Interferências no cotidiano da população
	Demanda por serviços de infraestrutura pública	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais
Encerramento das atividades do site do projeto	Interrupção na aquisição de insumos, equipamentos e serviços	Alteração na dinâmica econômica
	Desmobilização de mão de obra	Alteração no nível de emprego e renda
	Geração por demanda por serviços de infraestrutura pública	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais
	Geração de tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população
	Interrupção da arrecadação de impostos	Alteração na arrecadação pública

(i) Destaca-se que as atividades de Instalação de edificações e estruturas de apoio compreendem: as atividades preliminares (reabilitação LT69 kV e implantação das áreas de apoio, canteiro de obras), os serviços construção barragem rejeitos (etapa 1), a implantação do sistema de ventilação subterrânea, a implantação do sistema de refrigeração, a instalação do sistema de drenagem, a implantação das estruturas de serviços essenciais (instalação de serviços médicos/ambulatoriais, alojamento, fornecimento de refeições), a instalação lavagem, manutenção industrial, mecânica e elétrica, a implantação de estação de tratamento de água (ETA), a Implantação de estação de tratamento de efluentes (ETE), a Implantação DIR e a abertura/revitalização (melhoria) de acessos. Tais atividades são descritas na Caracterização do Empreendimento, disposta no Volume I deste EIA.

(ii) As atividades referentes ao Funcionamento das Frentes de Serviço são: demolições, terraplanagem, desmonte a céu aberto, obras civis, montagem eletromecânica, comissionamento, fornecimento de água, lavagem, manutenção industrial, mecânica e elétrica e o deslocamento de veículos e equipamentos. Essas atividades são descritas na Caracterização do Empreendimento (apresentado no Volume I deste EIA)

(iii) A Operação de Estruturas Acessórias inclui as seguintes atividades: manutenção industrial e elétrica, manutenção de estradas e acessos, operação de ETE, fornecimento de água, operação do sistema de drenagem da mina subterrânea, manutenção e destinação de resíduos. Tais atividades foram caracterizadas no Volume I deste EIA.

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



(iv) Entendem-se as seguintes atividades como de operação e manutenção das minas e usina: operação da lavra subterrânea, beneficiamento mineral, movimentação e disposição de rejeitos, movimentação e disposição de estéril, e, finalmente, manutenção de equipamentos. Tais atividades são descritas no Volume I deste EIA, no item de Caracterização do Empreendimento.

(v) as atividades de desmobilização das estruturas de apoio são: a remoção e destinação de resíduos, a realização de obras civis para drenagem, a revegetação e recomposição da vegetação, o bombeamento e tratamento da água existente no lago do reservatório o deslocamento de veículos e equipamentos, a manutenção de estradas e acessos e a descaracterização de barragem. Tais ações são descritas no Volume I deste EIA.

1.4.4.1. Quadro Resumo dos Impactos – Meio Socioeconômico

O presente item sistematiza os resultados da análise integrada dos impactos identificados sobre o meio socioeconômico, considerando os critérios técnicos estabelecidos no Termo de Referência emitido pelo IBAMA e a matriz de atividades, aspectos e impactos construída com base nas fases e grupos operacionais do Projeto Alemão. A partir da avaliação de natureza, abrangência, incidência, duração, temporalidade, reversibilidade, ocorrência, importância, magnitude e cumulatividade, foi possível estabelecer uma classificação final de relevância para cada impacto, discriminada por fase de ocorrência.

A Tabela 37 a seguir, sintetiza os impactos relevantes em cada fase do empreendimento, distinguindo seus atributos. Essa consolidação representa um instrumento de referência para a formulação das medidas de controle, mitigação e potencialização propostas, bem como para a definição dos programas socioambientais vinculados ao licenciamento. Trata-se, portanto, de um elemento chave para a transparência técnica do processo avaliativo, evidenciando os nexos entre as atividades previstas, os processos sociais em curso e os compromissos do empreendedor diante das transformações territoriais associadas à implantação do projeto minerário.

LQ DA @ 25 26 92 01-22 GC PM



Tabela 37 Atividades, aspectos e impactos para as fases do empreendimento

Impacto	Aspectos - Fase de Planejamento			Aspectos - Fase de Implantação										Aspectos - Fase de Operação								Aspectos - Fase de Fechamento										Atividade	Programas Ambientais		
	Estudos e levantamentos de campo	Comunicação com as partes interessadas	Geração de fluxo migratório	Geração de efluentes líquidos	Geração de emprego	Geração de fluxo migratório	Circulação de trabalhadores	Redução de habitats de animais silvestres	Geração de Ruído e Vibração	Arrecadação de impostos	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Maior exposição ao risco laboral	Demanda por serviços de infraestrutura pública	Geração de desmobilização de mão de obra	Geração de emprego	Geração de fluxo migratório	Geração de ruído e vibração	Geração de tributos	Geração por demanda de insumos, equipamentos e serviços	Maior exposição ao risco laboral	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Circulação de trabalhadores	Desmobilização de mão de obra	Geração de efluentes líquidos	Comunicação com as partes interessadas	Geração de fluxo migratório	Geração de ruído e vibração	Maior exposição ao risco laboral	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Geração por demanda de insumos e serviços	Interrupção da arrecadação de impostos			Geração por demanda por serviços de infraestrutura pública	
Geração de expectativas e incertezas na população	M R																																Planejamento da obra	Programa de Educação Ambiental (PEA), Plano de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT), Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança	
		M R	M R																														Comunicação de nova atividade/empreendimento		
		M R																															Reuniões com stakeholders locais (Audiência Pública)		
																									M R										Comunicação de encerramento das atividades
Alteração no fluxo migratório					M R																													Serviços Preliminares (implantação de canteiro, alojamentos e refeitório)	Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança, Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT), Programa de Comunicação Social (PCS), Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE)
														M R																				Operação de estruturas acessórias	
Alteração no nível de emprego e renda					M R									M R																				Serviços Preliminares (implantação de canteiro, alojamentos e refeitório)	Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança, Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT), Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás, Programa de Comunicação Social (PCS),
														M R																				Operação de estruturas acessórias	

LD DA @ 28 08 02 07-20 GC PM



Impacto	Aspectos - Fase de Planejamento			Aspectos - Fase de Implantação									Aspectos - Fase de Operação							Aspectos - Fase de Fechamento										Atividade	Programas Ambientais			
	Estudos e levantamentos de campo	Comunicação com as partes interessadas	Geração de fluxo migratório	Geração de efluentes líquidos	Geração de emprego	Geração de fluxo migratório	Circulação de trabalhadores	Redução de habitats de animais silvestres	Geração de Ruído e Vibração	Arrecadação de impostos	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Maior exposição ao risco laboral	Demanda por serviços de infraestrutura pública	Geração de desmobilização de mão de obra	Geração de emprego	Geração de fluxo migratório	Geração de ruído e vibração	Geração de tributos	Geração por demanda de insumos, equipamentos e serviços	Maior exposição ao risco laboral	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Circulação de trabalhadores	Desmobilização de mão de obra	Geração de efluentes líquidos	Comunicação com as partes interessadas	Geração de fluxo migratório	Geração de ruído e vibração	Maior exposição ao risco laboral	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões			Geração por demanda de insumos e serviços	Interrupção da arrecadação de impostos	Geração por demanda por serviços de infraestrutura pública
																							M R										Encerramento das atividades do site do projeto	Programa de Educação Ambiental (PEA), Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE)
Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais			M R																													Comunicação de nova atividade/empreendimento	Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança, Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT), Programa de Comunicação Social (PCS), Programa de Educação Ambiental (PEA), Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE)	
					M R	M R																									Serviços Preliminares (implantação de canteiro, alojamentos e refeitório)			
				M R - I																											Instalação de edificações e estruturas de apoio			
												M R																			Funcionamento das frentes de serviços			
												M R																			Implantação da LT 230 kV			
														M R	M R																Operação de estruturas acessórias			
																													M R			Comunicação de encerramento das atividades		
																								M R		M R						Desmobilização das estruturas de apoio		
																														M R				Demolições, terraplanagem, desmontagem e abandono das galerias e infraestrutura
																																		Encerramento das atividades do site do projeto
Alteração na dinâmica econômica																			A R													Operação de oficina de manutenção de veículos e equipamentos, posto de abastecimento de combustíveis e deslocamento de veículos e equipamentos	Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança, Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT), Programa de	
																														M R			Desmobilização das estruturas de apoio	

LD DA @ 28 08 02 07 RD GC PM



Impacto	Aspectos - Fase de Planejamento			Aspectos - Fase de Implantação									Aspectos - Fase de Operação							Aspectos - Fase de Fechamento										Atividade	Programas Ambientais			
	Estudos e levantamentos de campo	Comunicação com as partes interessadas	Geração de fluxo migratório	Geração de efluentes líquidos	Geração de emprego	Geração de fluxo migratório	Circulação de trabalhadores	Redução de habitats de animais silvestres	Geração de Ruído e Vibração	Arrecadação de impostos	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Maior exposição ao risco laboral	Demanda por serviços de infraestrutura pública	Geração de desmobilização de mão de obra	Geração de emprego	Geração de fluxo migratório	Geração de ruído e vibração	Geração de tributos	Geração por demanda de insumos, equipamentos e serviços	Maior exposição ao risco laboral	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Circulação de trabalhadores	Desmobilização de mão de obra	Geração de efluentes líquidos	Comunicação com as partes interessadas	Geração de fluxo migratório	Geração de ruído e vibração	Maior exposição ao risco laboral	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões			Geração por demanda de insumos e serviços	Interrupção da arrecadação de impostos	Geração por demanda por serviços de infraestrutura pública
																							A R										Encerramento das atividades do site do projeto	Comunicação Social (PCS), Programa de Educação Ambiental (PEA), Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE)
Interferências no cotidiano da população										M R											M R											Abastecimento de veículos e equipamentos, Fornecimento de energia	Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança, Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT), Programa de Comunicação Social (PCS), Programa de Educação Ambiental (PEA), Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE)	
																						M R										Demolições, terraplanagem, desmontagem e abandono das galerias e infraestrutura		
																						M R										Operação de oficina de manutenção de veículos e equipamentos, posto de abastecimento de combustíveis e deslocamento de veículos e equipamentos		
							M R				M R																					Funcionamento das frentes de serviços		
						M R					M R																					Implantação da LT 230 kV		
															M R																	Operação e manutenção das minas e usina		
																													B I			Comunicação de encerramento das atividades		
																													M R					Desmobilização das estruturas de apoio
																															B I			Encerramento das atividades do site do projeto
Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de								A R																								Supressão vegetal	Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança,	

LD DA @ 28 08 02 07-20 GC PM



Impacto	Aspectos - Fase de Planejamento			Aspectos - Fase de Implantação									Aspectos - Fase de Operação								Aspectos - Fase de Fechamento										Atividade	Programas Ambientais			
	Estudos e levantamentos de campo	Comunicação com as partes interessadas	Geração de fluxo migratório	Geração de efluentes líquidos	Geração de emprego	Geração de fluxo migratório	Circulação de trabalhadores	Redução de habitats de animais silvestres	Geração de Ruído e Vibração	Arrecadação de impostos	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Maior exposição ao risco laboral	Demanda por serviços de infraestrutura pública	Geração de desmobilização de mão de obra	Geração de emprego	Geração de fluxo migratório	Geração de ruído e vibração	Geração de tributos	Geração por demanda de insumos, equipamentos e serviços	Maior exposição ao risco laboral	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Circulação de trabalhadores	Desmobilização de mão de obra	Geração de efluentes líquidos	Comunicação com as partes interessadas	Geração de fluxo migratório	Geração de ruído e vibração	Maior exposição ao risco laboral	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Geração por demanda de insumos e serviços			Interrupção da arrecadação de impostos	Geração por demanda por serviços de infraestrutura pública	
serviço									A R - MR			A R																						Instalação de edificações e estruturas de apoio	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT), Programa de Comunicação Social (PCS), Programa de Educação Ambiental (PEA), Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE)
									A R			A R																					Funcionamento das frentes de serviços		
																	A MR - R		A R														Operação e manutenção das minas e usina		
																												A R	A R				Desmobilização das estruturas de apoio		
																													A R	A R				Demolições, terraplanagem, desmontagem e abandono das galerias e infraestrutura	
Alteração na arrecadação pública										M R																								Serviços Preliminares (implantação de canteiro, alojamentos e refeitório)	Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança, Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT), Programa de Educação Ambiental (PEA), Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE)
																		M - A R															Operação e manutenção das minas e usina		
																																A R	Encerramento das atividades do site do projeto		
Legenda:																																			
			Negativo						Positivo			Natureza			Magnitude			Relevância																	
												A: Alta			M: Média			B: Baixa			R: Relevante			I: Irrelevante			MR: Muito Relevante								

(i) Destaca-se que as atividades de Instalação de edificações e estruturas de apoio compreendem: as atividades preliminares (reabilitação LT69 kV e implantação das áreas de apoio, canteiro de obras), os serviços construção barragem rejeitos (etapa 1), a implantação do sistema de ventilação subterrânea, a implantação do sistema de refrigeração, a instalação do sistema de drenagem, a implantação das estruturas de serviços essenciais (instalação de serviços médicos/ambulatoriais, alojamento, fornecimento de refeições), a instalação lavagem, manutenção industrial, mecânica e elétrica, a implantação de estação de tratamento de água (ETA), a Implantação de estação de tratamento de efluentes (ETE), a Implantação DIR e a abertura/revitalização (melhoria) de acessos. Tais atividades são descritas na Caracterização do Empreendimento, disposta no Volume I deste EIA. (ii) As atividades referentes ao Funcionamento das Frentes de Serviço são: demolições, terraplanagem, desmonte a céu aberto, obras civis, montagem eletromecânica, comissionamento, fornecimento de água, lavagem, manutenção industrial, mecânica e elétrica e o deslocamento de veículos e equipamentos. Essas atividades são descritas na Caracterização do Empreendimento (apresentado no Volume I deste EIA)

(iii) A Operação de Estruturas Acessórias inclui as seguintes atividades: manutenção industrial e elétrica, manutenção de estradas e acessos, operação de ETE, fornecimento de água, operação do sistema de drenagem da mina subterrânea, manutenção e destinação de resíduos. Tais atividades foram caracterizadas no Volume I deste EIA.

(iv) Entendem-se as seguintes atividades como de operação e manutenção das minas e usina: operação da lavra subterrânea, beneficiamento mineral, movimentação e disposição de rejeitos, movimentação e disposição de estéril, e, finalmente, manutenção de equipamentos. Tais atividades são descritas no Volume I deste EIA, no item de Caracterização do Empreendimento.

(v) as atividades de desmobilização das estruturas de apoio são: a remoção e destinação de resíduos, a realização de obras civis para drenagem, a revegetação e recomposição da vegetação, o bombeamento e tratamento da água existente no lago do reservatório o deslocamento de veículos e equipamentos, a manutenção de estradas e acessos e a descaracterização de barragem. Tais ações são descritas no Volume I deste EIA.

LD DA @ 28 08 02 Of RD GC PM



1.4.4.2. Geração de expectativas e incertezas na população

A geração de expectativas e incertezas na população é um impacto com manifestações distintas nas fases de **planejamento** e **Desativação do Projeto Alemão**. Tal impacto decorre, fundamentalmente, da forma como a população local – especialmente os moradores do município de Parauapebas – compreende, interpreta e projeta os efeitos sociais, econômicos e territoriais da implantação de um novo empreendimento mineral de grande porte em seu território. As manifestações desse impacto estão condicionadas à circulação de informações formais e informais, à estrutura e qualidade dos canais de comunicação entre a empresa e a sociedade, e à memória local sobre empreendimentos similares.

O diagnóstico de meio socioeconômico confirma que a divulgação institucional do Projeto Alemão, cuja estimativa de geração de empregos prevê a criação de aproximadamente 3.000 postos de trabalho no pico da implantação, pode gerar expectativas, principalmente acerca de oportunidades de inserção produtiva, não apenas entre residentes de Parauapebas, mas também entre potenciais migrantes oriundos de outras regiões do Pará e de estados vizinhos. De modo consistente com fenômenos observados em ciclos anteriores de expansão minerária na região de Carajás, há indícios de formação de um fluxo migratório espontâneo, constituído por pessoas ou famílias que se deslocam para o município na esperança de obter emprego direto ou indireto em novos projetos – mesmo na ausência de garantias efetivas de contratação.

Esse movimento de atração populacional projeta efeitos indiretos relevantes sobre a organização urbana e social da AEL. Na zona de expansão urbana de Parauapebas – como Palmares II e no trecho rural do Jardim Tropical – o diagnóstico de meio socioeconômico obteve relatos de preocupação com o crescimento desordenado da ocupação residencial e a elevação de preços no mercado de aluguel, especialmente em regiões com menor cobertura de equipamentos públicos. Ainda que o projeto não seja o único vetor de expansão urbana, sua associação com promessas de geração de renda reforça um ciclo especulativo sobre o valor do solo e sobre a ocupação informal de áreas de entorno da Floresta Nacional de Carajás.

A análise das percepções coletadas em campo também demonstra que, paralelamente às expectativas de benefícios socioeconômicos, emerge a sensação de insegurança e incerteza em comunidades locais, notadamente em função da sobrecarga dos serviços públicos já existentes. O diagnóstico de meio socioeconômico destaca que a população de localidades periféricas manifesta preocupações sobre a capacidade do sistema público de saúde, educação e transporte absorver a possível chegada de novos moradores, incluindo trabalhadores migrantes que venham acompanhados por suas famílias. Há também receios relacionados à intensificação da circulação de veículos pesados na estrada Paulo Fonteles e ao aumento da pressão sobre os recursos naturais, especialmente a vegetação nas bordas da cidade e na APA do Igarapé Gelado.

Outro elemento relevante que amplia o impacto de geração de expectativas e incertezas é a baixa capilaridade das ações institucionais de informação junto à população. Ainda que existam ações de comunicação e escuta institucional implementadas pelo empreendedor, o diagnóstico de 2025 identifica lacunas no alcance dessas ações, tendo em vista que parcelas da população permanecem alheias às etapas

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



do processo de licenciamento, sem informações suficientes sobre os prazos, riscos e benefícios potenciais do projeto. Isso contribui para a disseminação de narrativas alternativas e especulativas, muitas vezes veiculadas por terceiros sem vínculo oficial com o empreendedor, o que potencializa a formação de expectativas irreais e desconfiança institucional.

Entre as manifestações negativas mais citadas pelas lideranças comunitárias e instituições locais, destacam-se o medo de não serem priorizados nos processos seletivos para contratação, a possível saturação dos equipamentos públicos e o aumento do custo de vida em Parauapebas. Já entre os elementos positivos associados ao projeto, são recorrentes as menções ao fortalecimento do comércio local, à geração de postos de trabalho para jovens, e ao possível aumento da arrecadação tributária – especialmente via CFEM – como fator indutor de investimentos em infraestrutura e melhoria da qualidade de vida. Essas percepções ambivalentes reforçam o caráter dual e cumulativo do impacto: trata-se de um fenômeno que se desenvolve de forma contínua ao longo das fases do empreendimento, retroalimentado por eventos concretos e pela forma como estes são comunicados e compreendidos.

Na fase de planejamento, o impacto se expressa sobretudo na comunicação inicial do projeto, por meio de estudos de campo, audiências públicas e encontros institucionais. A ausência de detalhes sobre o cronograma de implantação, critérios de contratação e escopo dos benefícios sociais reforça o cenário de incerteza entre diferentes grupos da sociedade. A percepção predominante é de expectativa positiva – ainda difusa – sobre a criação de empregos e a dinamização econômica, contraposto à apreensão sobre os efeitos colaterais do crescimento urbano acelerado e da eventual sobrecarga dos serviços públicos.

O diagnóstico de meio socioeconômico aponta que as expectativas da população sobre contratação de mão de obra local não se sustentam, necessariamente, com base em informações oficiais, mas sim em narrativas comunitárias e projeções pessoais, construídas a partir de experiências anteriores com grandes empreendimentos. Além das questões voltadas para a insegurança dos moradores sobre a prioridade de vagas de emprego para residentes de Parauapebas, os entrevistados também informaram que a incerteza sobre o nível de qualificação exigido para ocupar as vagas também aumenta as incertezas sobre os benefícios trazidos pelo Projeto. A escassez de informações nesse sentido é fator central de incerteza, inclusive para jovens em busca do primeiro emprego e para grupos historicamente vulneráveis, como mulheres chefes de família e pessoas com baixa escolaridade formal.

Adicionalmente, a sensação de insegurança urbana foi destacada nas entrevistas realizadas com moradores da AEL, particularmente em localidades próximas à zona de expansão do município. Essa percepção se associa ao aumento da população flutuante, de alteração no perfil socioeconômico dos novos moradores e de risco de ampliação de conflitos sociais cotidianos, especialmente em áreas já marcadas por disputas por terra ou infraestrutura precária. O diagnóstico não identificou aumento objetivo dos índices de criminalidade relacionado diretamente a projetos de mineração, mas sinalizou que o temor subjetivo de perda de controle sobre o território urbano é um vetor importante de desconfiança quanto à chegada do empreendimento.

O fechamento do empreendimento representa outro ponto crítico na curva de expectativas, pois envolve o encerramento de fluxos econômicos e laborais que, uma vez internalizados no cotidiano do município, tornam-se referências para o planejamento de vida de muitas famílias. O diagnóstico indica que, na

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



ausência de um plano de transição territorial e de comunicação antecipada, o encerramento das atividades tende a gerar percepção de abandono, especialmente entre trabalhadores com vínculos temporários e entre pequenos prestadores de serviço dependentes da cadeia minerária. A incerteza quanto à continuidade das obras públicas iniciadas com recursos da mineração, aliada à perspectiva de retração da economia local, intensifica a percepção de vulnerabilidade econômica e social.

Além disso, a dimensão territorial indígena adiciona um nível particular de complexidade a este impacto. O diagnóstico aponta a sensibilidade da relação entre o Projeto Alemão e o território da Terra Indígena (TI) Xikrin do Cateté, com ênfase nos riscos potenciais à integridade do Acampamento Caldeirão. Ainda que o empreendimento não interfira diretamente na terra indígena e que a distância do projeto em relação ao território desobrigue o empreendedor de articulação com a FUNAI no âmbito do EIA ou elaboração de estudo específico, os cenários de risco associados a uma ruptura hipotética da barragem de rejeitos indicam efeitos significativos sobre o curso do rio Itacaiúnas, com repercussões sobre a sensação de segurança ambiental e cultural do povo Xikrin. A ausência de informações detalhadas sobre os planos de emergência e a possibilidade de interrupção temporária ou definitiva do uso do acampamento intensificam a apreensão das lideranças indígenas quanto aos efeitos do projeto.

Por fim, a percepção de incerteza das comunidades indígenas pode ultrapassar o âmbito físico e ambiental, afetando diretamente sua percepção de segurança cultural e a confiança na relação com o empreendedor. O risco simbólico de perda de espaços tradicionais de uso, combinado com o histórico de tensões no processo de consulta e compensação, amplifica o impacto. Cumpre ressaltar que além das incertezas relacionadas aos usos simbólicos, há, ainda, a expectativa relacionada à concretização do Acordo Global.

Conforme se pode observar na Tabela 38, o impacto de **geração de expectativas e incertezas na população** foi identificado tanto na fase de **planejamento** quanto na de **fechamento**, sendo classificado como **relevante** em ambas. A seguir, apresenta-se a análise de seus atributos.

Durante a fase de planejamento, o impacto manifesta-se por meio de diferentes atividades, como a elaboração de estudos, a comunicação do empreendimento e a realização de reuniões com stakeholders locais. Nessa fase, sua natureza é **dual**, isto é, apresenta tanto componentes positivos quanto negativos. A **abrangência é local**, o que significa que os efeitos extrapolam os limites da Área Diretamente Afetada (ADA), mas ainda permanecem perceptíveis no território de Parauapebas. Em termos de **incidência**, predominam os impactos **diretos** relacionados às comunicações formais e audiências públicas, bem como **indiretos** nos estudos e mobilizações técnicas. Trata-se de um impacto **temporário**, cuja **temporalidade** varia entre imediata e de médio prazo, indicando que seus efeitos se iniciam logo após as atividades geradoras e se mantêm por um período limitado, ainda que significativo.

O impacto é considerado **reversível**, o que significa que a adoção de medidas de comunicação e transparência pode reduzir as incertezas e restaurar o equilíbrio informacional. Sua **ocorrência** é avaliada como **certa**, ou seja, trata-se de um impacto inevitável diante das ações típicas da fase de planejamento. Tanto a **importância** quanto a **magnitude** são classificadas como **médias**, o que reforça que, embora relevante, o impacto não compromete de forma estrutural as condições sociais da população, mas pode gerar instabilidade e ansiedade caso não seja adequadamente gerido. Por fim, trata-

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



se de um impacto **cumulativo**, o que reflete a possibilidade de sobreposição com outros processos informacionais, institucionais e históricos vivenciados pelas comunidades locais acerca do Projeto Alemão.

Na fase de fechamento, o impacto reaparece, também com natureza dual, associado às atividades de **comunicação de encerramento**. Ainda que compartilhe os mesmos atributos verificados na fase de planejamento, sua **expressividade é inferior**, dado que, nesse estágio, boa parte das incertezas já terá sido convertida em experiências concretas. O encerramento do empreendimento, embora sensível, tende a ser mais previsível, especialmente quando bem comunicado.

Em todas as fases, o impacto também alcança os povos indígenas Xikrin, especialmente no que diz respeito às incertezas relacionadas ao Acampamento Caldeirão e aos possíveis efeitos de uma ruptura hipotética da barragem sobre o Rio Itacaiúnas. Nesse caso, as incertezas não se restringem ao risco físico ou ambiental, mas incidem sobre os modos de vida e a segurança cultural dos povos indígenas, exigindo estratégias específicas de comunicação em linguagem acessível ao público-alvo.

Tabela 38 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental Geração de Expectativa e Incertezas na População

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Planejamento da obra e elaboração de estudos	Estudos e levantamentos de campo	Geração de expectativas e incertezas na população	Positiva	Local	Planejamento	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Planejamento da obra e elaboração de estudos	Estudos e levantamentos de campo	Geração de expectativas e incertezas na população	Negativa	Local	Planejamento	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Comunicação de nova atividade/empreendimento	Comunicação com as partes interessadas	Geração de expectativas e incertezas na população	Positiva	Local	Planejamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Comunicação de nova atividade/empreendimento	Geração de Fluxo Migratório	Geração de expectativas e incertezas na população	Negativa	Local	Planejamento	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Comunicação de nova atividade/empreendimento	Comunicação com as partes interessadas	Geração de expectativas e incertezas na população	Negativa	Local	Planejamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Reuniões com stakeholders locais (Audiência Pública)	Comunicação com as partes interessadas	Geração de expectativas e incertezas na população	Positiva	Local	Planejamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante

10 DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Reuniões com <i>stakeholders</i> locais (Audiência Pública)	Comunicação com as partes interessadas	Geração de expectativas e incertezas na população	Negativa	Local	Planejamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Comunicação de encerramento das atividades	Comunicação com as partes interessadas	Geração de expectativas e incertezas na população	Positiva	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Comunicação de encerramento das atividades	Comunicação com as partes interessadas	Geração de expectativas e incertezas na população	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante

Fonte: AIA WEB – Clam (2025).

Dada a tipologia e estrutura deste impacto, indicam-se medidas que, uma vez implantadas e operacionalizadas de modo adequado, mitigam as características negativas e potencializam as positivas deste impacto de geração de expectativas e incertezas na população. Como segue:

- **Programa de Comunicação Social (PCS):** a implantação de um PCS robusto, com intuito de evitar e/ou minimizar o impacto de geração de expectativas e incertezas na população, cujas atividades prevejam a comunicação e relacionamento oficial do empreendedor com seus públicos interessados, preocupando-se em repassar informações de modo transparente e acessível ao longo de todas as fases do projeto. Esta ação é relevante para alinhar as expectativas da população com a realidade do empreendimento, além de promover ações de relacionamento e engajamento continuado dos *stakeholders*.

No escopo de atividades do PCS, é importante conter estratégias de transparência do empreendimento com seus interessados. Assim é importante que haja meios de divulgação de relatórios periódicos sobre os impactos e benefícios do projeto, reforçando o compromisso com a sustentabilidade e a responsabilidade social da Vale Metais Básicos. Ainda, cumpre destacar a necessidade de implementação de ações específicas direcionadas aos povos indígenas, seguindo especificamente os planos ambientais voltados para a Floresta Nacional de Carajás.

- **Programa de Educação Ambiental (PEA):** é relevante promover ações educativas para possibilitar que os envolvidos e os interessados no Projeto Alemão se tornem protagonistas no processo de construção e desenvolvimento de defesa de boas práticas socioambientais ao longo do município de Parauapebas. Essas medidas de educação ambiental devem considerar a realização de um Diagnóstico Socioambiental Participativo sobre os impactos positivos e negativos do empreendimento, ajudando a preparar a população para as mudanças nas dinâmicas locais.

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



- **Plano de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT):** tanto para as fases de implantação e operação, quanto para a fase de fechamento do empreendimento, é importante haver estratégias de transição econômica e social, alinhadas às necessidades das comunidades – que é atividade própria do poder público e de membros da sociedade civil. Tais ações buscam minimizar as incertezas da população quanto à capacidade da infraestrutura local, bem como incentivar a dinamização da economia por meio de ações que permitam a fornecedores locais atenderem à demanda por insumos para as atividades de mineração no município. Ainda, o programa contribuirá para minimizar expectativas quanto à gestão do território no cenário de migração populacional, auxiliando na compreensão dos desafios da ocupação do solo urbano.
- **Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança:** é relevante no sentido de se levantar, mobilizar e capacitar a mão de obra local com intuito de reduzir às expectativas de elevação nos fluxos migratórios para a AEL do projeto. Além disso, este programa também deve considerar ações referentes à sinalização da estrada Paulo Fonteles e da estrada da Apinha, além de dar atenção às questões de segurança e alerta envolvendo as estruturas do projeto – conferindo, nesse sentido, mitigação das incertezas quanto às questões de segurança do empreendimento, em especial, acerca da barragem de mineração.

1.4.4.3. Alteração no fluxo migratório

A alteração no fluxo migratório é um impacto relevante, característico das fases de **implantação e operação** do Projeto Alemão, e está vinculado à movimentação populacional desencadeada pela expectativa de geração de oportunidades de trabalho e dinamização econômica. O diagnóstico de meio socioeconômico mostra que Parauapebas, município da AEL do projeto, desempenha papel de polo de atração populacional, em especial durante ciclos de expansão minerária, com efeitos diretos sobre a configuração territorial, os padrões de ocupação urbana e a estrutura da demanda por serviços públicos.

Segundo os dados apresentados no diagnóstico, cerca de 65,0% da população residente de Parauapebas não é natural do Pará, o que indica a persistência de fluxos migratórios oriundos, sobretudo, de estados vizinhos como Maranhão, Tocantins e Piauí. Entre 2010 e 2022, a taxa de crescimento populacional média do município foi de 4,7% ao ano – índice bastante superior à média nacional – refletindo a elevada atratividade local para famílias em busca de emprego, renda e melhores condições de vida. Essa tendência é reforçada pela própria história de crescimento da cidade, marcada pela exploração mineral e pela instalação de grandes empreendimentos.

Para o Projeto Alemão, estima-se que o pico de contratação durante a fase de implantação alcance aproximadamente 3.000 trabalhadores, incluindo profissionais diretos e terceirizados. Parte dessa força de trabalho pode se compor por migrantes, ainda que o empreendedor mantenha a diretriz de priorizar a contratação de mão de obra local. O histórico regional, contudo, aponta que a simples divulgação de um empreendimento de grande porte e a publicização da estimativa de vagas são suficientes para impulsionar o deslocamento espontâneo de indivíduos e famílias para a cidade, mesmo na ausência de garantias formais de contratação. Esse fenômeno gera impactos indiretos sobre a ocupação do solo, sobre o mercado de habitação e sobre a demanda por equipamentos públicos.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Nas localidades urbanas situadas no entorno da estrada Paulo Fonteles – eixo logístico do projeto – e em localidades como Palmares Sul, os loteamentos Pôr-do-Sol, São Luiz, Kwany, Parque das Cachoeiras I e II, Santa Cruz e Gavião Real, o diagnóstico registrou preocupações recorrentes com o aumento desordenado da população. Há registros de ocupações irregulares, intensificação de construções informais e disputas por acesso à infraestrutura básica, como abastecimento de água, energia elétrica e transporte. A ausência de um ordenamento fundiário robusto e a morosidade na atualização do Plano Diretor de Parauapebas reforçam a vulnerabilidade estrutural desses territórios diante da chegada de novos moradores, sobretudo aqueles sem vínculos formais ou de baixa renda.

Além da pressão sobre o tecido urbano, a alteração no fluxo migratório potencializa o surgimento de tensões sociais. Os relatos coletados junto a lideranças comunitárias e instituições locais indicam preocupação com o aumento da concorrência por vagas de emprego, sobretudo em setores com alta rotatividade, como comércio e serviços gerais. Há também receio de elevação no custo de vida e de maior pressão sobre as políticas públicas de assistência social e segurança. O diagnóstico destaca que essas percepções são mais intensas em áreas periféricas, onde a cobertura de serviços públicos já é insuficiente, e onde predominam grupos sociais em situação de vulnerabilidade.

Durante a fase de operação, a tendência é que parte dos trabalhadores fixem residência no município, o que transforma o fluxo migratório temporário em um processo de sedentarização. A estabilidade ocupacional esperada para essa fase pode mitigar parcialmente os efeitos de sobrecarga nos serviços públicos, mas mantém o desafio de integração social e urbanística de novos moradores. A ausência de políticas intersetoriais para acolhimento de migrantes, regulação fundiária e monitoramento da expansão urbana pode comprometer a capacidade do município de responder adequadamente às demandas geradas por esse novo contingente populacional.

Na Tabela 39, observa-se que a alteração no fluxo migratório ocorre durante as fases de implantação e operação do Projeto Alemão. Analisando-se seus atributos, percebe-se que, ao longo da **fase de implantação**, o impacto decorre dos **serviços preliminares**, especialmente da implantação de canteiros de obras, alojamentos e refeitórios. O impacto tem **incidência direta e indireta**, com **duração temporária e temporalidade imediata**, ou seja, os efeitos se manifestam assim que se iniciam as frentes de trabalho. A **abrangência local** indica que o impacto ultrapassa a ADA, mas se mantém concentrado em áreas de entorno imediato – com destaque para bairros de expansão urbana e núcleos periféricos de Parauapebas, embora possa se espalhar por toda a extensão do município. A classificação de **importância alta** sugere que, mesmo sendo reversível, o impacto é socialmente sensível, em virtude da intensificação da chegada de novos moradores em busca de oportunidades de trabalho, ainda que sem garantia de absorção formal. O caráter **cumulativo** reforça a possibilidade de sobreposição com dinâmicas migratórias preexistentes, gerando pressões adicionais sobre a infraestrutura urbana e os serviços públicos. A **fase de implantação** é a etapa em que o impacto apresenta **maior expressividade**, devido à combinação entre início efetivo das obras, visibilidade social das oportunidades e instalação física de estruturas temporárias para trabalhadores. Nesse momento, a presença de trabalhadores externos, aliada às expectativas de geração de emprego local, intensifica a movimentação populacional, especialmente nas zonas urbanas em expansão de Parauapebas.

Na **fase de operação**, o impacto volta a ser registrado em função do **funcionamento das estruturas**

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



acessórias e da manutenção de postos de trabalho. Também aqui aparecem registros com **incidência direta e indireta**, mantendo todos os demais atributos idênticos à fase anterior. A **continuidade da atratividade migratória**, associada à imagem de estabilidade econômica e geração de renda durante a operação do empreendimento, tende a reforçar os fluxos espontâneos de pessoas e famílias para o município. Embora a classificação do impacto mantenha os mesmos atributos e grau de relevância, em relação ao que foi apresentado na fase anterior, ao longo da operação este impacto apresenta uma **expressividade ligeiramente inferior**, por refletir uma fase de estabilização das atividades, com menor entrada de novos trabalhadores e possível concentração de vagas na mão de obra local já instalada.

Tabela 39 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental Alteração no Fluxo Migratório

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Serviços Preliminares (implantação de canteiro, alojamentos e refeitório)	Geração de emprego	Alteração no fluxo migratório	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Serviços Preliminares (implantação de canteiro, alojamentos e refeitório)	Geração de emprego	Alteração no fluxo migratório	Negativa	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Operação de estruturas acessórias	Geração de emprego	Alteração no fluxo migratório	Negativa	Local	Operação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Operação de estruturas acessórias	Geração de emprego	Alteração no fluxo migratório	Negativa	Local	Operação	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

Fonte: AIA WEB – Clam (2025).

Dada a tipologia deste impacto, que decorre da atração de novos moradores para Parauapebas em razão das oportunidades de trabalho, da percepção de melhoria de vida e da maior circulação de informações sobre o Projeto Alemão, são indicadas medidas voltadas à sua mitigação e ao fortalecimento das respostas institucionais a esse processo.

- **Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança:** este programa é essencial para minimizar o impacto de alteração no fluxo migratório e estruturar o processo de recrutamento, priorizando a contratação de trabalhadores locais e promovendo ações de capacitação que atendam à demanda específica do empreendimento. A priorização da mão de obra local contribui para minimizar o fluxo migratório espontâneo e a formação de bolsões populacionais desestruturados nas periferias urbanas. A gestão da mão de obra deve

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



contemplar critérios claros de contratação, mecanismos de comunicação com a comunidade local e ações de valorização profissional.

- **Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT):** voltado ao fortalecimento da capacidade de resposta do território, o PADT deve se articular com as prefeituras e demais instâncias do poder público municipal e estadual, apoiando ações de planejamento urbano, ordenamento territorial e fortalecimento institucional e, por conseguinte, minimizando o impacto de alteração no fluxo migratório. A atuação em parceria com a prefeitura de Parauapebas pode favorecer a atualização do Plano Diretor, a ampliação do sistema de regulação fundiária e o suporte à habitação popular, contribuindo para absorver com maior eficiência o eventual crescimento populacional.
- **Programa de Comunicação Social (PCS):** a disponibilização de informações claras e acessíveis à população sobre o processo de contratação, os requisitos de perfil profissional e o cronograma do projeto é essencial para alinhar as expectativas da população e evitar movimentos migratórios baseados em informações distorcidas. A atuação do PCS deve prever campanhas informativas sobre os limites do projeto, as vagas disponíveis e o canal de comunicação oficial com a Vale Metais Básicos.
- **Programa de Educação Ambiental (PEA):** por meio da realização de ações formativas, rodas de conversa e atividades de sensibilização, o PEA pode contribuir para construção de uma consciência crítica sobre os efeitos da migração desordenada, os desafios de ocupação do solo urbano e a necessidade de fortalecimento da convivência comunitária e do respeito à diversidade sociocultural. A abordagem territorial do PEA permite que os temas ligados ao uso do espaço urbano e à sustentabilidade ambiental também perpassam as estratégias de integração de novos moradores.
- **Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE):** é recomendável que o PMISE incorpore, em seu escopo, indicadores de pressão demográfica, dinâmica fundiária e mobilidade populacional, de modo a permitir o acompanhamento sistemático do fluxo migratório e a geração de evidências que subsidiem a formulação de políticas públicas. O monitoramento contínuo desses indicadores, associado a análises espaciais, pode auxiliar à prevenção e minimização do impacto de alteração no fluxo migratório e, portanto, apoiar à tomada de decisão por parte da gestão pública.

1.4.4.4. Alteração no nível de emprego e renda

A alteração no nível de emprego e renda é um impacto estrutural para o município de Parauapebas, com expressiva relevância nas fases de **implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão**. Esse impacto está relacionado à geração de empregos diretos e indiretos, ao aumento da massa salarial circulante e à dinamização de cadeias econômicas locais. Por outro lado, também compreende efeitos potencialmente adversos, como a intensificação da dependência econômica da atividade mineral, a elevação das desigualdades de inserção ocupacional e a fragilidade de estratégias de diversificação produtiva em contextos de retração.

12 DA @ 20 28 52 04-20 GC PM



O diagnóstico socioeconômico destaca que Parauapebas apresenta um perfil ancorado na mineração, o que contribui para o setor industrial representar 76,5% do VAB municipal em 2021. Essa concentração econômica se reflete na estrutura do mercado de trabalho formal: dos 4.671 vínculos diretamente ligados à mineração em 2022, parcela expressiva corresponde a atividades operacionais, técnicas e de apoio logístico associadas aos grandes empreendimentos da região. A análise histórica aponta que o município tem alternado fases de crescimento acelerado com períodos de estagnação, sempre em resposta à flutuação dos investimentos em mineração e aos ciclos do mercado internacional de *commodities* metálicas.

Durante a fase de implantação do Projeto Alemão, projeta-se a contratação de aproximadamente 3.000 trabalhadores no pico das atividades, previsto para 2028. Esse contingente atuará nas frentes de serviço de construção da mina, da usina e das estruturas acessórias, bem como nas obras associadas à linha de transmissão. A mobilização dessa força de trabalho tende a provocar uma elevação pontual nos indicadores de emprego formal, com efeitos multiplicadores sobre as atividades de comércio, serviços privados, em especial a alimentação. Pequenos negócios situados em localidades periféricas e zonas de expansão urbana – como Palmares II e Jardim Tropical – poderão experimentar aquecimento temporário da demanda, ainda que enfrentem desafios estruturais para absorver e sustentar esse crescimento.

Contudo, o diagnóstico demonstra que a inserção local no mercado de trabalho não ocorre de maneira homogênea. A taxa de informalidade em Parauapebas ainda é elevada, com cerca de 36,9% dos trabalhadores atuando em ocupações sem carteira assinada (RAIS, 2022). Além disso, há um descompasso entre os requisitos técnicos exigidos para os postos qualificados e os níveis de formação da população residente, o que limita a competitividade de jovens e adultos com baixa escolaridade e reduz a efetividade da política de priorização da mão de obra local. Os dados do diagnóstico apontam que 36,3% das pessoas ocupadas no município não concluíram o ensino fundamental, o que compromete sua inserção nos segmentos mais especializados da cadeia minerária.

Na fase de operação, espera-se uma estabilização da força de trabalho, com a manutenção de um corpo técnico mais enxuto, porém altamente especializado. A operação contínua do empreendimento deve gerar empregos diretos e sustentar empregos indiretos em setores complementares, como transporte, manutenção, vigilância, alimentação e gestão de resíduos. O diagnóstico ressalta, entretanto, que os ganhos salariais se concentram nos extratos ocupacionais mais qualificados. Segundo a RAIS de 2022, 23,3% dos vínculos com remuneração acima de R\$ 5.000,00 estão no setor extrativo, o que sinaliza concentração de renda e barreiras à mobilidade ocupacional entre segmentos populares.

Esse quadro reforça o paradoxo estrutural de Parauapebas: embora seja um dos maiores arrecadadores de CFEM do Brasil – com mais de 49,0% da receita corrente líquida do município oriunda dessa compensação –, os efeitos redistributivos do crescimento econômico são limitados por gargalos no mercado de trabalho e pela baixa capacidade de articulação entre crescimento setorial e qualificação profissional. O diagnóstico indica que, mesmo durante fases de alta arrecadação, persistem déficits relevantes em saneamento básico, acesso à saúde e cobertura educacional na AEL, restringindo os efeitos positivos do aumento de renda sobre a melhoria do bem-estar coletivo.

Durante o fechamento do empreendimento, o impacto assume caráter predominantemente negativo, com

12 DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



a desmobilização dos trabalhadores temporários e a interrupção de contratos com prestadores de serviço. Pequenos empreendimentos que se expandiram em função da obra tornam-se vulneráveis ao encerramento das atividades, especialmente nos setores mais sensíveis à oscilação da demanda, como alimentação, hospedagem, transporte e construção civil. O encerramento das frentes de trabalho pode resultar em desemprego, queda de renda e pressão sobre a rede de assistência social, sobretudo em bairros periféricos que concentram trabalhadores com vínculos informais ou instáveis.

No contexto da avaliação e classificação do impacto de alteração no nível de emprego e renda, verifica-se que o impacto está presente nas fases de **implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão** (Tabela 40). Em todas elas, o impacto é classificado como **relevante**, com **abrangência local**, **duração temporária**, **ocorrência certa**, e **caráter cumulativo**, indicando continuidade e sobreposição com processos preexistentes. O que varia, contudo, é a natureza do impacto – positiva nas fases de implantação e operação, e negativa na fase de fechamento.

Durante a **fase de implantação**, o impacto se manifesta de forma **positiva**, decorrente da **geração de empregos** associados aos serviços preliminares, como a implantação de canteiro, alojamentos e refeitório. Há registros tanto de **incidência direta** quanto **indireta**, o que mostra que os benefícios ultrapassam os contratos formais e alcançam efeitos secundários na economia local (ex.: fornecedores, pequenos serviços, comércios informais). A **temporalidade média** e a **reversibilidade** reforçam que se trata de um ciclo transitório de geração de renda, cuja permanência dependerá da transição para as fases subsequentes. A classificação de **importância e magnitude** como **médias** demonstra que, embora os efeitos positivos sejam reconhecidos, não se trata de uma reestruturação profunda do mercado de trabalho local, mas sim de um incremento relevante, porém temporário.

Na **fase de operação**, o impacto permanece **positivo** e com os mesmos atributos da fase anterior, porém associado à **manutenção de atividades produtivas permanentes**, como a operação e manutenção das minas e da usina. A presença de vínculos empregatícios de maior duração e a possível internalização de mão de obra local tendem a conferir maior estabilidade ao impacto. Ainda assim, a classificação permanece com **importância e magnitude médias**, indicando que, apesar da continuidade dos postos de trabalho, os benefícios distributivos podem ser desiguais ou concentrados em nichos específicos, como o setor técnico-operacional.

Na **fase de fechamento**, o impacto assume **natureza negativa**, associado à **desmobilização da mão de obra**. A perda de empregos diretos e indiretos é classificada como **temporária**, ainda que com **temporalidade média**, indicando que os efeitos socioeconômicos da perda de renda se prolongam por algum tempo após o encerramento das atividades. A reversibilidade, embora reconhecida, dependerá da existência de políticas públicas de transição e da capacidade do território em absorver ou redirecionar essa força de trabalho. A manutenção das classificações de importância e magnitude como médias reforça que, embora o impacto seja relevante, ele tende a ser absorvido progressivamente, sem colapsar a estrutura produtiva local.

Importa destacar que a fase em que o impacto se apresenta com **maior expressividade** é a **operação**, pois consolida os vínculos gerados na implantação, amplia a base de contratação e reforça a circulação de renda no território de forma mais estável. Ainda que a classificação dos atributos se mantenha

LD DA @ 20 28 52 04-20 GC PM



semelhante, a **estabilidade das relações de trabalho** e a **previsibilidade das atividades econômicas** conferem maior densidade aos efeitos positivos. Nas fases de **implantação e fechamento**, o impacto se apresenta menos expressivo por, respectivamente, ser transitório e concentrado em postos de trabalho temporário e por representar a perda de postos de forma previsível, embora sensível. Em ambos os casos, os efeitos são relevantes, mas menos duradouros e mais sujeitos à gestão mitigadora por parte do empreendedor e do poder público.

Tabela 40 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental Alteração no Nível de Emprego e Renda

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Serviços Preliminares (implantação de canteiro, alojamentos e refeitório)	Geração de emprego	Alteração no nível de emprego e renda	Positiva	Local	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Serviços Preliminares (implantação de canteiro, alojamentos e refeitório)	Geração de emprego	Alteração no nível de emprego e renda	Positiva	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Operação e manutenção das minas e usina	Geração de emprego	Alteração no nível de emprego e renda	Positiva	Local	Operação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Operação e manutenção das minas e usina	Geração de emprego	Alteração no nível de emprego e renda	Positiva	Local	Operação	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Encerramento das atividades do site do projeto	Desmobilização de mão de obra	Alteração no nível de emprego e renda	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Encerramento das atividades do site do projeto de contratos	Desmobilização de mão de obra	Alteração no nível de emprego e renda	Negativa	Local	Fechamento	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Média	Média	Cumulativo	Relevante

Fonte: AIA WEB – Clam (2025).

Considerando a amplitude e complexidade do impacto sobre o nível de emprego e renda da população de Parauapebas, principalmente nas fases de implantação e operação do Projeto Alemão, são indicadas medidas que possam maximizar os efeitos positivos da geração de postos de trabalho e, ao mesmo tempo, mitigar os riscos de concentração setorial e vulnerabilidade econômica.

- **Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança:** trata-se do principal instrumento para a organização e estruturação do processo de contratação e mobilização da

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



força de trabalho, potencializando os efeitos positivos do empreendimento. A priorização da contratação de residentes, a mobilização de fornecedores regionais e a capacitação de trabalhadores em áreas estratégicas para a mineração contribuem para o aumento da renda disponível no município e a valorização da mão de obra local. Além disso, o programa deve incorporar ações voltadas à saúde do trabalhador, à segurança ocupacional e à promoção de um ambiente de trabalho digno e estável.

- **Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT):** por meio do incentivo à diversificação econômica e do fortalecimento das cadeias produtivas locais, o PADT atua para reduzir a dependência da economia municipal em relação à mineração. Ações como o estímulo ao cooperativismo, o apoio a arranjos produtivos locais e o fomento a micro e pequenas empresas contribuem para ampliar as oportunidades de geração de renda, inclusive para grupos sociais que não participam diretamente do mercado de trabalho formal vinculado ao projeto, o que potencializa o impacto positivo de alteração no nível de emprego e renda, em especial, em atividades complementares à mineração e em atividades não correlatas à mineração – uma vez que o desenvolvimento territorial pode auxiliar na redução da dependência da mineração no território.
- **Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás:** este programa representa, neste contexto, uma forma de potencialização das oportunidades de emprego e renda por meio de estratégias de promoção do desenvolvimento socioeconômico regional. A valorização dos serviços ecossistêmicos e das atividades sustentáveis compatíveis com a conservação ambiental (como turismo de base comunitária e bioeconomia) pode diversificar a matriz econômica e criar alternativas de geração de renda para populações do entorno da FLONA, ampliando os benefícios econômicos do projeto para além da cadeia minerária.
- **Programa de Comunicação Social (PCS):** ajuda a minimizar o impacto de alteração no fluxo migratório por meio do alinhamento e divulgação das informações relativas às oportunidades de emprego, aos critérios de contratação e ao cronograma das obras; além de permitir ampliar a transparência e reduzir as expectativas frustradas. Campanhas educativas e informativas sobre o funcionamento do mercado de trabalho no contexto do projeto podem contribuir para uma inserção mais qualificada da população local nas frentes de serviço.
- **Programa de Educação Ambiental (PEA):** embora não diretamente voltado à empregabilidade, o PEA pode ser utilizado como canal de mobilização comunitária para discutir temas como economia solidária, geração de renda sustentável e empoderamento local, contribuindo para a inclusão produtiva e o fortalecimento da autonomia dos sujeitos. Ao incorporar temas de educação financeira e cidadania, o programa amplia o entendimento da população sobre os efeitos econômicos de grandes empreendimentos.
- **Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE):** deve incluir indicadores de renda, ocupação, formalização do trabalho, remuneração média e inserção produtiva por setor econômico. A leitura contínua desses indicadores permite avaliar a

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



efetividade das medidas propostas e subsidiar políticas públicas de empregabilidade, qualificação e apoio à transição econômica, sobretudo no fechamento do empreendimento.

1.4.4.5. Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais

As pressões sobre a infraestrutura e a demanda por serviços e equipamentos sociais consistem em um impacto de natureza **negativa**, com incidência significativa durante as fases de **implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão**. Esse impacto decorre da interação entre a dinâmica migratória associada ao empreendimento, a ampliação das atividades econômicas correlatas e a histórica fragilidade de cobertura e qualidade dos serviços públicos em Parauapebas, especialmente nas regiões periféricas e de recente expansão urbana.

O diagnóstico de meio socioeconômico apresenta evidências de o município de Parauapebas opera sob pressão estrutural: 91,0% dos domicílios estão situados em áreas urbanas ou em loteamentos de borda, com infraestrutura básica precária, déficit habitacional e cobertura intermitente dos serviços públicos. A rede de abastecimento de água e esgotamento sanitário apresenta restrições significativas, especialmente em localidades como Palmares II e em loteamentos rurais no entorno da estrada Paulo Fonteles.

Durante a fase de implantação, o pico de contratações previsto (aproximadamente 3.000 trabalhadores) tende a intensificar a pressão sobre os sistemas de saúde, educação, transporte público e saneamento. Ao longo dos processos de implantação e operação, os trabalhadores se alojarão majoritariamente nas instalações do empreendimento nos dias úteis (de segunda a sexta-feira) e uma parcela menor, que atuará na Linha de Transmissão associada ao Projeto Alemão ficará no Alojamento do Projeto Salobo, também nos dias úteis. Aos fins de semana, tais trabalhadores voltarão à sede urbana de Parauapebas. As estratégias de alocação dos trabalhadores em áreas do empreendimento contribuem para a redução da pressão sobre a infraestrutura local, minimizando os impactos do projeto sobre a qualidade dos serviços ofertados à população.

Os demais migrantes – trabalhadores indiretos, familiares de trabalhadores, migrantes em busca de melhores condições de vida – se inserirão em Parauapebas, elevando a demanda por serviços já tensionados. O diagnóstico aponta que, em regiões como Palmares Sul e nos loteamentos rurais em torno da estrada Paulo Fonteles, assim como na APA do Igarapé Gelado, a população manifesta receios sobre a capacidade de o município conseguir absorver o incremento populacional, tanto em termos de infraestrutura física quanto de capacidade institucional de gestão.

As condições da estrada Paulo Fonteles, principal via de acesso ao empreendimento, agravam o cenário. A via não apresenta padrões que comportem o trânsito, em especial não tem acostamento, a sinalização é precária, além de os moradores das localidades lindeiras à estrada terem percepções ligadas ao acúmulo de poeira e incidência de acidentes de trânsito. O diagnóstico também identificou que, na percepção dos entrevistados, o aumento previsto no tráfego de veículos pesados durante a implantação poderá impactar a segurança viária e as condições ambientais dos núcleos populacionais próximos, ampliando o risco de acidentes e deterioração de bens públicos, como o pavimento urbano.

Além da infraestrutura física mencionada anteriormente, o impacto tem potencial para alcançar a esfera

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



da saúde pública. O histórico de surtos de doenças de veiculação hídrica e respiratória em áreas periféricas expõe a fragilidade da rede de vigilância sanitária local. A experiência regional com grandes empreendimentos demonstra que o crescimento da população pode elevar a exposição a infecções sexualmente transmissíveis (IST) e gravidez não planejada, especialmente em comunidades com baixa cobertura de programas de saúde preventiva e reprodutiva. O diagnóstico indica que parte relevante dos residentes em áreas vulneráveis encontra barreiras de acesso a UBS com cobertura integral, o que pode agravar os efeitos sociais do impacto. Esse aspecto pode ser particularmente sensível em relação ao acesso de adolescentes e jovens.

Na fase de operação, o impacto persiste em função da estabilização de parte dos fluxos migratórios e da permanência de trabalhadores qualificados. Embora o número total de trabalhadores seja inferior ao da fase de implantação, observa-se um padrão de residência permanente entre os trabalhadores da operação, ampliando gradualmente o adensamento populacional em áreas críticas e pressionando serviços de média e alta complexidade, como educação profissional, transporte coletivo e assistência especializada. Nesse sentido, o diagnóstico destaca que o sistema de transporte coletivo de Parauapebas é insuficiente para cobrir os bairros de expansão, forçando trabalhadores a utilizar alternativas mais onerosas e informais, como mototáxis ou transporte fretado, o que repercute negativamente na qualidade de vida.

As deficiências no sistema de saneamento e na destinação de resíduos sólidos também são reforçadas durante a operação. Segundo dados do SNIS, apenas 27,2% dos domicílios urbanos de Parauapebas estavam conectados à rede de esgoto em 2022. Regiões como o bairro Tropical e o entorno da APA do Igarapé Gelado apresentam ausência de coleta regular e descarte irregular de resíduos, com impacto direto sobre a saúde coletiva e sobre a qualidade ambiental de áreas sensíveis do território.

Embora a ampliação da arrecadação por meio da CFEM, ISSQN e demais tributos vinculados ao empreendimento represente uma oportunidade de investimento público, o diagnóstico de meio socioeconômico indica que os mecanismos de planejamento e execução orçamentária municipal ainda carecem de maior articulação com o território. A existência de planos setoriais desatualizados, a fragmentação da oferta de serviços e a baixa capilaridade da atuação interinstitucional limitam a eficácia das políticas públicas. Dessa forma, o efeito positivo do aumento da receita municipal dependerá da capacidade da gestão pública local em planejar investimentos estruturantes, garantindo que os recursos sejam aplicados prioritariamente em áreas críticas.

Na fase de fechamento, o impacto assume nova conformação: com a redução populacional e a desmobilização das estruturas de apoio, poderá haver subutilização de equipamentos públicos recém-expandidos, ociosidade de escolas e unidades de saúde, além da possível evasão de profissionais qualificados contratados para atender à demanda gerada pela operação. Tal cenário implica em custos de manutenção que podem comprometer a sustentabilidade fiscal municipal, agravando as dificuldades orçamentárias já existentes e intensificando a sensação de abandono nas regiões periféricas afetadas pelo ciclo do empreendimento.

A classificação do impacto, conforme a Tabela 41, este impacto apresenta registros ao longo de quatro fases do Projeto Alemão: **planejamento, implantação, operação e fechamento**. Em todas as ocorrências, o impacto é classificado como **negativo**, com **abrangência local**, **reversibilidade possível**,

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



ocorrência certa, duração temporária e relevância igual ou superior a “relevante”, exceto por um único caso classificado como **irrelevante**.

Na **fase de planejamento**, o impacto surge de forma **indireta**, associado à **comunicação inicial do empreendimento** e ao consequente estímulo ao fluxo migratório espontâneo. A **temporalidade imediata**, a **importância alta** e a **magnitude média** indicam que a simples expectativa de instalação do projeto pode provocar alterações significativas na dinâmica urbana local, especialmente nas zonas periféricas de Parauapebas, onde a chegada de novos moradores tende a intensificar a demanda por habitação, transporte, saúde e educação.

Na **fase de implantação**, o impacto é mais frequente, com cinco registros distintos. Ele decorre tanto da **intensificação do fluxo migratório** quanto da **d demanda gerada pelas frentes de serviço**, e envolve diferentes aspectos: geração de efluentes, mobilização de trabalhadores e exigências sobre a infraestrutura pública (água, esgoto, coleta, saúde, segurança, entre outros). Em todos os casos, a **incidência é indireta**, o que demonstra que o impacto resulta de encadeamentos causais entre a presença do projeto e o aumento das necessidades sociais. Todos os atributos são homogêneos (alta importância, média magnitude, ocorrência certa, reversibilidade possível e caráter cumulativo), com exceção de uma única ocorrência – emissão de efluentes líquidos – que, embora mantenha os mesmos atributos técnicos, foi classificada como **irrelevante**, possivelmente por tratar-se de um efeito pontual e de menor magnitude para a escala do sistema urbano.

Durante a **fase de operação**, o impacto mantém os mesmos atributos e decorre da **permanência da atratividade migratória** e da continuidade da pressão sobre os serviços públicos — ainda que em menor escala. O fato de o impacto não ser classificado como “muito relevante” sugere que se espera um certo nível de estabilização e absorção da nova população residente, ainda que os serviços possam permanecer pressionados em regiões específicas.

Na **fase de fechamento**, o impacto reaparece com quatro registros distintos, todos com incidência indireta e elevada sensibilidade. Destacam-se: a **geração de fluxo migratório inverso ou de retorno** e as **demandas extraordinárias relacionadas à desmobilização**, como descarte de estruturas, demolições, necessidade de assistência aos trabalhadores desligados e impactos sobre o mercado de aluguel e ocupações informais. Um dos registros indica **temporalidade de longo prazo**, o que é coerente com os efeitos prolongados de readequação urbana e pressão sobre serviços como saúde e assistência social em contextos de saída massiva de pessoas.

Destaca-se que este impacto se apresenta com **maior expressividade na fase de implantação**. Isso se deve à simultaneidade de múltiplas atividades com potencial de atrair população externa, à ocupação acelerada de áreas urbanas e à exigência imediata sobre sistemas públicos já tensionados – como saúde, saneamento, habitação e mobilidade urbana. A diversidade de aspectos envolvidos (fluxo migratório, efluentes, serviços públicos) reforça a abrangência e a intensidade do impacto nessa etapa.

As **fases de menor expressividade relativa** são a de **planejamento**, em que os efeitos ainda são incipientes e baseados em expectativa, e a de **operação**, quando o sistema tende a buscar estabilização. A **fase de fechamento**, embora mantenha o grau de relevância, representa uma transição crítica, com impactos relevantes, mas cuja magnitude dependerá da forma como for conduzida a desmobilização e

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



da capacidade do território em responder às novas demandas.

Tabela 41 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental Pressões na Infraestrutura e na Demanda por Serviços e Equipamentos Sociais

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Comunicação de nova atividade/empreendimento	Geração de fluxo migratório	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais	Negativa	Local	Planejamento	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Serviços Preliminares (implantação de canteiro, alojamentos e refeitório)	Geração de fluxo migratório	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais	Negativa	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Instalação de edificações e estruturas de apoio	Emissão de efluentes líquidos	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais	Negativa	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Irrelevante
Funcionamento das frentes de serviços	Demanda por serviços de infraestrutura pública	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais	Negativa	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Implantação da LT 230 kV	Demanda por serviços de infraestrutura pública	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais	Negativa	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Operação de estruturas acessórias	Geração de fluxo migratório	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais	Negativa	Local	Operação	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Desmobilização das estruturas de apoio	Geração de fluxo migratório	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais	Negativa	Local	Fechamento	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Instalação de edificações e estruturas de apoio	Emissão de efluentes líquidos	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais	Negativa	Local	Fechamento	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Demolições, terraplanagem, desmontagem e abandono das galerias e infraestrutura	Demanda por serviços de infraestrutura pública	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais	Negativa	Local	Fechamento	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Encerramento das atividades do site do projeto	Geração por demanda por serviços de infraestrutura pública	Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais	Negativa	Local	Fechamento	Indireta	Temporária	Longo Prazo	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

Fonte: AIA WEB – Clam (2025).

O impacto decorrente do aumento da demanda por serviços públicos e infraestrutura urbana nas fases de implantação e operação do Projeto Alemão exige medidas integradas que articulem ações do empreendedor com políticas públicas locais. A mitigação dessas pressões requer estratégias proativas de comunicação, investimento social e articulação interinstitucional, conforme a seguir:

- **Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT):** configura-se como o principal instrumento de apoio à estruturação urbana e à ampliação da capacidade instalada de atendimento dos serviços públicos municipais, minimizando e, por vezes, remediando o impacto de pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais. O programa deve prever a articulação com o poder público para mapeamento das áreas mais pressionadas pelos fluxos migratórios (como os bairros da zona de expansão urbana e as comunidades situadas nas imediações da estrada Paulo Fonteles), além do estímulo a parcerias público-privadas e ao fortalecimento da governança local para absorção da demanda por saúde, educação, saneamento e mobilidade.
- **Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança:** contribui indiretamente para a minimização desse impacto ao prever a priorização da contratação local, reduzindo a pressão migratória espontânea. Além disso, o programa pode incluir atividades de orientação dos trabalhadores quanto ao uso adequado da infraestrutura urbana e de convivência com as comunidades locais, além da implementação de estruturas próprias (como alojamentos temporários e refeitórios) para minimizar a sobrecarga sobre os equipamentos públicos de saúde, alimentação e transporte.
- **Programa de Comunicação Social (PCS):** o fortalecimento das rotinas de diálogo com as comunidades, com a gestão pública e com os conselhos setoriais é essencial para antecipar situações de sobrecarga e promover respostas articuladas. As ações de informação sobre o cronograma do empreendimento, a mobilização de trabalhadores e os fluxos logísticos permitem preparar os territórios afetados para os picos de demanda por infraestrutura. Também é fundamental a promoção de campanhas educativas sobre saúde preventiva, segurança no trânsito e convivência comunitária.
- **Programa de Educação Ambiental (PEA):** previne o impacto ao promover a corresponsabilização dos moradores e trabalhadores quanto à preservação dos recursos naturais e ao uso sustentável da infraestrutura urbana, o PEA contribui para minimizar o desgaste da malha urbana e dos serviços básicos. É recomendável que o PEA integre ações

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



voltadas à promoção de práticas sustentáveis nas comunidades impactadas, com foco em gestão de resíduos, uso racional da água e prevenção de doenças de veiculação hídrica e vetorial.

- **Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE):** deve incluir métricas específicas para acompanhar os efeitos do empreendimento sobre a infraestrutura urbana e os serviços públicos locais. Indicadores como taxa de ocupação de leitos hospitalares, matrícula escolar, cobertura de abastecimento de água e coleta de esgoto, bem como registros de atendimentos em unidades básicas de saúde e crescimento de domicílios em áreas de expansão urbana, permitem avaliar e ajustar continuamente as estratégias de mitigação.

1.4.4.6. Alteração na dinâmica econômica

A alteração na dinâmica econômica é um impacto cuja manifestação se estende ao longo das fases de **implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão**. Trata-se de um impacto que se desdobra sobre o conjunto da economia local, com ênfase no município de Parauapebas, por meio da indução de fluxos de capital, demanda por insumos e serviços, contratação de mão de obra, aumento do consumo das famílias e, por fim, expansão da arrecadação pública.

Durante a fase de implantação, o impacto é intensificado pela magnitude do contingente de trabalhadores diretos, que atingirá aproximadamente 3.000 pessoas no pico das obras, conforme estimativas do projeto. A mobilização dessa força de trabalho resulta em efeitos imediatos sobre cadeias produtivas locais e regionais, especialmente nos setores de construção civil, transporte, alimentação, hotelaria, manutenção e comércio varejista. O diagnóstico socioeconômico identifica que localidades como os Loteamentos Santa Cruz, Gavião Real e o bairro Palmares II concentram pequenos negócios que deverão captar parte da renda injetada na economia local durante essa fase.

Além do consumo das famílias, o próprio projeto demandará aquisição de bens e serviços logísticos, energéticos, técnicos e de suporte, o que poderá impulsionar a contratação de empresas locais – especialmente aquelas já integradas à cadeia de fornecimento mineral da região de Carajás. Essa movimentação se reflete em um ciclo de retroalimentação econômica de curto prazo, com impacto direto sobre o VAB municipal, a arrecadação de tributos como ISSQN, ICMS e IPTU, e o fortalecimento da base produtiva instalada.

O diagnóstico socioeconômico reforça que a estrutura econômica de Parauapebas já é intensiva na mineração, contribuindo para que 76,5% do VAB municipal de 2021 se vincule à indústria. Com a entrada em operação do Projeto Alemão, cuja produção estimada é de 5,45 milhões de toneladas anuais de concentrado de cobre, a tendência é de concentração ainda mais acentuada. As estimativas indicam que, nos primeiros anos de operação, o VAB industrial poderá representar até 93% do VAB local, consolidando a centralidade da atividade mineral como motor da economia municipal.

Na fase de operação, o impacto se mantém elevado, com efeitos diretos sobre a indústria extrativa e indiretos sobre setores complementares, como transporte, manutenção de equipamentos, serviços ambientais, saúde privada e educação técnica. A presença contínua de trabalhadores especializados,

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



ainda que em número menor, sustenta o consumo local, a arrecadação tributária e a prestação de serviços sob demanda. A permanência de contratos com fornecedores locais durante a operação tende a manter aquecido o setor terciário de Parauapebas, beneficiando micro e pequenas empresas inseridas na cadeia mineral.

O diagnóstico identificou que parte dos serviços especializados que serão contratados na operação poderá ser fornecida por empresas já instaladas no município, favorecendo a geração de valor local. Essa integração, contudo, depende da qualificação técnica dos prestadores, da previsibilidade dos contratos e do grau de articulação entre o empreendedor e os fornecedores regionais. A ausência de estratégias de fomento à diversificação e ao encadeamento produtivo poderá limitar os ganhos estruturais desse impacto, perpetuando a dependência de um único setor.

Do ponto de vista fiscal, os efeitos da operação também são expressivos. A arrecadação da CFEM representa, historicamente, quase metade da receita tributária de Parauapebas. Com a contribuição adicional do Projeto Alemão, estima-se um incremento médio de até 6,0% nos repasses da CFEM nos primeiros anos de operação. Além disso, haverá elevação da arrecadação de ICMS e ISS sobre bens e serviços vinculados à cadeia minerária e aos salários pagos aos trabalhadores, com potencial para financiar políticas públicas em infraestrutura, saúde e educação. Tais efeitos positivos, no entanto, estão condicionados à qualidade do planejamento orçamentário municipal e à existência de instrumentos de gestão fiscal voltados para o desenvolvimento territorial de longo prazo.

Por outro lado, a especialização econômica e a concentração da arrecadação em torno da mineração elevam a vulnerabilidade de Parauapebas às flutuações do mercado internacional de *commodities*. Quedas nos preços do cobre, oscilações cambiais ou alterações na demanda global podem afetar o desempenho do projeto e, por consequência, comprometer a estabilidade econômica do município. Essa dependência estrutural tende a ser reforçada se não forem adotadas estratégias de diversificação econômica, como o fortalecimento de setores industriais de transformação, de serviços especializados e de tecnologia aplicada à mineração.

Na fase de fechamento, o impacto sobre a dinâmica econômica assume feições predominantemente negativas. A desmobilização da força de trabalho, o encerramento dos contratos com fornecedores e a interrupção dos fluxos de consumo geram uma retração abrupta da atividade econômica, com efeitos imediatos sobre o comércio local e sobre a arrecadação pública. Pequenos negócios que se desenvolveram em função do projeto tornam-se particularmente vulneráveis à queda da demanda. O diagnóstico mostra que, nos ciclos de encerramento de empreendimentos anteriores na região, comunidades inteiras experimentaram perda de renda, evasão populacional e estagnação de investimentos públicos.

Adicionalmente, a interrupção de contratos e de serviços poderá levar à dissolução de capacidades produtivas locais que vinham sendo estruturadas desde a implantação. Caso não haja planos robustos de transição econômica e requalificação profissional, a dependência setorial agravará os riscos de estagnação, ampliando as desigualdades socioeconômicas no território.

A Tabela 42 mostra que o impacto de **Alteração na Dinâmica Econômica** apresenta registros ao longo de três fases principais do Projeto Alemão: **implantação, operação e fechamento**. Trata-se de um

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



impacto **positivo** nas fases de implantação e operação, decorrente da **demanda por insumos, equipamentos e serviços locais**, e **negativo** na fase de fechamento, associado à interrupção dessas atividades e à desmobilização de estruturas.

Durante a **fase de implantação**, o impacto se manifesta de forma **positiva**, impulsionado pelo abastecimento de veículos e equipamentos, bem como pela contratação de energia e serviços relacionados. Foram registrados dois efeitos: um de **incidência direta** e outro **indireta**, ambos classificados como **temporários**, de **temporalidade média**, **reversíveis**, e com **ocorrência certa**. A **importância e magnitude altas** demonstram que o início da operação logística e de suporte cria estímulos econômicos significativos no território, ativando cadeias de suprimento, comércio local e serviços correlatos. O caráter **cumulativo** evidencia que esses efeitos se somam a dinâmicas econômicas já presentes, podendo intensificar desequilíbrios ou potencializar oportunidades conforme o nível de preparo do arranjo produtivo local.

Na **fase de operação**, os mesmos atributos se mantêm. A operação de oficinas de manutenção, postos de abastecimento e deslocamento de veículos e equipamentos sustenta a demanda por insumos e serviços, consolidando um ciclo de **atividade econômica continuada**. A expressividade do impacto nesta fase é reforçada pela **estabilidade das operações**, que favorece a previsibilidade de receita para empresas locais e a formação de parcerias comerciais de médio prazo. A presença de incidência tanto **direta quanto indireta** amplia o alcance dos efeitos, atingindo desde empresas prestadoras de serviços técnicos até redes de apoio logístico, alimentício e varejista.

A **fase de fechamento** apresenta uma configuração dual: por um lado, há registros **positivos**, associados à demanda por serviços de desmobilização (com os mesmos atributos observados nas fases anteriores); por outro lado, surgem registros **negativos**, com **caráter permanente** e **reversibilidade inexistente**, decorrentes da **interrupção na aquisição de insumos, equipamentos e serviços**. Ambos os registros negativos apresentam **magnitude e importância altas**, além de serem classificados como **muito relevantes** – o único caso de classificação superior entre todos os registros desta tabela. Esses impactos indicam que, com o encerramento do projeto, ocorre uma ruptura abrupta nas cadeias econômicas locais, afetando especialmente prestadores de serviço que se tornaram dependentes da operação do empreendimento. A perda de demanda pode comprometer a sustentabilidade de negócios locais, especialmente aqueles que não diversificaram sua base de clientes ao longo do ciclo produtivo.

Finalmente, destaca-se que a fase em que o impacto se apresenta com **maior expressividade** é a **fase de fechamento**, em razão da presença simultânea de impactos **positivos e negativos**, sendo os negativos classificados como **permanentes, irreversíveis e muito relevantes**. A interrupção das relações econômicas estabelecidas ao longo do ciclo de vida do projeto tende a produzir efeitos estruturais no ambiente de negócios local, exigindo planejamento prévio para amortecer choques e garantir transições sustentáveis.

A **fase de menor expressividade relativa** é a de **implantação**, ainda que seus efeitos sejam relevantes. Nesse estágio, a dinâmica econômica local é ativada com intensidade, mas ainda de forma incipiente e concentrada nas etapas preparatórias. A **fase de operação** consolida os benefícios iniciados na implantação, com efeitos menos críticos quando comparados à ruptura econômica provocada pelo

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



fechamento.

Tabela 42 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental Alteração na Dinâmica Econômica

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Abastecimento de veículos e equipamentos, Fornecimento de energia	Geração por demanda de insumos, equipamentos e serviços	Alteração na dinâmica econômica	Positiva	Local	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Abastecimento de veículos e equipamentos, Fornecimento de energia	Geração por demanda de insumos, equipamentos e serviços	Alteração na dinâmica econômica	Positiva	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Operação de oficina de manutenção de veículos e equipamentos, posto de abastecimento de combustíveis e deslocamento de veículos	Geração por demanda de insumos, equipamentos e serviços	Alteração na dinâmica econômica	Positiva	Local	Operação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Operação de oficina de manutenção de veículos e equipamentos, posto de abastecimento de combustíveis e deslocamento de veículos	Geração por demanda de insumos, equipamentos e serviços	Alteração na dinâmica econômica	Positiva	Local	Operação	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Encerramento das atividades do site do projeto	Interrupção na aquisição de insumos, equipamentos e serviços	Alteração na dinâmica econômica	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Muito Relevante
Encerramento das atividades do site do projeto	Interrupção na aquisição de insumos, equipamentos e serviços	Alteração na dinâmica econômica	Negativa	Local	Fechamento	Indireta	Permanente	Imediato	Irreversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Muito Relevante
Desmobilização das estruturas de apoio	Geração por demanda de insumos, equipamentos e serviços	Alteração na dinâmica econômica	Positiva	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Desmobilização das estruturas de apoio	Geração por demanda de insumos, equipamentos e serviços	Alteração na dinâmica econômica	Positiva	Local	Fechamento	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante

Fonte: AIA WEB – Clam (2025).

A alteração na dinâmica econômica em Parauapebas, impulsionada pelo Projeto Alemão, manifesta-se por meio da expansão de cadeias produtivas locais, aumento na massa salarial, aquecimento do comércio e fortalecimento da arrecadação tributária. Contudo, o excesso de concentração econômica no setor mineral também acarreta riscos de dependência e vulnerabilidade estrutural. Para maximizar os efeitos positivos e mitigar os riscos associados, destacam-se as seguintes medidas:

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



- **Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT):** representa o principal instrumento para potencializar os efeitos positivos do impacto, por meio da indução à diversificação econômica e ao fortalecimento de cadeias produtivas locais. O programa deve promover ações de estímulo ao empreendedorismo, apoio a arranjos produtivos locais e qualificação de fornecedores regionais, ampliando a capacidade do território de absorver os efeitos multiplicadores da mineração. Também deve contribuir para a articulação de estratégias de desenvolvimento local que fortaleçam os setores de comércio, serviços e indústria de transformação.
- **Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança:** atua como medida potencializadora por meio do fortalecimento das capacidades locais ao viabilizar a qualificação técnica e a inserção da população de Parauapebas no mercado de trabalho gerado pelo empreendimento. A priorização da contratação local não apenas amplia a renda disponível na AEL como reduz a dependência externa de mão de obra qualificada. O programa também deve promover atividades de valorização da força de trabalho e formação continuada, de modo a ampliar as chances de reinserção produtiva dos trabalhadores após a fase de implantação.
- **Programa de Comunicação Social (PCS):** contribui de forma estratégica ao disseminar informações sobre oportunidades de negócios e de trabalho geradas pelo projeto, promovendo a articulação entre o empreendedor e os atores econômicos locais. O PCS também pode apoiar a organização de fóruns, oficinas e seminários voltados à dinamização econômica, bem como campanhas de orientação para micro e pequenos empreendedores sobre como se inserir na cadeia de valor do empreendimento.
- **Programa de Educação Ambiental (PEA):** deve incluir em seu escopo a discussão sobre o papel da mineração no desenvolvimento regional, promovendo o consumo consciente, o fortalecimento da economia circular e o incentivo a práticas sustentáveis nos setores produtivos impactados. A inclusão da dimensão econômica na educação ambiental potencializa o impacto, contribuindo para o fortalecimento da consciência coletiva sobre a importância da diversificação e da resiliência econômica.
- **Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE):** permite acompanhar os efeitos do empreendimento sobre as variáveis econômicas locais, como o número de estabelecimentos empresariais ativos, variação na arrecadação tributária, distribuição setorial do emprego e rendimento médio do trabalho. A análise continuada desses indicadores possibilita a identificação de desequilíbrios, tendências de concentração setorial e áreas prioritárias para intervenção do empreendedor ou do poder público.

1.4.4.7. Interferências no cotidiano da população

O impacto de interferências no cotidiano da população se configura como **relevante e certo**, com ocorrência expressiva durante as fases de **implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão**. Trata-se de um impacto de **natureza negativa**, diretamente relacionado à mobilidade cotidiana, à

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



convivência comunitária e à sobreposição de fluxos de circulação da população residente com a logística do empreendimento, especialmente nas comunidades localizadas ao longo da estrada Paulo Fonteles.

Durante a fase de implantação, o início das obras, a mobilização de trabalhadores e a operação da cadeia logística do projeto implicarão aumento significativo no tráfego de veículos pesados, transporte de insumos e deslocamento de trabalhadores, em especial nos trechos da estrada Paulo Fonteles e, em menor medida, na estrada da Apinha. O diagnóstico indica que, no pico das contratações previstas para janeiro de 2028, cerca de aproximadamente 3.000 trabalhadores estarão mobilizados diretamente nas atividades de instalação do empreendimento, o que amplia o fluxo diário na malha viária regional.

As interferências se concentram nos trechos utilizados para o acesso às frentes de obra do projeto, atingindo comunidades como Gavião Real, Santa Cruz, Rio Gelado, São Luiz, Kwany, Parque das Cachoeiras I e II e Pôr-do-Sol, além da ocupação situada na APA do Igarapé Gelado. A circulação de caminhões e ônibus nessas localidades sobrecarrega trechos já deteriorados da estrada, que, segundo o diagnóstico, apresenta ausência de acostamento, pavimentação danificada e sinalização deficiente, elevando o risco de acidentes e a sensação de vulnerabilidade da população residente. Cumpre ressaltar que a Vale Metais Básicos já iniciou obras de repavimentação e sinalização na estrada, visando à melhoria das condições dos acessos locais.

Nas entrevistas realizadas com moradores da AEL, destacaram-se as queixas sobre aumento de poeira, ruído excessivo, lentidão no tráfego e sensação de insegurança, sobretudo entre crianças e idosos, que são os principais usuários das vias para deslocamentos escolares, atividades comunitárias e acesso a unidades de saúde. Em especial, para o caso da Vila Sanção, a movimentação de trabalhadores da linha de transmissão que utilizarão esse mesmo eixo viário em direção ao Salobo pode causar interferências.

O diagnóstico identificou também a presença de tensões latentes relacionadas à presença de trabalhadores migrantes, especialmente nas comunidades com infraestrutura precária. O aumento do contingente populacional temporário pode pressionar serviços essenciais como transporte coletivo, sistemas de abastecimento de água, coleta de lixo e atendimento em unidades básicas de saúde, alterando o equilíbrio social e gerando conflitos simbólicos e práticos sobre o uso de bens e espaços públicos. Embora não tenham sido registradas ocorrências recentes, moradores manifestaram receio quanto à possível intensificação do consumo de álcool e drogas, o que poderia potencializar episódios de violência interpessoal, assédio, furtos ou desordem, comprometendo o convívio comunitário.

Durante a operação do Projeto Alemão, os fluxos de veículos e trabalhadores tendem a se estabilizar, mas ainda representarão carga significativa sobre as rotas de acesso ao empreendimento. A estrada Paulo Fonteles seguirá como eixo logístico central para o transporte de concentrado de cobre, insumos e circulação de pessoal técnico, mantendo a sobrecarga viária já apontada pelas lideranças comunitárias como fator de insegurança. A manutenção dessas rotinas operacionais, aliada à ausência de contrapartidas perceptíveis em infraestrutura urbana, pode reforçar percepções negativas da população em relação ao projeto.

Na fase de fechamento, as interferências no cotidiano assumem configuração mista. Por um lado, a redução do tráfego de veículos pesados contribui positivamente para o alívio das rotas sobrecarregadas, com efeito imediato na melhoria das condições de mobilidade urbana. Por outro lado, a movimentação

12 DA @ 20 28 92 04-20 GC PM



associada à desmobilização de estruturas, retirada de equipamentos e circulação de equipes de encerramento ainda poderá gerar incômodos temporários. Adicionalmente, a sensação de insegurança e instabilidade pode se acentuar com a saída de trabalhadores e a retração da economia local, sobretudo em comunidades que passaram a reorganizar suas rotinas em função da presença do empreendimento.

Conforme apresentado na Tabela 43, esse impacto se manifesta ao longo das fases de **implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão**. O impacto é classificado como **negativo**, com **abrangência local, duração temporária, reversibilidade possível e ocorrência certa**. Apenas dois registros da fase de fechamento são de natureza **positiva**, com relevância **irrelevante**, associada à redução do tráfego com o encerramento das atividades.

De modo geral, destaca-se que a fase de **maior expressividade** para este impacto é a **implantação**, tanto em número de ocorrências quanto em diversidade de atividades e intensidade dos efeitos. O início das obras, circulação intensa de veículos pesados e a mobilização de trabalhadores externos alteram significativamente o ritmo de vida local, sobretudo em comunidades adjacentes às frentes de serviço.

A **fase de operação** representa uma **continuidade moderada** desses efeitos, com menor concentração, mas permanência dos distúrbios. A **fase de fechamento**, por sua vez, apresenta **expressividade reduzida**, especialmente pelos impactos positivos associados à desmobilização, classificados como irrelevantes, e por não introduzir novas dinâmicas, mas sim encerrar gradativamente os vetores de perturbação previamente estabelecidos.

Na **fase de implantação**, o impacto está associado principalmente à **intensificação do tráfego de veículos e caminhões** e à **circulação de trabalhadores**. Ambos os aspectos têm incidência **direta e indireta**, com **temporalidade imediata ou de médio prazo** e com **importância alta e magnitude média**. Esses impactos refletem as alterações no cotidiano das populações vizinhas ao empreendimento, incluindo **aumento de ruído, sensação de insegurança viária, sobrecarga de vias urbanas e mudanças nos padrões de circulação urbana e rural**. A **implantação da Linha de Transmissão (LT) 230 kV** também aparece como atividade geradora de pressão sobre o cotidiano, sendo tratada de forma coerente no escopo da avaliação.

Na **fase de operação**, o impacto persiste com as mesmas características e configurações de atributos. As atividades envolvidas incluem **a operação de oficinas, deslocamento de veículos e circulação de trabalhadores** ligados à operação e manutenção da usina e da mina. Embora os efeitos não sejam intensificados em relação à fase anterior, a sua **continuidade ao longo do tempo** pode aumentar a percepção de desconforto por parte da população local. A manutenção da **relevância** confirma a necessidade de medidas de gestão territorial e comunicação com os moradores ao longo da vida útil do projeto.

Na **fase de fechamento**, observam-se **dois tipos distintos de impacto**: (i) **negativo**, associado à **circulação de trabalhadores e desmobilização das estruturas**, com atributos idênticos aos das fases anteriores; e (ii) **positivo**, vinculado à **redução do tráfego de veículos e caminhões** com o encerramento das atividades do projeto. Esses impactos positivos são classificados como **irrelevantes**, indicando que, embora perceptíveis, **não produzem efeitos significativos para a melhoria das condições de vida da população local**. A retirada gradual de equipamentos e trabalhadores tende a reduzir os distúrbios no

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



cotidiano da comunidade, mas isso ocorre de forma previsível e sem efeitos duradouros.

Tabela 43 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental Interferências no Cotidiano da População

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Abastecimento de veículos e equipamentos, Fornecimento de energia	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Abastecimento de veículos e equipamentos, Fornecimento de energia	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Funcionamento das frentes de serviços	Circulação de trabalhadores	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Funcionamento das frentes de serviços	Circulação de trabalhadores	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Funcionamento das frentes de serviços	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Funcionamento das frentes de serviços	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Implantação da LT 230 kV	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Implantação da LT 230 kV	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Implantação da LT 230 kV	Circulação de trabalhadores	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Implantação da LT 230 kV	Circulação de trabalhadores	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Operação de oficina de manutenção de veículos e equipamentos, posto de abastecimento de combustíveis e deslocamento de veículos	Geração do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Operação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Operação de oficina de manutenção de veículos e equipamentos, posto de abastecimento de combustíveis e deslocamento de veículos	Geração do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Operação	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Operação e manutenção das minas e usinas	Circulação de trabalhadores	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Operação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Operação e manutenção das minas e usinas	Circulação de trabalhadores	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Operação	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Desmobilização das estruturas de apoio(v)	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Desmobilização das estruturas de apoio(v)	Intensificação do tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Fechamento	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Demolições, terraplanagem, desmontagem e abandono das galerias e infraestrutura	Circulação de trabalhadores	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Demolições, terraplanagem, desmontagem e abandono das galerias e infraestrutura	Circulação de trabalhadores	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Fechamento	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Encerramento das atividades do site do projeto	Geração de tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população	Positiva	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Irrelevante

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Encerramento das atividades do site do projeto	Geração de tráfego de veículos e caminhões	Interferências no cotidiano da população	Positiva	Local	Fechamento	Indireta	Temporária	Médio	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Irrelevante

Fonte: AIA WEB – Clam (2025).

As interferências no cotidiano da população, decorrentes do aumento no tráfego de veículos pesados, circulação de trabalhadores e pressões sobre o uso de equipamentos públicos e espaços coletivos, demandam ações integradas para garantir a segurança, mobilidade e bem-estar social. Esse impacto exige especial atenção durante as fases de implantação e operação do Projeto Alemão, sobretudo em áreas como a estrada Paulo Fonteles e seu entorno. Dentre os instrumentos previstos, destacam-se:

- **Programa de Comunicação Social (PCS):** desempenha papel estratégico na gestão preventiva de conflitos, especialmente em contextos de mudanças na dinâmica local. A atuação do PCS deve incluir campanhas de orientação à população sobre alterações no trânsito, horários de pico de circulação de veículos, limites de acesso a determinadas áreas e medidas de segurança. O fortalecimento de canais de escuta comunitária, como ouvidorias e rodas de conversa, permite identificar e tratar rapidamente incômodos cotidianos, como ruído, poeira, sensação de insegurança e perturbações à rotina local.
- **Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança:** contribui para a mitigação de impactos ao cotidiano na medida em que estabelece regras claras de conduta para trabalhadores migrantes, promove treinamentos sobre convivência comunitária e viabiliza medidas de controle de jornada e transporte. A organização dos turnos e a gestão de alojamentos são aspectos centrais para evitar conflitos com os moradores, reduzindo tensões associadas à ocupação de espaços públicos e ao uso compartilhado da infraestrutura urbana.
- **Programa de Educação Ambiental (PEA):** por meio da sensibilização da população sobre as transformações socioambientais decorrentes do projeto, o PEA atua na prevenção de conflitos e na construção de convivência harmônica. A inclusão de temáticas relacionadas à cidadania, direitos e deveres dos diferentes grupos sociais, e convivência urbana pode favorecer o entendimento mútuo entre trabalhadores, moradores e o empreendimento.
- **Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT):** ao induzir melhorias na infraestrutura urbana e fomentar a organização comunitária, o PADT atua de forma indireta na mitigação de interferências cotidianas. A melhoria de vias de acesso, instalação de mobiliário urbano e investimentos em espaços públicos podem reduzir os efeitos negativos sobre a qualidade de vida da população, especialmente em comunidades situadas ao longo dos corredores logísticos do projeto.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- **Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE):** contribui ao captar, de forma contínua, as percepções e os efeitos concretos das mudanças no cotidiano da população. Ao monitorar variáveis como tempo médio de deslocamento, percepção de segurança, incidência de conflitos comunitários e uso de equipamentos públicos, o PMISE pode subsidiar ajustes nos demais programas e orientar a atuação do empreendedor frente aos incômodos cotidianos.

1.4.4.8. Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço

A ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço é um impacto **negativo, certo, direto e local**, com potencial ao longo das fases de **implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão**. Sua magnitude e importância são elevadas, dado o risco à integridade física e à vida dos trabalhadores envolvidos nas atividades de instalação, extração, beneficiamento mineral e desmobilização de estruturas.

Durante a fase de implantação, o empreendimento mobilizará, no pico previsto para janeiro de 2028, aproximadamente 3.000 trabalhadores diretos, com concentração das atividades em frentes de obra de alta complexidade, como a instalação da planta de beneficiamento, galerias subterrâneas, subestações e linha de transmissão de 230 kV. O uso intensivo de máquinas pesadas, operação em ambientes confinados e trabalhos em altura eleva substancialmente o risco de acidentes, sobretudo na ausência de protocolos robustos de gestão de segurança e controle de riscos ambientais e operacionais.

O diagnóstico de meio socioeconômico identificou que o município de Parauapebas possui infraestrutura limitada em termos de serviços especializados em saúde ocupacional, atendimento pré-hospitalar e hospitais com suporte intensivo, o que compromete a capacidade de resposta a acidentes graves, especialmente em áreas afastadas do centro urbano. A falta de cobertura adequada da rede de urgência e emergência nas zonas periféricas, somada à distância entre frentes de obra e hospitais de referência, representa um fator de vulnerabilidade para trabalhadores e comunidades vizinhas.

Durante a fase de operação do empreendimento, o risco de acidentes permanece elevado, ainda que as frentes de trabalho se concentrem em operações subterrâneas contínuas, o que exige o cumprimento estrito das normas regulamentadoras (NRs) de segurança do trabalho em mineração, como as NRs 22, 6, 9 e 35. O manuseio de substâncias perigosas, a operação de explosivos e a exposição a ruídos e vibrações permanentes são aspectos críticos que exigem monitoramento contínuo, treinamento sistemático da força de trabalho e integração de sistemas de resposta a emergências.

Adicionalmente, o diagnóstico indicou que parte significativa da força de trabalho da mineração em Parauapebas é composta por trabalhadores migrantes contratados por empresas terceirizadas, muitas vezes com altos índices de rotatividade e baixo tempo de permanência nos postos de trabalho. Essa dinâmica dificulta a consolidação de uma cultura organizacional sólida de segurança, representando desafio adicional para o controle dos acidentes ocupacionais.

A ausência de um plano regional estruturado de resposta a emergências tecnológicas foi outro ponto destacado no diagnóstico. Ainda que o Plano de Ação de Emergência de Barragens (PAEBM) do projeto venha a ser regulamentado conforme exigido pela legislação vigente, o envolvimento de instituições

12 DA @ 20 28 92 01-22 GC PM



loais de saúde, defesa civil e transporte emergencial ainda não está institucionalmente consolidado, o que requer articulação interinstitucional desde as etapas iniciais de implantação.

Na fase de fechamento, as frentes de serviço voltarão a operar em regime intensivo, com destaque para as atividades de desmontagem de estruturas metálicas, demolições controladas, movimentação de materiais com potencial de risco e reabilitação de áreas afetadas. Tais operações concentram risco de acidentes, principalmente em contextos de redução da força de trabalho, menor vigilância institucional e desmobilização gradual de recursos de saúde e segurança, o que passou a se associar ao aumento de acidentes em projetos minerários no Brasil.

O impacto, conforme a Tabela 44, apresenta caráter **irreversível e cumulativo**, uma vez que acidentes graves podem resultar em lesões permanentes, incapacidades e óbitos. A reversibilidade parcial depende da efetividade das ações de prevenção, gestão integrada da segurança ocupacional, uso de tecnologias de proteção coletiva e individual, e articulação entre o empreendedor, empresas contratadas e órgãos do SUS.

Mais especificamente, a Tabela 44 sintetiza os atributos do impacto de ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço que tem ocorrência prevista nas fases de desenvolvimento do Projeto Alemão: **implantação, operação e fechamento**. Em todos os casos, o impacto é classificado como **negativo**, com **abrangência local, ocorrência provável, duração temporária, reversibilidade inexistente e importância e magnitude altas**. O impacto é sistematicamente considerado **relevante**, com destaque para um caso específico na fase operacional, classificado como **muito relevante**.

Ao longo da **implantação**, o impacto se manifesta em função de diferentes atividades que envolvem risco laboral direto, como a **instalação de estruturas de apoio**, a **supressão vegetal** e o **funcionamento das frentes de serviço**. As causas elencadas incluem tanto a **geração de ruído e vibração**, que podem comprometer a percepção e a segurança dos trabalhadores, quanto a **maior exposição ao risco ocupacional**, derivada do uso intensivo de máquinas pesadas e da execução de tarefas perigosas em campo. O impacto tem **incidência direta**, com **temporalidade imediata e impacto irreversível**, o que significa que, uma vez ocorrido, o acidente não pode ser desfeito, podendo gerar sequelas permanentes ou morte.

Na **fase de operação**, o impacto reaparece com os mesmos atributos. As atividades críticas são a **operação e manutenção das minas e da usina**, cujas condições de trabalho envolvem **ambientes confinados, materiais perigosos, ruído contínuo e esforço físico prolongado**. Um dos registros, relacionado à **geração de ruído e vibração**, foi classificado como **muito relevante**, o que evidencia o risco acentuado para a integridade física dos trabalhadores e a necessidade de **políticas preventivas robustas de saúde e segurança do trabalho (SST)**. Ainda que o impacto seja pontual, sua gravidade o torna prioritário no planejamento da gestão operacional.

Na **fase de fechamento**, o impacto persiste com expressividade, associado às atividades de **desmobilização, demolição, terraplanagem e abandono de estruturas subterrâneas**. A manipulação de estruturas comprometidas, a depressurização de galerias cria **condições perigosas de trabalho**, exigindo atenção especial à **engenharia de segurança e aos protocolos de desativação**. Embora os atributos técnicos, a reincidência do impacto ao longo do encerramento demonstra que **o risco**

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



permanece alto até o fim do ciclo do projeto, o que reforça a necessidade de uma **desmobilização planejada e acompanhada tecnicamente**.

A fase de **maior expressividade** para o impacto ocorre na **operação**, especialmente pelo registro classificado como **muito relevante**, e pela natureza contínua, intensiva e tecnicamente complexa das atividades operacionais de lavra e beneficiamento. Os riscos tendem a ser mais agudos e persistentes, exigindo **estruturas permanentes de monitoramento e resposta rápida a emergências**.

As **fases de implantação e fechamento**, embora igualmente classificadas como relevantes e com elevada periculosidade, representam períodos de **risco concentrado**, vinculados a tarefas específicas de montagem ou desmontagem. Sua expressividade é alta, mas subordinada à duração limitada dessas tarefas. O caráter irreversível dos acidentes em todas as fases reforça a centralidade das medidas de prevenção, controle e capacitação da força de trabalho, especialmente em contextos de uso intensivo de mão de obra terceirizada.

Tabela 44 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental Ocorrência de Acidentes de Trabalho nas Frentes de Serviço

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Instalação de edificações e estruturas de apoio	Geração de ruído e vibração	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Instalação de edificações e estruturas de apoio	Maior exposição ao risco laboral	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Supressão Vegetal	Redução de habitats de animais silvestres	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Funcionamento das frentes de serviços	Maior exposição ao risco laboral	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Operação e manutenção das minas e usina	Geração de ruído e vibração	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço	Negativa	Local	Operação	Direta	Temporária	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Muito Relevante
Operação e manutenção das minas e usina	Maior exposição ao risco laboral	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço	Negativa	Local	Operação	Direta	Temporária	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Desmobilização das estruturas de apoio	Geração de ruído e vibração	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Desmobilização das estruturas de apoio	Maior exposição ao risco laboral	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Demolições, terraplanagem, desmontagem e abandono das galerias e infraestrutura	Geração de ruído e vibração	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Demolições, terraplanagem, desmontagem e abandono das galerias e infraestrutura	Maior exposição ao risco laboral	Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante

Fonte: AIA WEB – Clam (2025).

A ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço é um impacto negativo de alta magnitude e importância, exigindo medidas preventivas e corretivas robustas, sobretudo durante as fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão. Por envolver atividades de mineração subterrânea, construção civil, movimentação de carga pesada e transporte em vias precárias, o risco de acidentes é elevado e exige planejamento sistemático. As ações a seguir integram a estratégia de mitigação:

- **Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança:** constitui o principal instrumento de mitigação desse impacto. Deve contemplar ações voltadas à capacitação técnica e comportamental dos trabalhadores, com treinamentos contínuos em saúde e segurança do trabalho (SST), além de normas de conduta específicas para frentes de risco, como trabalhos em altura, operação de maquinário e manuseio de explosivos. A estruturação de um Sistema de Gestão Integrado de SST com monitoramento de indicadores de acidentes, inspeções sistemáticas e auditorias internas fortalece a prevenção. A adoção de planos de resposta a emergências, incluindo rotas de fuga, sistemas de ventilação e protocolos de primeiros socorros, é imprescindível no contexto de mina subterrânea.
- **Programa de Comunicação Social (PCS):** embora seu foco principal seja o relacionamento com públicos externos, o PCS tem papel complementar ao integrar campanhas educativas e comunicados voltados às comunidades do entorno sobre as medidas de segurança adotadas nas frentes de serviço e nos trechos logísticos. A articulação com lideranças locais pode

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



facilitar a divulgação de medidas de restrição de acesso e de segurança em áreas críticas, reduzindo o risco de acidentes com moradores.

- **Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE):** deve incluir indicadores específicos sobre saúde e segurança ocupacional, como número de acidentes com afastamento, frequência de treinamentos realizados e tempo médio de resposta a emergências. A análise periódica desses dados permitirá retroalimentar o sistema de gestão, adaptando rotinas e protocolos conforme a evolução das condições do empreendimento.
- **Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT):** pode contribuir de forma indireta, ao apoiar a melhoria da infraestrutura viária em áreas como a estrada Paulo Fonteles, reduzindo riscos logísticos e de trânsito, especialmente em trechos com circulação intensa de veículos pesados e pedestres.
- **Programa de Educação Ambiental (PEA):** poderá atuar na sensibilização dos trabalhadores sobre os impactos ambientais e sociais do projeto, incorporando temas como segurança em áreas naturais, proteção da fauna silvestre e riscos associados a ações imprudentes no território. Ao promover uma cultura de responsabilidade coletiva, contribui para minimizar comportamentos de risco.

1.4.4.9. Alteração na arrecadação pública

A alteração na arrecadação pública é um impacto de **alta relevância** nas fases de **implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão**, refletindo diretamente sobre a composição e o comportamento das receitas municipais, estaduais e federais. Esse impacto decorre da movimentação econômica induzida pelo empreendimento, da contratação de trabalhadores, da aquisição de bens e serviços e, sobretudo, da produção mineral e sua correspondência em tributos específicos, como a CFEM.

Durante a fase de implantação, espera-se incremento expressivo na arrecadação de tributos vinculados à prestação de serviços e à movimentação de mercadorias, com destaque para o ISSQN e o ICMS. A previsão de aproximadamente 3.000 postos de trabalho no pico da implantação indica, além de geração de renda, o potencial de ampliação da base arrecadatória por meio da tributação sobre salários, consumo e circulação de bens e serviços. Além disso, tributos federais como INSS, FGTS, IRRF e CSLL também incidirão sobre as empresas contratadas e a folha de pagamento, fortalecendo a arrecadação em diferentes esferas.

A fase de operação, entretanto, será responsável pela maior contribuição fiscal ao município de Parauapebas, sobretudo por meio da CFEM. De acordo com os dados do Diagnóstico de Meio Socioeconômico do Projeto Alemão, a arrecadação da CFEM representou 49,3% da receita total do município em 2022, consolidando-se como principal fonte de recursos municipais. A produção anual estimada de 5,45 Mt de concentrado de cobre, associada aos altos teores de ouro no minério, poderá elevar esse percentual nos anos iniciais de operação do projeto. O diagnóstico projeta um crescimento de 6,0% na arrecadação municipal, considerando apenas a entrada do Projeto Alemão. Além da CFEM, manter-se-ão relevantes tributos como o ISSQN, relacionado à manutenção e operação das estruturas, e

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



o IPTU, que vem apresentando variações significativas em razão de processos de regularização fundiária e expansão urbana no entorno da estrada Paulo Fonteles.

Na esfera estadual, o ICMS incidente sobre a circulação de bens minerais e sobre a cadeia logística de transporte ganhará relevância adicional com o início da operação. O Diagnóstico de 2025 sugere que a industrialização da atividade mineral no município continuará contribuindo para o fortalecimento do VAB do setor industrial e para a ampliação da arrecadação estadual sobre atividades agregadas à mineração.

Na fase de fechamento, o impacto sobre a arrecadação será negativo e imediato, com reflexo direto sobre as finanças municipais. A desmobilização das estruturas e a interrupção da produção mineral levarão à queda abrupta da CFEM, que deixará de ser recolhida. A arrecadação de ISSQN e ICMS também será reduzida à medida que as atividades de descomissionamento se encerrarem, afetando empresas locais contratadas para os serviços finais. A redução do dinamismo econômico local poderá ainda provocar retração na arrecadação de tributos como o IPTU, especialmente em áreas anteriormente valorizadas pelo entorno produtivo do projeto.

Com base na avaliação de atributos disposta na Tabela 45, observa-se que o impacto de alteração na arrecadação pública contempla registros nas fases de **implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão**. Nessas fases, o impacto apresenta **abrangência local, ocorrência certa, importância e magnitude altas e caráter cumulativo**, sendo classificado como **relevante**, ainda que com **natureza distinta** ao longo do ciclo do empreendimento: **positiva** nas fases iniciais e **negativa** no encerramento das atividades.

Durante a **fase de implantação**, o impacto é avaliado como **positivo**, com **incidência direta e indireta**, derivada da **geração de tributos** decorrentes da movimentação econômica associada aos **serviços preliminares**, como instalação de canteiros, refeitórios e alojamentos. A **temporalidade imediata** indica que o acréscimo na arrecadação se dá logo após o início das atividades, impulsionado por **impostos sobre bens e serviços (como ISS e ICMS)** e encargos trabalhistas. A **reversibilidade** é considerada possível, pois a manutenção da arrecadação dependerá do prosseguimento do projeto. A fase inicial contribui para o caixa municipal, ainda que de forma transitória.

Na **fase de operação**, o impacto permanece **positivo**, vinculado à **arrecadação de impostos** sobre a produção mineral (CFEM), circulação de mercadorias e serviços, e contratação de mão de obra. Os atributos da fase anterior se mantêm, mas indicam **potencial de estabilização fiscal**. A operação da mina e da usina garante fluxo contínuo de tributos, ampliando a **capacidade de investimento do poder público local**. Embora os atributos permaneçam inalterados (temporários, reversíveis), o período de operação tende a representar o **ápice da arrecadação municipal** ao longo do ciclo do empreendimento.

Na **fase de fechamento**, o impacto se torna **negativo**, associado à **interrupção na arrecadação de impostos**, tanto de forma **direta** quanto **indireta**. Com a paralisação das atividades e encerramento de contratos, há queda imediata nas receitas públicas. A **temporalidade de médio prazo** indica que os efeitos não são absorvidos de forma instantânea — o município pode experimentar **um período de desaceleração fiscal**, com possíveis prejuízos à manutenção de políticas públicas e à continuidade de serviços essenciais. A **irreversibilidade** classificada nesta fase reflete a natureza estrutural do

12 DA @ 20 28 92 04-20 GC PM



encerramento: trata-se de uma **ruptura definitiva na base arrecadatória gerada pelo empreendimento**.

O impacto se apresenta com **maior expressividade** é a **fase de operação**, pois representa o **período de maior geração e estabilidade das receitas fiscais**, com efeito direto sobre a capacidade do município em planejar e executar políticas públicas. A constância da arrecadação possibilita maior previsibilidade orçamentária e pode estimular investimentos em infraestrutura e serviços sociais, desde que haja capacidade institucional para sua boa gestão.

As **fases de menor expressividade** são a de **implantação**, por tratar-se de um aumento pontual e transitório nas receitas, e a de **fechamento**, cuja **expressividade é alta em termos de impacto negativo**, mas ocorre como **evento terminal**, não estruturante. A **queda abrupta na arrecadação** evidencia riscos de descontinuidade de serviços públicos se não houver **planejamento intertemporal** que considere reservas fiscais, diversificação da base arrecadatória ou fundos compensatórios.

Tabela 45 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental Alteração na Arrecadação Pública

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Serviços Preliminares (implantação de canteiro, alojamentos e refeitório)	Geração de tributos	Aumento na arrecadação pública	Positiva	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Serviços Preliminares (implantação de canteiro, alojamentos e refeitório)	Geração de tributos	Aumento na arrecadação pública	Positiva	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Operação e manutenção das minas e usina	Arrecadação de impostos	Alteração na arrecadação pública	Positiva	Local	Operação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Operação e manutenção das minas e usina	Arrecadação de impostos	Alteração na arrecadação pública	Positiva	Local	Operação	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Encerramento das atividades do site do projeto	Interrupção da arrecadação de impostos	Alteração na arrecadação pública	Negativa	Local	Fechamento	Direta	Temporária	Médio	Irreversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante
Encerramento das atividades do site do projeto	Interrupção da arrecadação de impostos	Alteração na arrecadação pública	Negativa	Local	Fechamento	Indireta	Temporária	Médio	Irreversível	Certa	Alta	Alta	Cumulativo	Relevante

Fonte: AIA WEB – Clam (2025).

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



O impacto de alteração na arrecadação pública decorrente do Projeto Alemão é caracterizado por efeitos majoritariamente positivos, embora envolva riscos relacionados à dependência fiscal do município de Parauapebas em relação à mineração. A arrecadação de tributos diretos e indiretos, especialmente a CFEM, amplia significativamente a capacidade financeira local durante a fase de operação, ao passo que seu encerramento, na fase de fechamento, acarreta a perda de receitas estruturantes. Assim, medidas estratégicas devem ser adotadas tanto para potencializar os benefícios durante a operação, quanto para mitigar os efeitos negativos no encerramento do ciclo minerário:

- **Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT):** é o principal instrumento para garantir que o incremento na arrecadação pública se converta em benefícios estruturantes de longo prazo para o município. O programa deverá atuar em articulação com o poder público no apoio à formulação e monitoramento de políticas de diversificação econômica, reduzindo a dependência da CFEM e de tributos vinculados à indústria extrativa. Além disso, pode apoiar ações de qualificação da gestão pública, sobretudo na programação orçamentária de investimentos sociais e em infraestrutura urbana.
- **Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE):** deve acompanhar a evolução da arrecadação tributária, bem como os efeitos dessa arrecadação sobre os investimentos em políticas públicas. A inclusão de métricas relacionadas à alocação orçamentária em saúde, educação, saneamento e infraestrutura permitirá avaliar a efetividade do uso dos recursos públicos advindos do projeto. Isso também contribui para transparência e responsabilização institucional.
- **Programa de Comunicação Social (PCS):** contribui de forma indireta ao promover o acesso da população a informações sobre a arrecadação pública vinculada ao projeto, bem como sobre os compromissos da Vale Metais Básicos com o desenvolvimento local. Estratégias de comunicação ativa sobre os tributos arrecadados e suas aplicações podem reforçar a legitimidade social do empreendimento e estimular a participação cidadã na fiscalização da gestão pública.
- **Programa de Educação Ambiental (PEA):** pode incluir conteúdos específicos sobre sustentabilidade fiscal, justiça tributária e uso responsável dos recursos públicos nos seus processos formativos, em especial voltados às escolas públicas locais. A educação para a cidadania fiscal é um instrumento de empoderamento social que contribui para o fortalecimento das instituições públicas.
- **Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança:** embora seu foco esteja na gestão de pessoal, o programa contribui para a formalização do trabalho local, o que gera efeitos positivos sobre a arrecadação de tributos como o ISSQN, além de contribuir para a ampliação da base contributiva do município.

1.4.4.10. Síntese dos Impactos Relevantes – Meio Socioeconômico

Esta seção tem objetivo de apresentar uma síntese dos impactos socioeconômicos relevantes identificados ao longo da AIA do Projeto Alemão, estruturando-os segundo as fases de planejamento,

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



implantação, operação e fechamento. Para cada fase, são discutidos os impactos considerados mais expressivos em termos de magnitude, duração, abrangência, reversibilidade e ocorrência, com especial atenção às interações entre os diferentes aspectos e propriedades. Essa síntese visa oferecer uma visão integrada dos efeitos positivos e negativos que o empreendimento poderá exercer sobre o meio socioeconômico, permitindo compreender os efeitos diretos e os desdobramentos indiretos e articulados entre os vetores de pressão, como migração, demanda por serviços, circulação de trabalhadores e alterações na arrecadação pública. Ao consolidar os impactos mais relevantes, este item contribui para o fortalecimento da análise técnica e para o suporte à avaliação da viabilidade socioambiental do empreendimento.

1.4.4.10.1. Fase de Planejamento

Na fase de planejamento do Projeto Alemão, os impactos socioeconômicos se concentram na esfera da percepção coletiva e das dinâmicas institucionais associadas à introdução de um novo empreendimento de grande porte em território sensível. O principal impacto identificado nessa etapa se refere à geração de expectativas e incertezas na população, fenômeno que se manifesta desde os primeiros levantamentos de campo até a comunicação pública sobre o projeto, passando pelas reuniões com *stakeholders* e a realização de audiências públicas.

Esse impacto assume natureza ambígua, com manifestações tanto positivas – associadas à esperança de acesso a empregos, qualificação profissional e melhorias econômicas – quanto negativas, como o aumento da ansiedade social, a insegurança quanto à distribuição real dos benefícios e o temor de transformações abruptas no cotidiano das comunidades da AID. Apesar de sua temporalidade limitada e reversibilidade reconhecida, o caráter cumulativo desse impacto exige atenção, na medida em que se articula com outras externalidades previstas para as fases seguintes, especialmente com o potencial de migração espontânea para o município de Parauapebas.

Outro impacto relevante, ainda que indireto, diz respeito à antecipação de pressões sobre a infraestrutura urbana e os serviços públicos locais. A simples divulgação da existência de mais de 4.000 vagas previstas ao longo do ciclo do projeto pode contribuir para fluxos populacionais desordenados, elevando o grau de alerta entre gestores públicos e comunidades locais. Mesmo antes da implantação física, essa dinâmica pode provocar reconfigurações de uso do solo, tensiona a mobilidade urbana e expor a fragilidade de políticas habitacionais e de regulação fundiária nos bairros periféricos da cidade, como Palmares Sul e Vila Sanção.

De maneira sistemática, observou-se que todos os impactos identificados para essa fase foram classificados como cumulativos, indicando que seus efeitos tendem a se somar a processos pré-existent na região – tais como pressões sobre os serviços públicos, migração espontânea em função de expectativas de emprego e tensões comunicacionais entre partes interessadas. Além disso, todos os impactos da fase de planejamento foram considerados sinérgicos, ou seja, suas manifestações reforçam mutuamente os efeitos de outros impactos previstos, tanto dentro da própria fase quanto nas fases subsequentes.

A comunicação institucional do projeto, portanto, desempenha papel central nesta fase, atuando como vetor de impactos cruzados. Quando não acompanhada de instrumentos adequados de escuta,

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



transparência e mediação social, pode acentuar conflitos, alimentar boatos e gerar desconfiança, afetando negativamente a relação entre empresa, poder público e comunidades.

A relevância dos impactos da fase de planejamento não se deve à sua magnitude isolada, mas sim ao fato de que estabelecem as bases simbólicas, políticas e territoriais que condicionam os efeitos das etapas subsequentes. A antecipação de externalidades, a gestão adequada da informação e o alinhamento entre expectativas sociais e capacidades institucionais constituem dimensões estratégicas para a mitigação dos impactos futuros e para a promoção de um desenvolvimento regional equilibrado.

1.4.4.10.2. Fase de Implantação

A fase de implantação concentra os efeitos socioeconômicos mais intensos e diversificados do Projeto Alemão. Trata-se do período em que as transformações territoriais deixam o campo das expectativas e assumem caráter concreto e perceptível para a população residente. Os impactos predominantes nesta etapa resultam da combinação entre a instalação de estruturas físicas, o início das operações logísticas e a movimentação sistemática de insumos, veículos e trabalhadores.

Entre os impactos negativos de maior relevância está a pressão sobre a infraestrutura e os serviços públicos, amplificada pela entrada de trabalhadores migrantes, seja por contratação direta, seja por tentativa espontânea de acesso às oportunidades geradas pelo empreendimento. Essa pressão incide especialmente sobre os serviços de saúde, educação, saneamento básico e mobilidade urbana, com destaque para os bairros de Palmares Sul, Pôr do Sol e Vila Sanção – áreas já marcadas por restrições estruturais e vulnerabilidades socioespaciais pré-existent. A articulação entre migração, aumento da demanda e fragilidade da resposta estatal caracteriza esse impacto como cumulativo e transversal a vários setores sociais, exigindo respostas coordenadas entre empresa, poder público e sociedade civil.

Associadamente, a alteração no fluxo migratório e a circulação de trabalhadores e veículos pesados geram interferências significativas no cotidiano da população, afetando padrões de mobilidade, uso do espaço urbano, segurança viária e sensação de tranquilidade em comunidades adjacentes às frentes de obra. Tais efeitos são percebidos como intrusivos e abruptos, ainda que sua duração seja limitada à fase de implantação. As vias utilizadas para o transporte de materiais e pessoal – notadamente a PA-275, a estrada Paulo Fonteles e os acessos à APA do Igarapé Gelado – passam a demandar adaptação urgente da infraestrutura viária e da sinalização, dada sua importância logística e o risco de acidentes.

No campo laboral, a fase é marcada por intensa geração de empregos, configurando um impacto positivo relevante, principalmente entre trabalhadores não especializados. Contudo, a temporalidade dos postos ofertados, o grau de absorção da mão de obra local e a rotatividade típica dos contratos por empreitada podem limitar os benefícios esperados, além de provocar frustração de expectativas e instabilidade nas comunidades. Por outro lado, há um claro efeito positivo sobre a arrecadação pública municipal, com destaque para a circulação de tributos sobre bens e serviços e os repasses associados à Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), ainda que concentrados nos primeiros anos da implantação.

Por fim, os riscos ocupacionais durante a instalação das estruturas e frentes de trabalho representam impactos negativos de elevada significância, uma vez que envolvem a possibilidade de acidentes de

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



trabalho graves, alguns de natureza irreversível. A complexidade das atividades realizadas e o volume de trabalhadores simultaneamente mobilizados ampliam a probabilidade de ocorrências, mesmo diante da adoção de protocolos de segurança.

A fase de implantação do Projeto Alemão concentra o maior número de impactos socioeconômicos classificados como cumulativos e sinérgicos, refletindo a sobreposição de efeitos sociais decorrentes da chegada da frente de obras sobre um território já marcado por intensas dinâmicas urbanas, migratórias e de uso da infraestrutura pública.

Os impactos identificados como cumulativos nessa fase decorrem de mecanismos como: (i) a ampliação da força de trabalho empregada diretamente e por terceiros, (ii) o aumento da circulação de veículos, equipamentos e pessoas, (iii) a intensificação da demanda por insumos e serviços, e (iv) a pressão sobre os sistemas públicos de saúde, educação, segurança e transporte urbano. Quando somados aos efeitos de outras grandes obras na região de Parauapebas, esses fatores ampliam tensões urbanas latentes e reforçam desigualdades territoriais já evidenciadas no diagnóstico socioeconômico.

Entre os principais impactos cumulativos, destacam-se:

- Alteração no fluxo migratório e consequente sobrecarga sobre os bairros periféricos de Parauapebas, especialmente aqueles menos estruturados do ponto de vista habitacional e urbanístico;
- Pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais, intensificadas por fluxos espontâneos de migrantes e pela ausência de políticas públicas coordenadas de ordenamento territorial;
- Alteração no nível de emprego e renda, que embora configure um impacto positivo, pode acirrar desigualdades salariais e gerar efeitos distributivos assimétricos;
- Interferências no cotidiano da população, como resultado do aumento do tráfego, da movimentação nos canteiros e do convívio entre trabalhadores e comunidades locais.

No que se refere à sinergia, nota-se que múltiplos impactos interagem entre si, reforçando efeitos adversos ou ampliando potenciais positivos. É o caso, por exemplo, da sinergia entre:

- A geração de expectativas, o aumento da oferta de vagas e a migração espontânea, que atuam de modo interdependente e com forte potencial de retroalimentação das expectativas;
- A migração e a pressão sobre serviços públicos, que, quando não mitigadas de forma coordenada, resultam em degradação da qualidade do atendimento à população local;
- A alteração na dinâmica econômica local que, embora positiva, pode acarretar impactos sobre a organização social, o custo de vida e o tecido associativo, que podem levar a transformações rápidas e nem sempre inclusivas no padrão de consumo e nas relações comunitárias.

Essas sinergias demonstram a complexidade do processo de implantação, exigindo estratégias integradas de mitigação e monitoramento contínuo da realidade social para evitar o agravamento de vulnerabilidades. A articulação entre os Programas de Comunicação Social (PCS), Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT), Gestão da Mão de Obra e Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE) é, portanto, decisiva para neutralizar ou reverter parte dos efeitos

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



indesejáveis desta fase.

1.4.4.10.3. Fase de Operação

A fase de operação do Projeto Alemão inaugura um novo regime de estabilidade relativa nas relações entre o empreendimento e os territórios afetados. Após o ciclo acelerado de transformações da implantação, a operação estabelece padrões duradouros de interação econômica, laboral e territorial, cujos efeitos se disseminam de forma contínua sobre os contextos urbanos e ambientais da AEL.

Do ponto de vista positivo, destacam-se os impactos associados à geração de empregos e à movimentação da economia local, sobretudo por meio da demanda regular por bens e serviços relacionados à manutenção da usina, das estruturas acessórias e dos sistemas logísticos do empreendimento. A operação contribui para consolidar novos circuitos econômicos locais, com potencial de estimular cadeias produtivas nos setores de comércio, transporte, alimentação e serviços gerais, além de ampliar a arrecadação tributária municipal via CFEM e impostos sobre consumo. Esses efeitos, embora positivos, são altamente sensíveis ao grau de contratação local e à capacidade dos agentes econômicos da região em se adaptar às exigências do setor mineral.

No entanto, a estabilidade da fase operacional também acarreta efeitos negativos persistentes sobre o cotidiano da população, principalmente nas áreas adjacentes às rotas de circulação de veículos pesados e à zona de influência da atividade minerária. A intensificação do tráfego de caminhões e ônibus, associada à presença contínua de trabalhadores circulando nas comunidades próximas, mantém elevados os níveis de pressão sobre a infraestrutura urbana, a mobilidade e a sensação de insegurança da população residente, especialmente nas franjas urbanas de Parauapebas. Esses impactos, embora tipicamente reversíveis, possuem caráter cumulativo e prolongado, podendo provocar desgaste na relação entre empreendimento e sociedade caso não sejam compensados por medidas estruturais eficazes.

Além disso, mantêm-se os riscos ocupacionais inerentes à operação de mina subterrânea e usina de beneficiamento, com potencial para acidentes de trabalho com consequências severas. A operação contínua em ambiente confinado, a exposição a ruído, vibração e agentes químicos, bem como o manejo de maquinário pesado, conferem a esse impacto um status de elevada magnitude e importância, exigindo protocolos rigorosos de segurança e estratégias permanentes de capacitação e prevenção.

Vale destacar que, embora essa fase represente o período de maior retorno econômico do projeto, os benefícios sociais e fiscais dela derivados não ocorrem automaticamente. Sua efetividade depende da existência de políticas públicas articuladas, de canais de diálogo entre empresa, poder público e sociedade civil, e de uma gestão territorial capaz de acompanhar as externalidades produzidas. A ausência dessa governança pode converter impactos potencialmente positivos em vetores de desigualdade, pressão urbana desordenada e deterioração dos serviços públicos.

Durante a fase de operação do Projeto Alemão, observa-se a manutenção de um conjunto de impactos socioeconômicos cumulativos e sinérgicos, ainda que sob uma dinâmica distinta da fase de implantação. Se por um lado a intensidade das transformações físicas se reduz, por outro, consolidam-se novos padrões de ocupação territorial, uso de infraestrutura pública e organização das atividades econômicas

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



locais.

- Do ponto de vista cumulativo, os principais impactos dessa fase resultam da continuidade de efeitos gerados na implantação, agora em condição de estabilização. São eles:
- A alteração no fluxo migratório, sustentada pela permanência de parte dos trabalhadores atraídos para o município e pela chegada de novos moradores em busca de oportunidades indiretas;
- As pressões sobre os serviços e equipamentos sociais, já saturados, que tendem a persistir ou se agravar diante da consolidação de novos núcleos residenciais e da ausência de contrapartidas estruturantes;
- A alteração na dinâmica econômica, marcada pelo fortalecimento de cadeias locais de fornecimento de insumos, equipamentos e serviços voltados ao empreendimento, com impactos distributivos e setoriais relevantes;
- A interferência no cotidiano da população, refletida na continuidade do tráfego de veículos e da circulação de trabalhadores nos bairros do entorno da FLONA Carajás.
- Todos esses impactos foram classificados como cumulativos, com magnitude média a alta e abrangência local, evidenciando a sobreposição de efeitos contínuos e a dependência da atuação do poder público e da empresa para garantir o equilíbrio territorial.

No tocante à sinergia, os dados indicam que os impactos sociais da fase de operação atuam em interdependência funcional, de modo que os efeitos de uma categoria acentuam os de outras. Por exemplo:

- A alteração no nível de emprego e renda, quando associada à expansão de cadeias produtivas locais, amplia a pressão sobre a infraestrutura urbana, especialmente em áreas de moradia informal;
- A circulação de trabalhadores e a demanda por transporte e serviços urbanos, quando somadas à intensificação do tráfego, interferem nas rotinas locais e no uso compartilhado dos espaços públicos;
- A percepção de oportunidades econômicas, estimulada pela operação do empreendimento, reforça a permanência de fluxos migratórios e impacta diretamente o planejamento urbano de Parauapebas.

Tais sinergias reforçam a importância de manter ativos os programas socioeconômicos estruturados na fase de implantação, com destaque para o PADT, o PCS e o PMISE, cujos papéis na mediação territorial, no monitoramento dos indicadores e no apoio à governança pública são essenciais para mitigar riscos sociais de médio e longo prazo.

1.4.4.10.4. Fase de Fechamento

A fase de Desativação do Projeto Alemão representa o momento de transição mais sensível do ciclo de vida do empreendimento. Trata-se de uma etapa marcada por mudanças abruptas nas dinâmicas econômicas, ocupacionais e urbanas, cujos impactos, embora esperados, muitas vezes não são

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



suficientemente internalizados pelas políticas públicas e pela sociedade local ao longo das fases anteriores.

Entre os impactos de maior relevância, destaca-se a desmobilização da mão de obra e o consequente encerramento de contratos com prestadores de serviços locais, o que provoca uma retração significativa nos níveis de emprego e renda em Parauapebas e entorno. Esse efeito é intensificado pela interrupção da arrecadação de impostos vinculada à produção mineral, como a CFEM, e pela diminuição do consumo agregado, afetando diretamente os pequenos negócios que se estruturaram em torno do projeto. Embora esses impactos sejam, em teoria, reversíveis, sua combinação simultânea com a ausência de políticas de transição econômica confere a eles um caráter de alta magnitude e importância.

A alteração na dinâmica econômica local também se reflete no setor de infraestrutura urbana. O fechamento da mina implica mudanças no padrão de circulação de trabalhadores e veículos, com redução do tráfego pesado e, potencialmente, diminuição da pressão sobre vias e equipamentos urbanos. No entanto, esses efeitos positivos são limitados, uma vez que coexistem com novas demandas por readequação de áreas impactadas, desmobilização de estruturas de apoio e, em certos casos, necessidade de reinserção territorial das populações economicamente atingidas. A presença de impactos como pressões residuais sobre os serviços públicos, seja por desemprego, abandono de imóveis alugados ou esvaziamento de regiões periféricas, exige planejamento integrado entre empresa e poder público para garantir que o encerramento das atividades não represente o colapso dos arranjos sociais estabelecidos durante a operação.

Outro aspecto de elevada relevância refere-se à exposição a riscos ocupacionais e ambientais durante a desmontagem das instalações, demolições e descomissionamento de estruturas subterrâneas, como galerias e canais de ventilação. Trata-se de um período que demanda forte vigilância sobre as condições de trabalho, especialmente diante da possível redução do contingente de segurança e saúde ocupacional nas frentes de serviço. O risco de acidentes graves se mantém presente e requer atenção redobrada em um contexto de desmobilização progressiva de equipes e recursos.

A comunicação do encerramento das atividades, quando conduzida sem clareza e mecanismos de transição bem definidos, pode reativar percepções de frustração, abandono e desconfiança na população local, principalmente entre os grupos que associaram o projeto a expectativas de desenvolvimento prolongado. A reversibilidade desse impacto depende fortemente de estratégias de comunicação social, mediação comunitária e implementação de ações de legado socioeconômico, que deixem contribuições duradouras à região após o encerramento das operações.

A fase de Desativação do Projeto Alemão representa um momento de transição crítica, marcado pela retração das atividades operacionais e pela desmobilização de estruturas físicas e de força de trabalho. Ainda que temporária em sua duração, essa fase dá origem a uma nova combinação de impactos cumulativos e sinérgicos, exigindo atenção estratégica quanto à sua gestão socioeconômica.

- No campo da cumulatividade, os principais efeitos decorrem do acúmulo dos processos iniciados nas fases anteriores e da reversão de certos padrões consolidados ao longo da operação. Destacam-se:
- A alteração no nível de emprego e renda, gerada pela desmobilização da mão de obra direta e

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



indireta, afetando especialmente trabalhadores locais com baixa inserção em outras cadeias econômicas;

- A alteração na dinâmica econômica, associada à interrupção na aquisição de insumos, serviços e apoio logístico por parte da empresa, com repercussões diretas sobre pequenos e médios fornecedores do entorno;
- As pressões sobre serviços públicos, que tendem a se modificar, mas não necessariamente se reduzir, diante de uma população que permanece no território, mesmo após o encerramento das atividades;
- A persistência de interferências no cotidiano da população, sobretudo nos bairros próximos às estruturas remanescentes, como frentes de obra, vias utilizadas por caminhões e acessos à FLONA Carajás.

Esses impactos, embora temporários em definição, são cumulativos, pois resultam de processos contínuos que exigem ação coordenada entre empresa e poder público para garantir a reconversão produtiva do território e evitar quadros de vulnerabilidade prolongada.

Em termos de sinergia, a análise indica que os efeitos negativos da fase de fechamento interagem de forma concatenada, podendo potencializar tensões socioeconômicas latentes. Exemplos notáveis incluem:

- A desmobilização da mão de obra, que, somada à redução da demanda por serviços locais, contribui para a desaceleração da economia urbana e para o aumento da informalidade;
- A interrupção da arrecadação de impostos, combinada à persistência das demandas sociais nos territórios de entorno, compromete a capacidade fiscal dos entes municipais de manter ou expandir políticas públicas;
- A descontinuidade de projetos temporários ou compensatórios, caso não haja planejamento prévio, compromete os vínculos estabelecidos com comunidades locais e pode afetar a imagem institucional da empresa.
- Por essas razões, a etapa de fechamento demanda não apenas medidas de mitigação, mas também ações de transição planejada, com especial atenção à reestruturação da base econômica local, ao monitoramento de indicadores socioeconômicos de curto e médio prazo, e à promoção de estratégias de saída responsável.

A continuidade do PADT, do PCS e do PMISE durante essa fase se apresenta como essencial para reduzir os riscos sociais associados à retirada da presença empresarial no território, além de assegurar que as ações previstas tenham efeito duradouro e legitimado pelos atores locais.

1.4.4.10.5. Impactos Não Mitigáveis – Meio Socioeconômico

Com base nas análises técnicas desenvolvidas no âmbito do EIA do Projeto Alemão, não se identificaram impactos socioeconômicos negativos que não possam ser evitados, minimizados ou remediados por meio da adoção das medidas propostas nos respectivos programas ambientais. A totalidade dos efeitos adversos mapeados para as fases de planejamento, implantação, operação e

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



fechamento do empreendimento – ainda que em muitos casos classificados como de média ou alta magnitude, com incidência certa e duração prolongada – foi considerada tecnicamente reversível, conforme os critérios metodológicos adotados neste estudo.

Destaca-se, ainda, que os atributos de relevância foram sistematicamente avaliados em cada impacto identificado, e a hierarquia da mitigação foi respeitada na formulação das medidas correspondentes, as quais envolvem ações de prevenção, minimização, compensação e controle. Assim, diante da estrutura dos programas socioambientais propostos – como o Programa de Comunicação Social, o Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança, o Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial e o Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás – conclui-se que não há impactos negativos significativos residuais e não mitigáveis sobre o meio socioeconômico associados ao Projeto Alemão.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



2 ÁREAS DE INFLUÊNCIA

De acordo com a Resolução CONAMA nº 01/1986, os estudos de impacto ambiental devem incluir a delimitação dos limites de área geográfica afetada pelos impactos, direta e indiretamente, denominadas por áreas de influência do Projeto. Posto isto, são estabelecidas duas áreas de acordo com a extensão dos impactos: Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII). A delimitação dessas áreas permite uma avaliação detalhada dos impactos sobre os meios físicos, biótico e socioeconômico, bem como o desenvolvimento de estratégias de mitigação adequadas para preservar os recursos naturais e garantir a sustentabilidade ambiental da região afetada.

2.1. ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA

Na Área Diretamente Afetada (ADA) ocorrerão as ações diretas e efetivas decorrentes da implantação e operação do empreendimento, constituindo a porção territorial de intervenção da atividade mineradora, visando a extração de minérios de cobre e ouro, objetivando produzir concentrado de cobre, tendo o ouro como subproduto. Dessa forma, a ADA corresponde à área com a localização do Projeto Alemão.

LO DA @ 25 28 92 01-22 GC PM

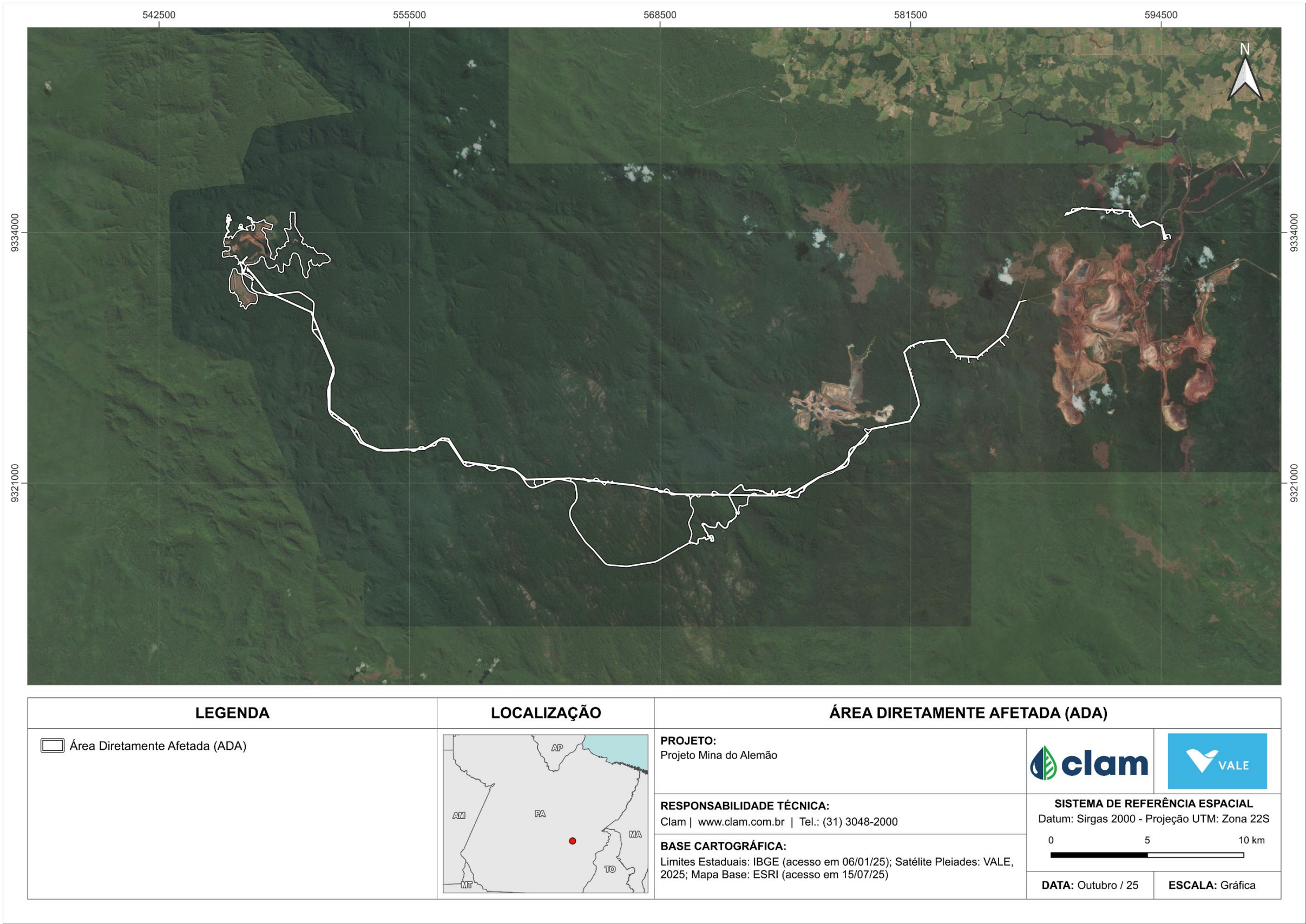


Figura 04 Área Diretamente Afetada do Projeto Alemão

LD DA @ 23 08 22 df RD GC PM



2.2. ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO FÍSICO

De acordo com a Resolução CONAMA nº 01/1986, os estudos de impacto ambiental devem incluir a delimitação dos limites de área geográfica afetada pelos impactos, direta e indiretamente, denominadas por áreas de influência do Projeto. Posto isto, são estabelecidas duas áreas de acordo com a extensão dos impactos: Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII).

2.2.1. Área de Influência Direta – AID

Para a delimitação da Área de Influência Direta (AID), considerou-se o espaço geográfico suscetível à ação direta da implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão. Essa delimitação considerou, principalmente, os impactos que afetam os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, e a qualidade do ar, considerados relevantes. Para o entorno da área da mina, a AID considerou, a leste, os limites das sub-bacias do igarapé Bahia e parte do igarapé Jacamin, seguindo a calha do ribeirão Águas Claras até o encontro com o rio Itacaiúnas; e a oeste, englobou as sub-bacias do igarapé Sergipe e igarapé Pernambuco, até a confluência com o rio Itacaiúnas, além dos demais afluentes menores do curso d'água principal nesta porção. Tomando a Área Diretamente Afetada (ADA) como referência, que engloba a área da mina e atividades acessórias, além do trecho da estrada do Igarapé Bahia onde ocorrerão melhorias do traçado e construção da Linha de Transmissão de 230 kV, a delimitação da AID incluiu um *buffer* de 500 metros nas porções lineares, tendo em vista a inexistência de receptores que pudessem ser afetados pela alteração da qualidade do ar e alteração dos níveis de ruído.

2.2.2. Área de Influência Indireta – AII

A Área de Influência Indireta (AII) corresponde à área real ou potencialmente sujeita aos impactos indiretos gerados nas atividades de implantação e operação do Projeto Alemão. Ressalta-se que os impactos na área regional são relevantes, principalmente no que tange aos recursos hídricos, dinâmica e disponibilidade hídrica e qualidade do ar. Para a delimitação, foram ponderados os efeitos sobre os recursos hídricos, considerando a dispersão de material solto que, caso carregado, pode alterar as características físicas e químicas dos corpos d'água a jusante da área do empreendimento. Além disso, a direção dos ventos foi considerada devido à sua influência na dispersão de poluentes, embora o empreendimento esteja inserido na Floresta Nacional dos Carajás, onde não existem atividades antrópicas no entorno do Projeto Alemão. Na porção linear da ADA, relacionada à estrada do Igarapé Bahia e Linha de Transmissão de 230 kV, foi utilizada como referência a delimitação das sub-bacias mais próximas e a jusante, além das barragens dos empreendimentos do entorno como barreiras físicas para os parâmetros de alteração da qualidade das águas. Na área próxima à mina, a AII foi definida para englobar todos os afluentes da margem direita do rio Itacaiúnas, a partir do igarapé Sergipe, em altitude aproximada de 210 m, até o limite da Floresta Nacional dos Carajás, em altitude de cerca de 170 m. Com relação à hidrografia, a AII se insere totalmente na bacia do rio Itacaiúnas, englobando a sub-bacia da calha principal e a sub-bacia do rio Parauapebas, a leste. A espacialização da ADA, AII e AID pode ser vista no mapa da Figura 05.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM

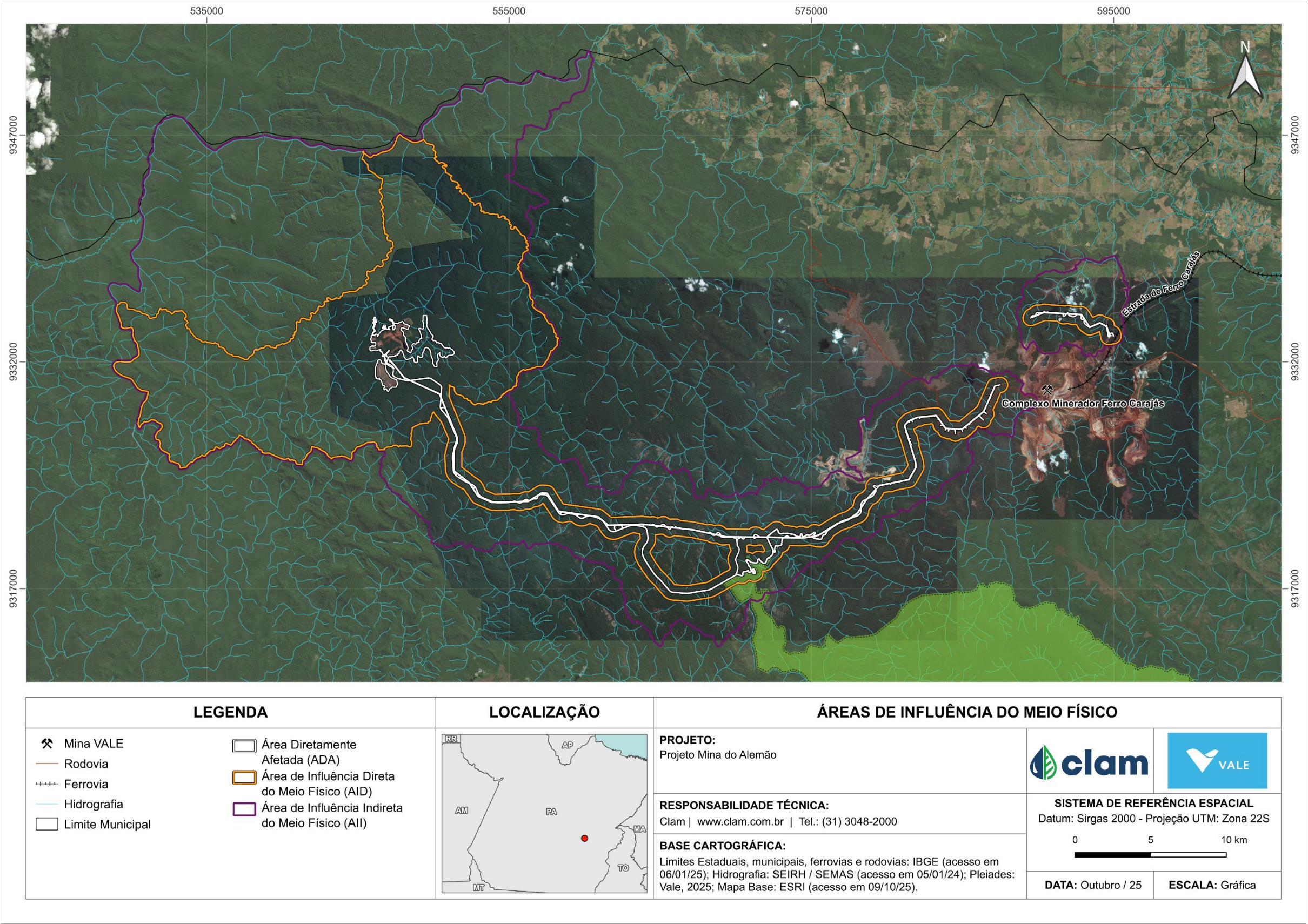


Figura 05 Áreas de influência do Meio Físico no Projeto Alemão

LD DA @ 23 DS SR OF RD GC PM



2.3. ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO ESPELEOLÓGICO

2.3.1. Área de Influência Direta – AID

Em vista dos resultados obtidos pela avaliação de impactos espeleoambientais, tornam-se diretamente ou potencialmente afetadas, as áreas de influência cavernícolas específicas delimitadas. Estas correspondem as de 8 cavidades, a saber: ALE_0001; ALE_0002; ALE_0003; ALE_0004; ALE_0005; ALE_0008; ALE_0009; ALE_0011; ALE_0012; ALE_0014; ALE_0015.

2.3.2. Área de Influência Indireta - AII

Área de Influência Indireta Espeleológica torna-se as áreas de influência espeleológicas iniciais mantidas para aquelas sem relação direta com o empreendimento. As mesmas não são consideradas para efeitos de gestão de impacto, mas como banco de compensação. Estas correspondem as de 13 cavidades, a saber: ALE_0006; ALE_0007; ALE_0010; ALE_0013; ALE_0016; ALE_0017; ALE_0018; ALE_0019; ALE_0020; ALE_0021; ALE_0022; ALE_0025; ALE_0026. Lembra-se que duas feições restantes (ALE_0023 e ALE_0024) são reentrâncias, para as quais não cabem análises aprofundadas, conforme legislação vigente.

A seguir são apresentadas as cavidades conhecidas no entrono do projeto, suas áreas de influência espeleológicas iniciais e finais, demonstrando o posicionamento da ADA na composição do cenário de definição da AID e AII sobre o patrimônio espeleológico (Figura 06 a Figura 15).

LE DA @ 25 26 52 01-22 GC PM

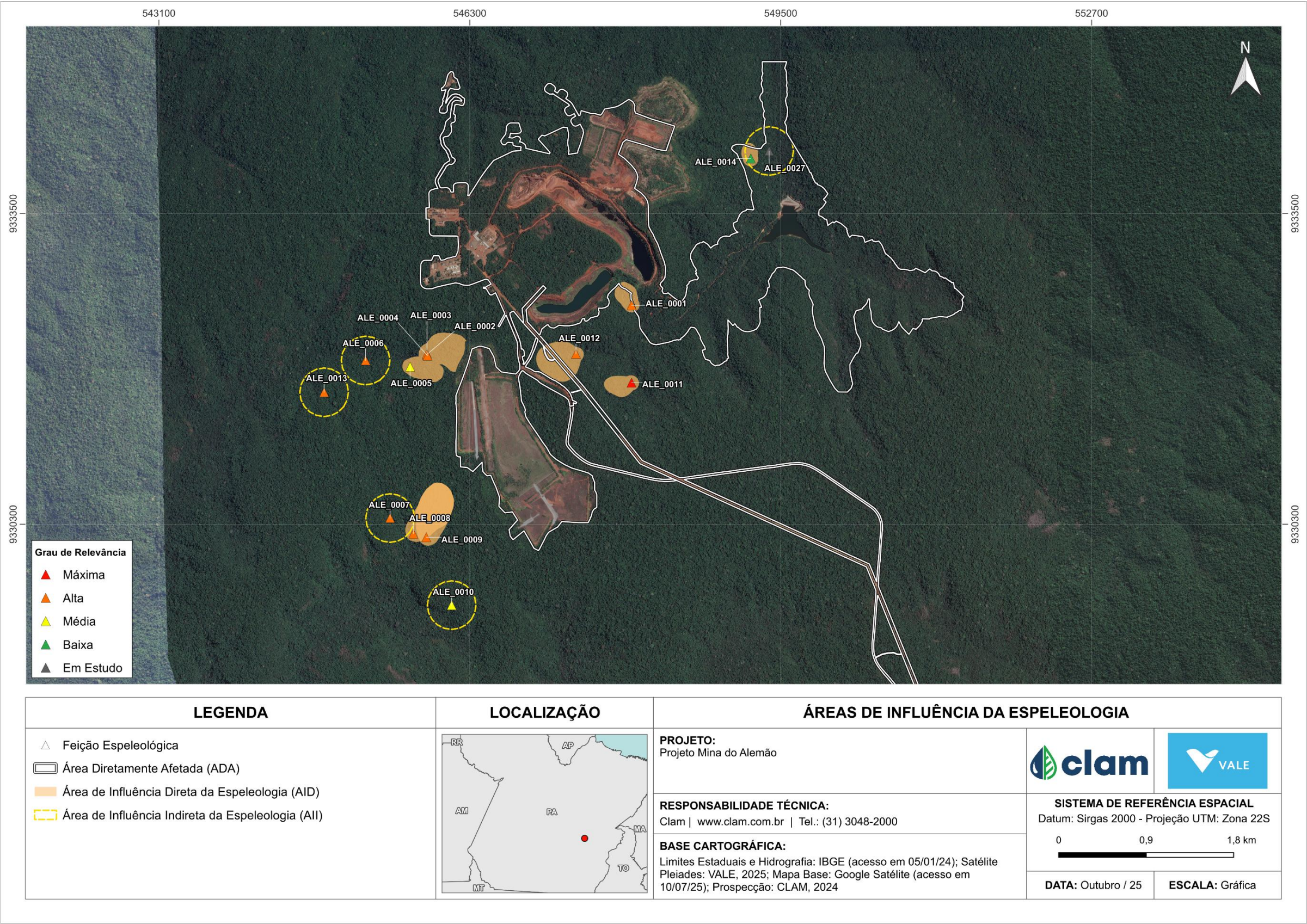


Figura 06 Inserção de feições espeleológicas, com seus respectivos graus de relevância e respectivas áreas de influência para Setor Oeste, adjacentes ao projeto minerário. Destaca-se a inserção na ADA das cavidades ALE_0001 e ALE_0014.



Figura 07 Inserção de feições espeleológicas, com seus respectivos graus de relevância e áreas de influência para Setor Leste. Folha 01.

LD DA @ 23 08 52 07-22 GC PM

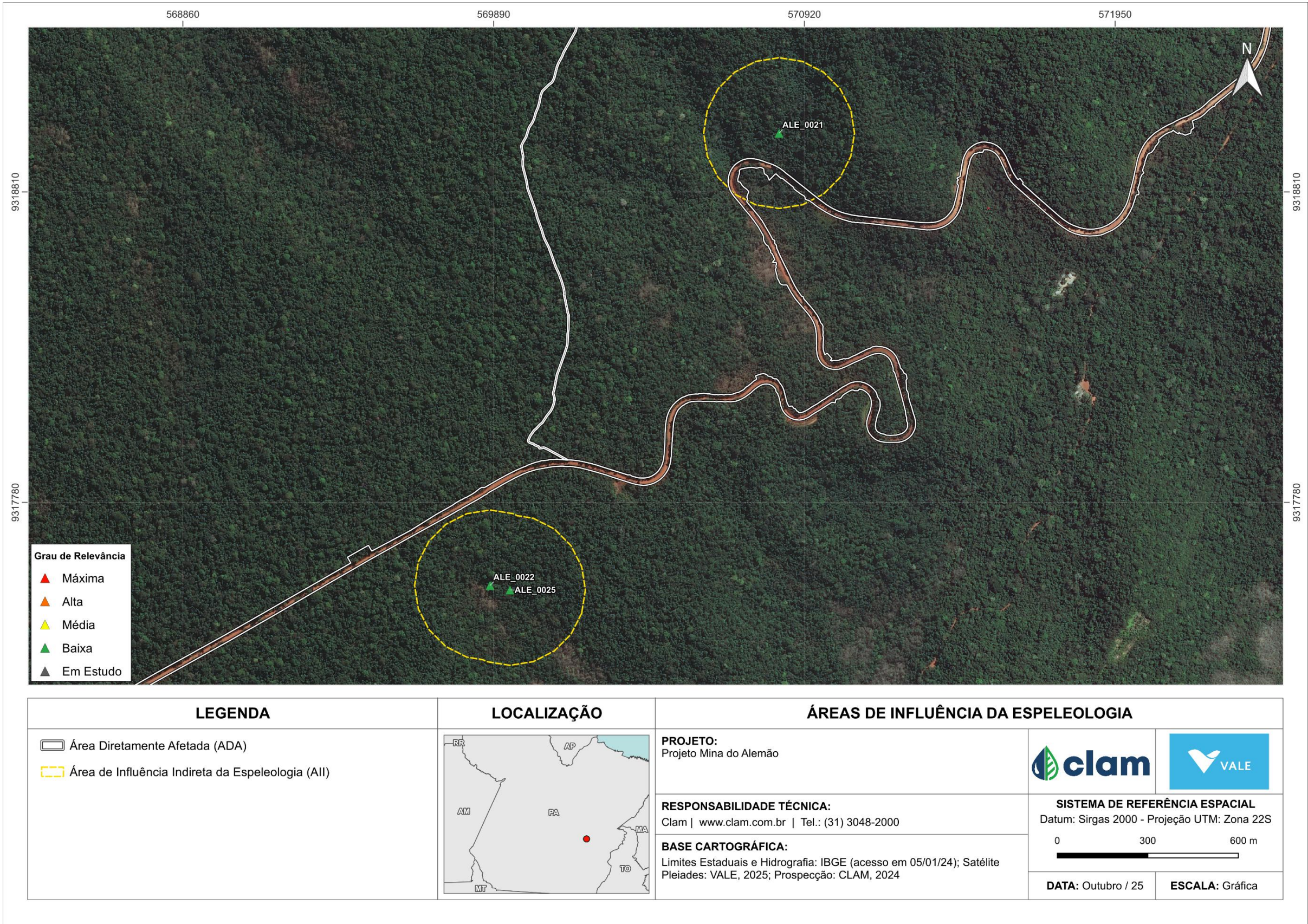


Figura 08 Inserção de feições espeleológicas, com seus respectivos graus de relevância e áreas de influência para Setor Leste. Folha 02.

LD DA @ 23 08 22 07-22 GC PM

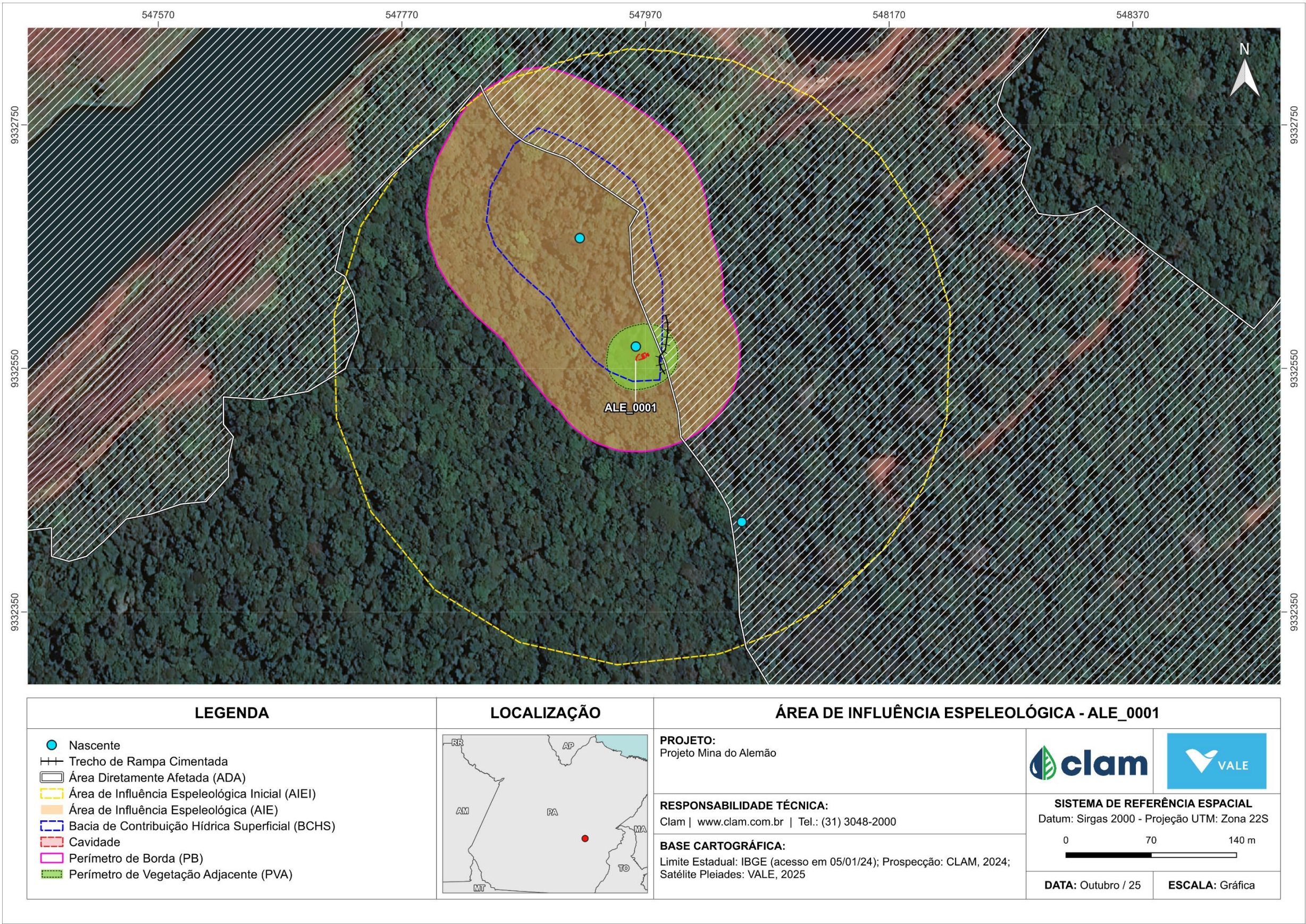


Figura 09 Posição das Área de Influência Espeleológica da ALE_0001, em relação à ADA do empreendimento.

LD DA @ 28 08 22 07-22 GC PM

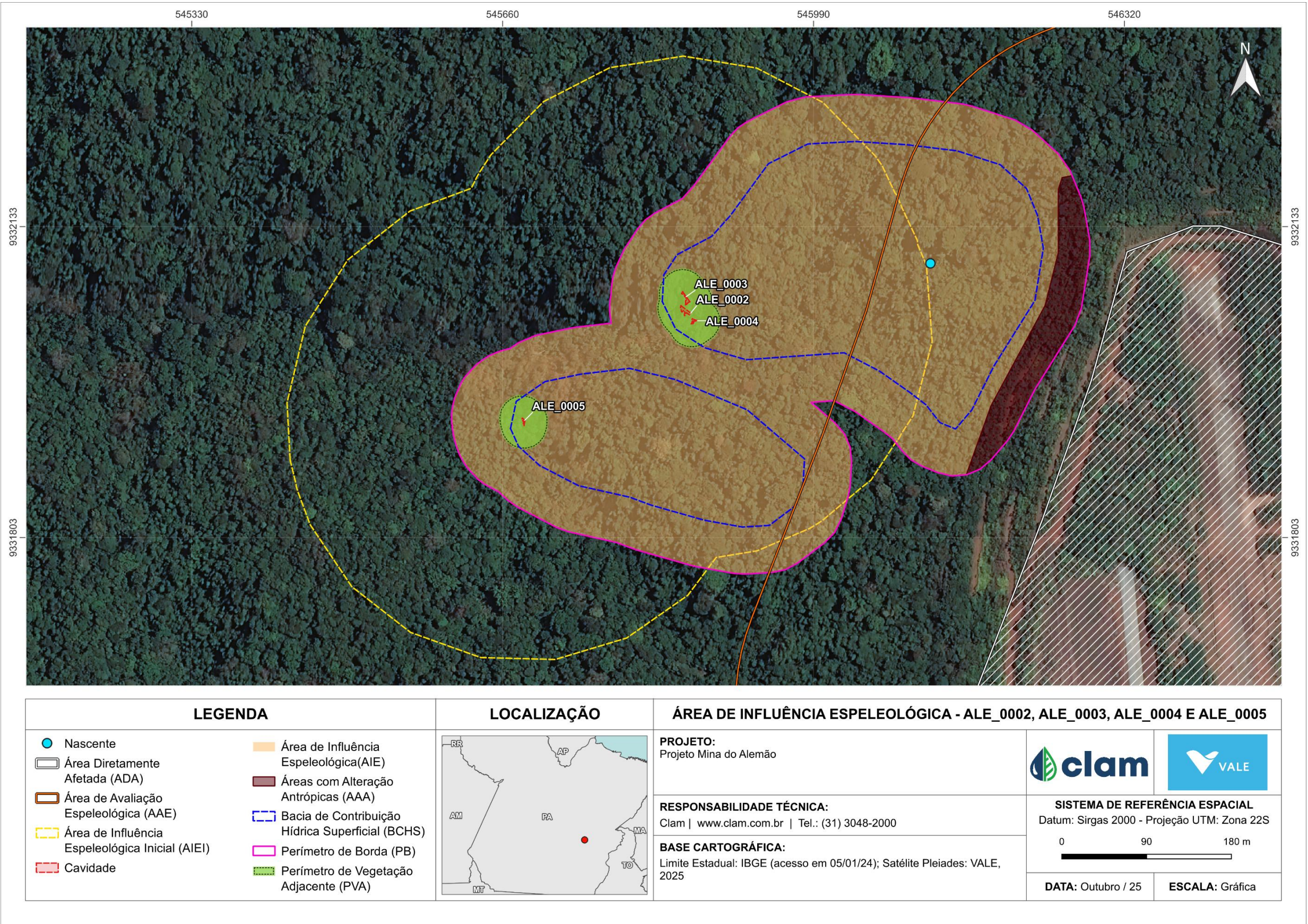


Figura 10 Posição das Área de Influência Espeleológica agrupada da ALE_0002, ALE_0003, ALE_0004 e ALE_0005 em relação à AID Espeleológica.

LD DA @ 28 08 22 07-22 GC PM

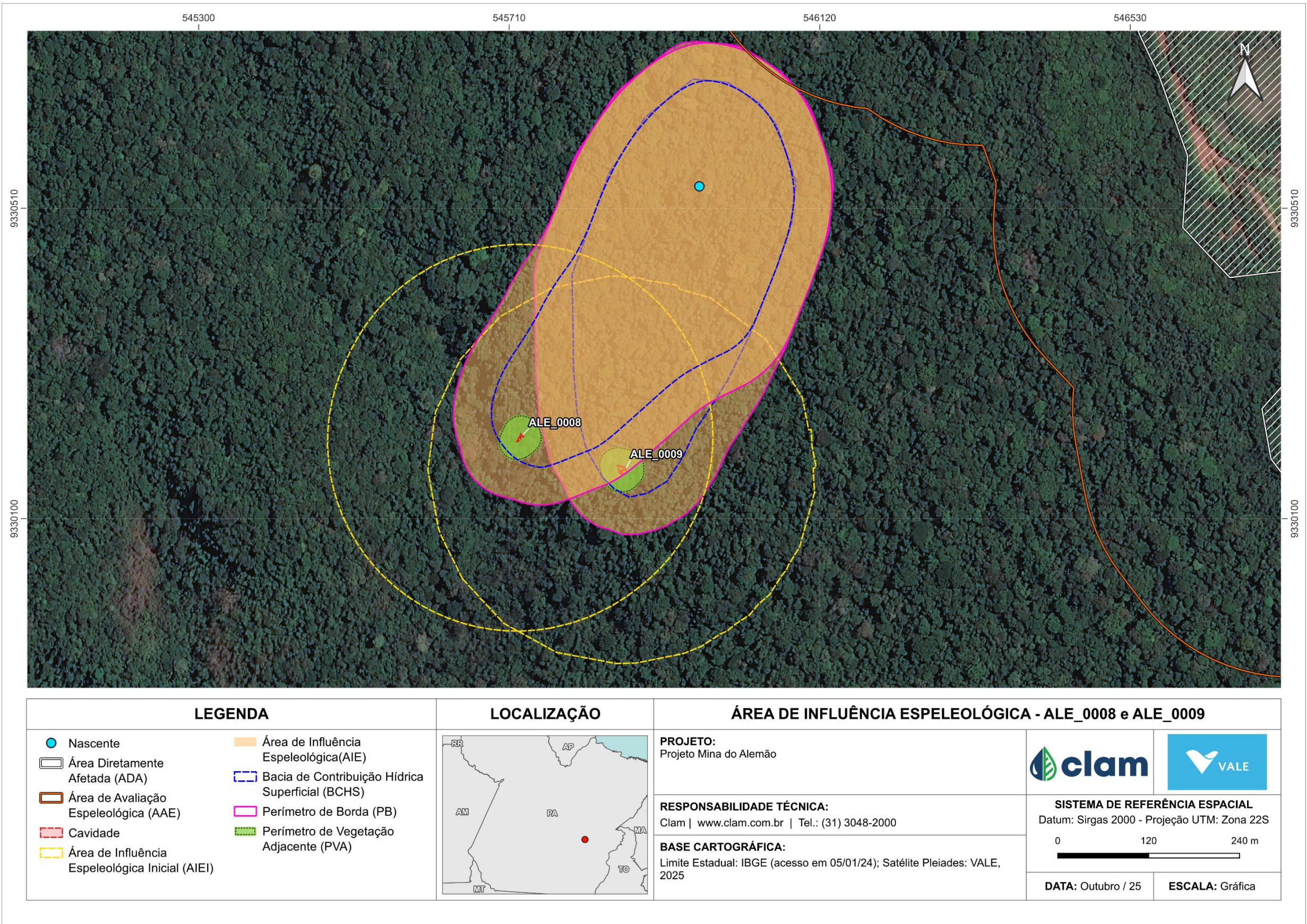


Figura 11 Posição das Área de Influência Espeleológica da ALE_0008 e ALE_0009, em relação à ADA do empreendimento e AID Espeleológica.

LD DA @ 23 08 22 07-22 GC PM

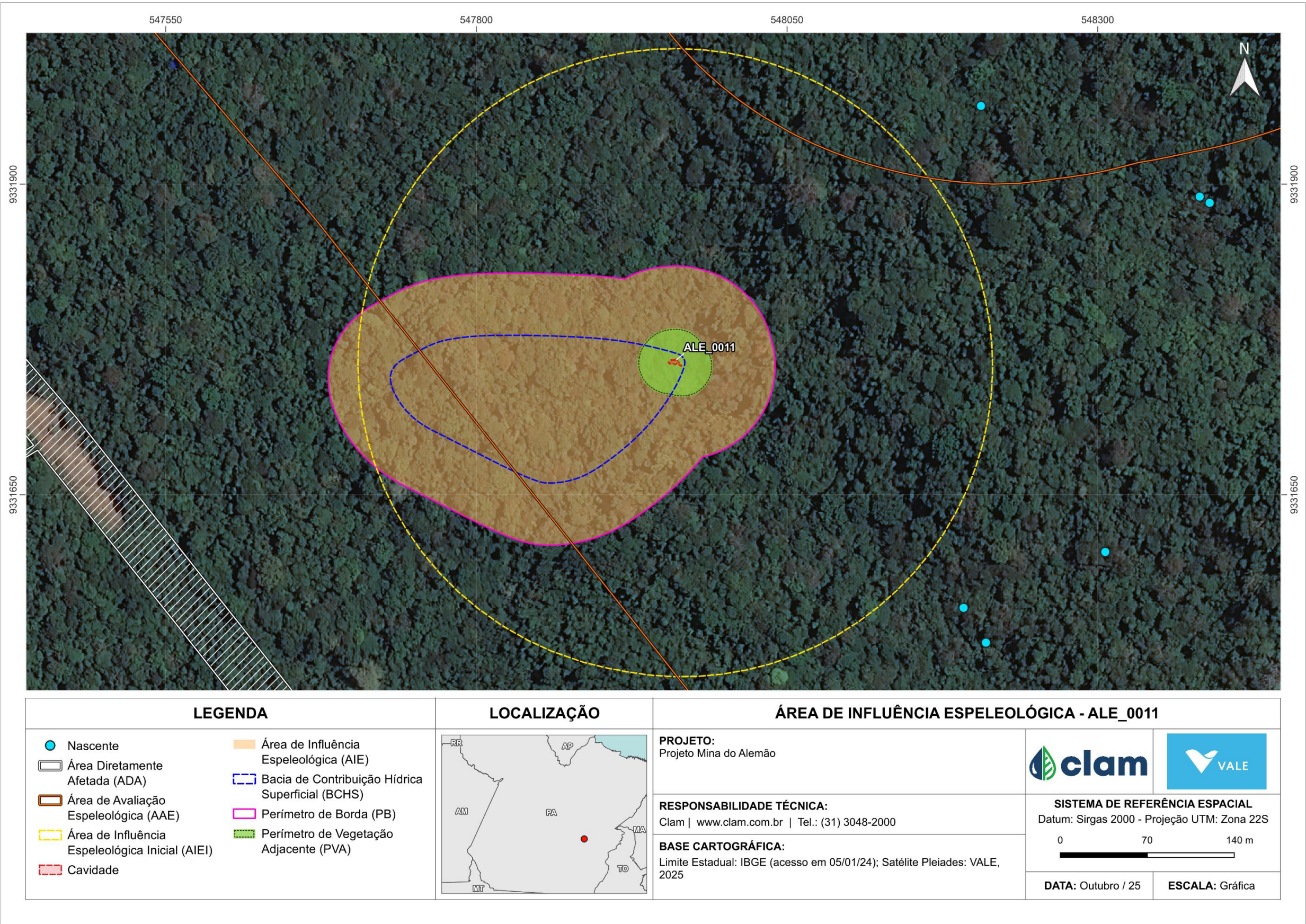


Figura 12 Posição das Área de Influência Espeleológica da ALE_0011, em relação à ADA do empreendimento e AID Espeleológica.

LD DA @ 23 08 22 07-22 GC PM

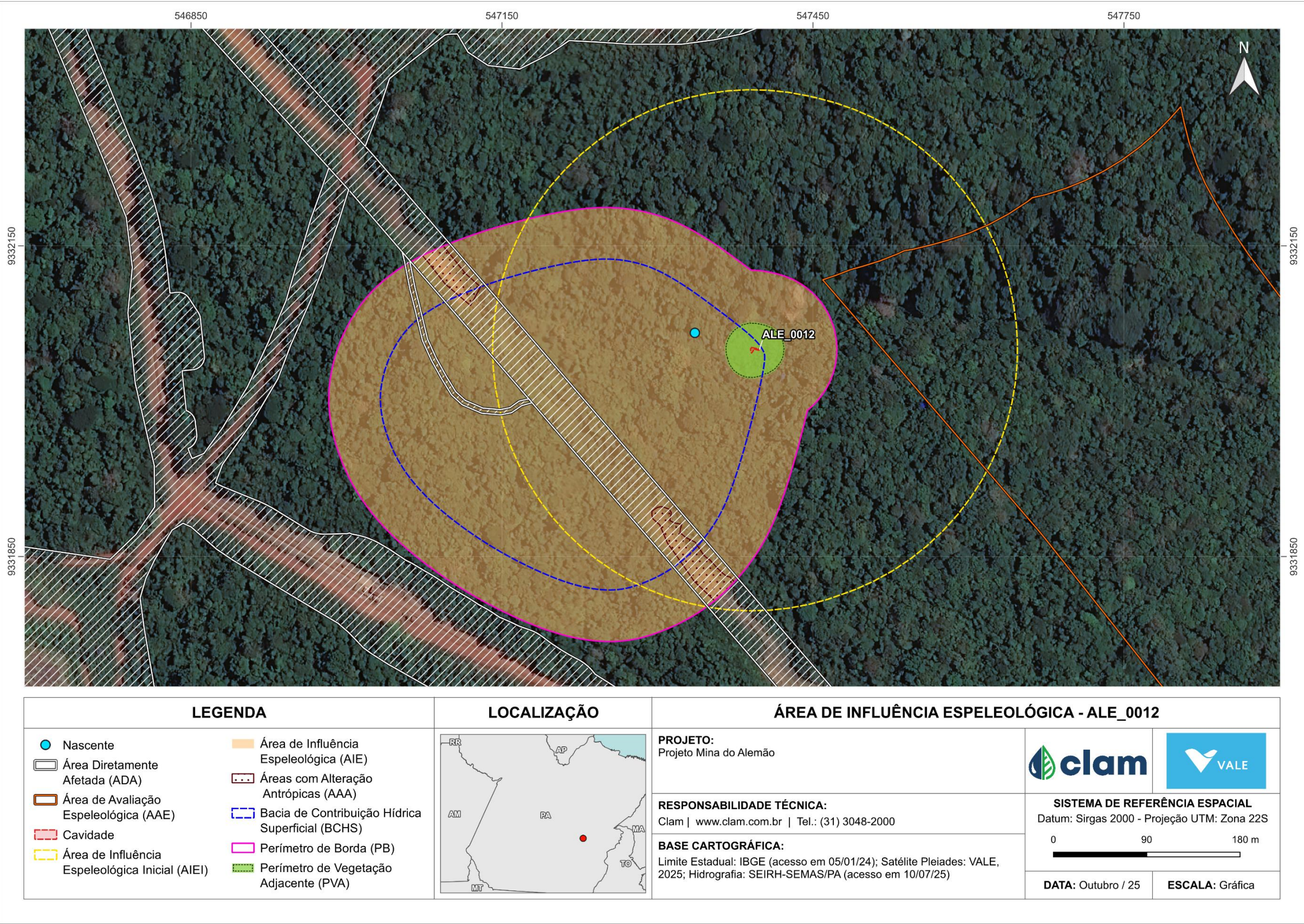


Figura 13 Posição das Área de Influência Espeleológica da ALE_0012, em relação à ADA do empreendimento e AID Espeleológica.

LD DA @ 23 08 52 07-22 GC PM

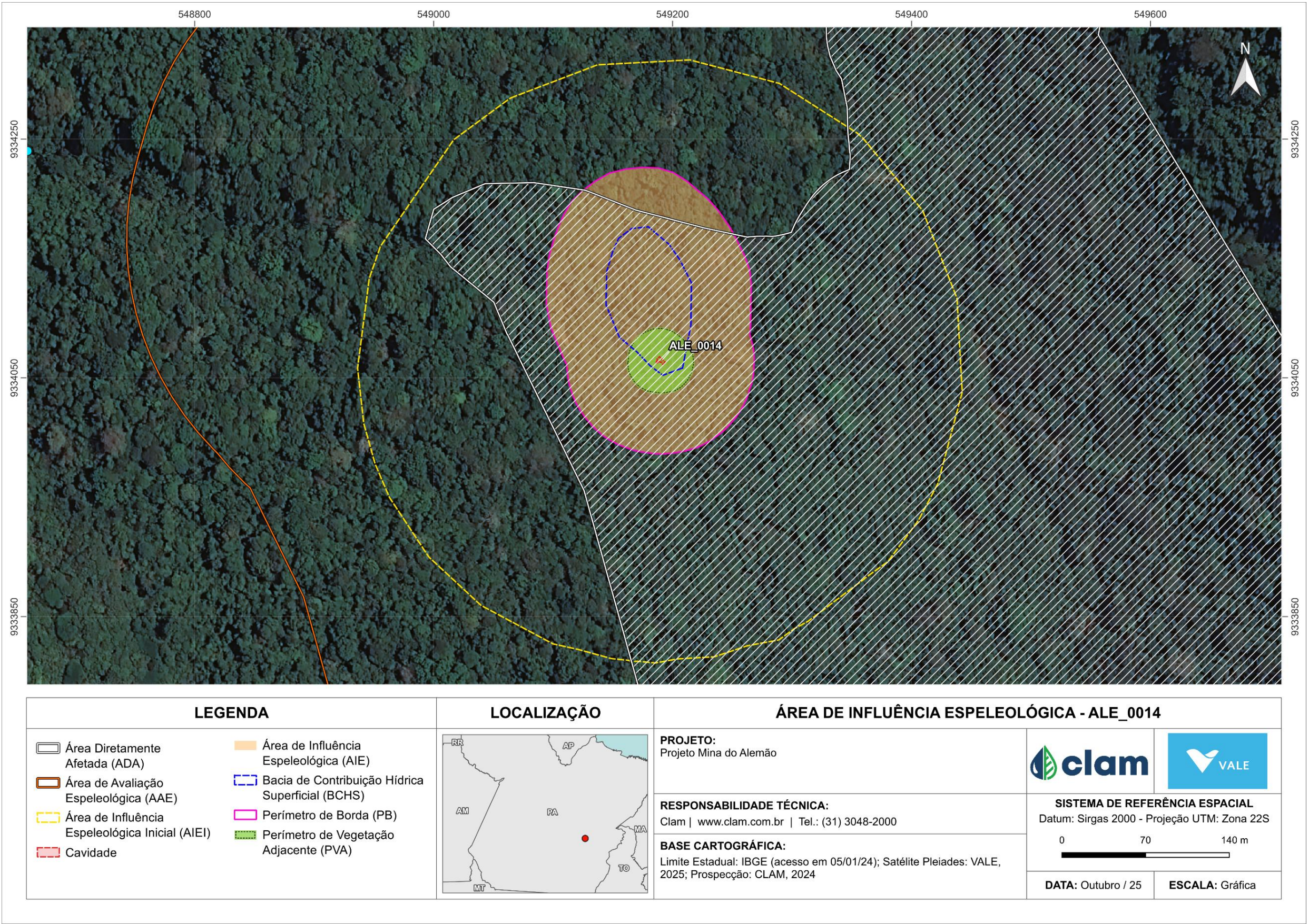


Figura 14 Posição das Área de Influência Espeleológica da ALE_0014.

LD DA @ 28 08 22 07-22 GC PM

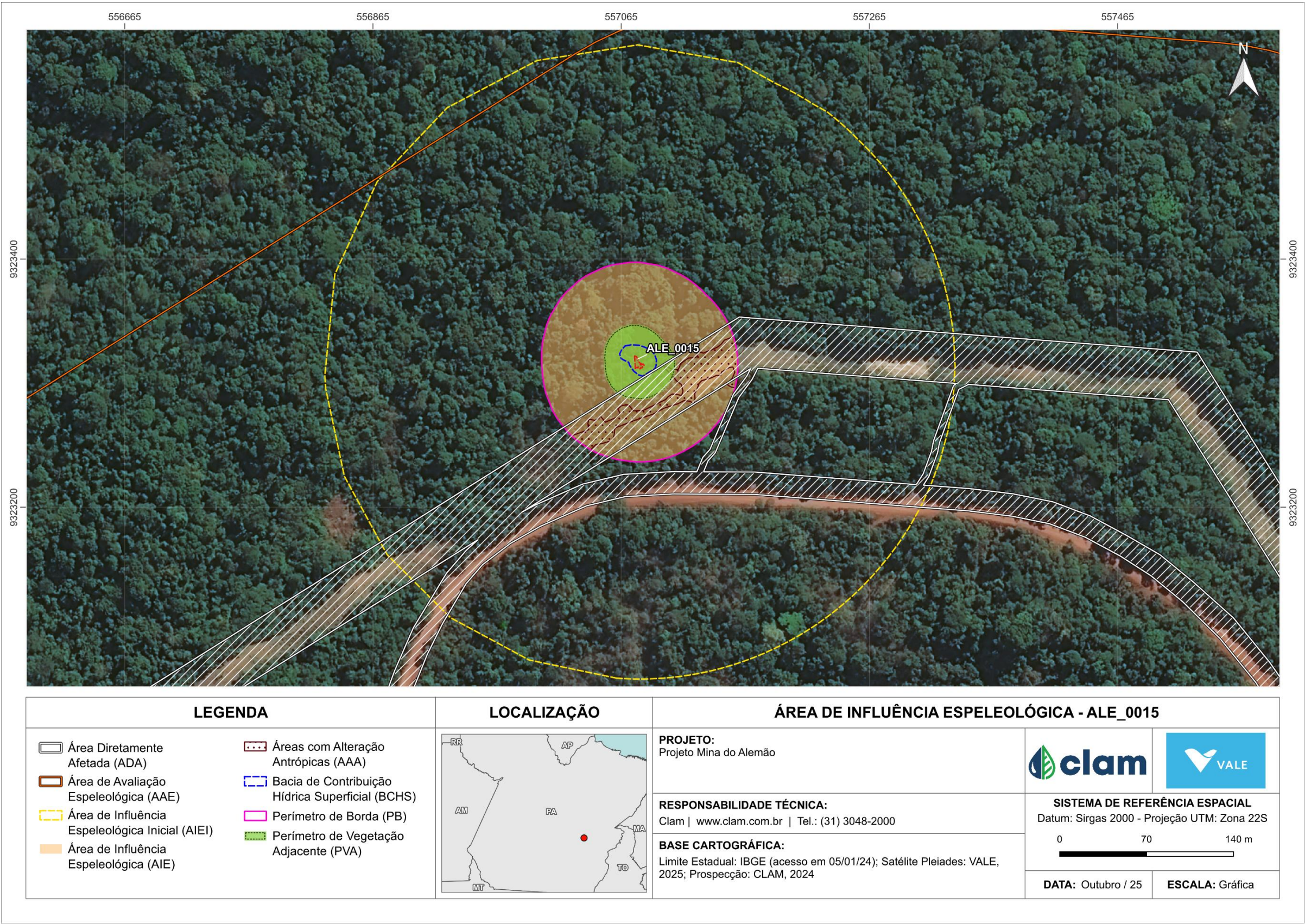


Figura 15 Posição das Áreas de Influência Espeleológicas da ALE_0015, em relação à ADA do empreendimento e AID Espeleológica.

LD DA @ 23 08 52 07-22 GC PM



2.4. ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO BIÓTICO

2.4.1. Área de Influência Direta – AID

A definição da AID vinculada à implantação do Projeto Alemão, foi realizada com base na avaliação dos impactos diretos associadas às intervenções, utilizando como base os estudos de impactos ambientais realizado em 2010 no contexto do projeto supracitado.

No âmbito dos ecossistemas terrestres, a área foi delimitada levando em consideração a matriz florestal da Floresta Nacional de Carajás que é considerada de extrema importância para as comunidades da biota local e as microbacias hidrográficas que apresentam suas nascentes próximas à ADA do Projeto Alemão. Esta delimitação ocorre devido às situações em que a fauna se depara com a intensa movimentação de veículos e/ou operações dos demais maquinários e se desloca em direção aos refúgios florestais, como áreas úmidas, adensamentos vegetacionais e vales encaixados, em busca de refúgio e recursos. Desta forma, avaliar os impactos diretos decorrente da implantação e operação do empreendimento foi determinante no estabelecimento da AID (Figura 16). Para o meio biótico, considerou-se como Área de Influência Direta (AID) a área formada pelos seguintes limites:

- Cabeceiras da microbacia do igarapé Alemão;
- Cabeceiras da microbacia do igarapé Bahia;
- Cabeceiras dos igarapés Sergipe e Ceará.

No caso das estruturas lineares que compõem o Projeto, rodovia Raimundo Mascarenhas (PA-275) e Linha de Transmissão, o limite da área de Influência Direta foi definido como sendo uma área delimitada por um *buffer* de 1,0 km a partir do limite definido para a ADA.

2.4.2. Área de Influência Indireta - AII

O delineamento da área de influência indireta, abarca a AID e ADA até locais que tendem a refletir os impactos levantados para o meio biótico de forma secundária. Dentro dessa área, os impactos sobre a biota tendem a ser atenuados, se manifestando de forma menos expressiva e com características mais difusas.

Para a AII considerou-se o espaço geográfico no interior da Floresta Nacional de Carajás compreendido entre a margem direita do rio Itacaiúnas e a margem esquerda do igarapé Pojuca, limitado pelas cabeceiras da sub-bacia do ribeirão Águas Claras.

Em relação às estruturas lineares, a AII foi delimitada pela altimetria, mantendo os valores máximos de 650 metros de altitude como os limites a partir da ADA estabelecida para a rodovia Raimundo Mascarenhas (PA-275) e para a Linha de Transmissão.

Conclui-se, portanto, que os limites estabelecidos abarcam os impactos avaliados e preveem graficamente a espacialização dos limites de abrangência. No entanto, é importante ressaltar que, principalmente, por se tratar de impactos relativos a aspectos bióticos, a dimensionalidade aqui apresentada deve ser considerada como referência para proposição de medidas mitigadoras

12 DA @ 20 28 52 04-20 GC PM

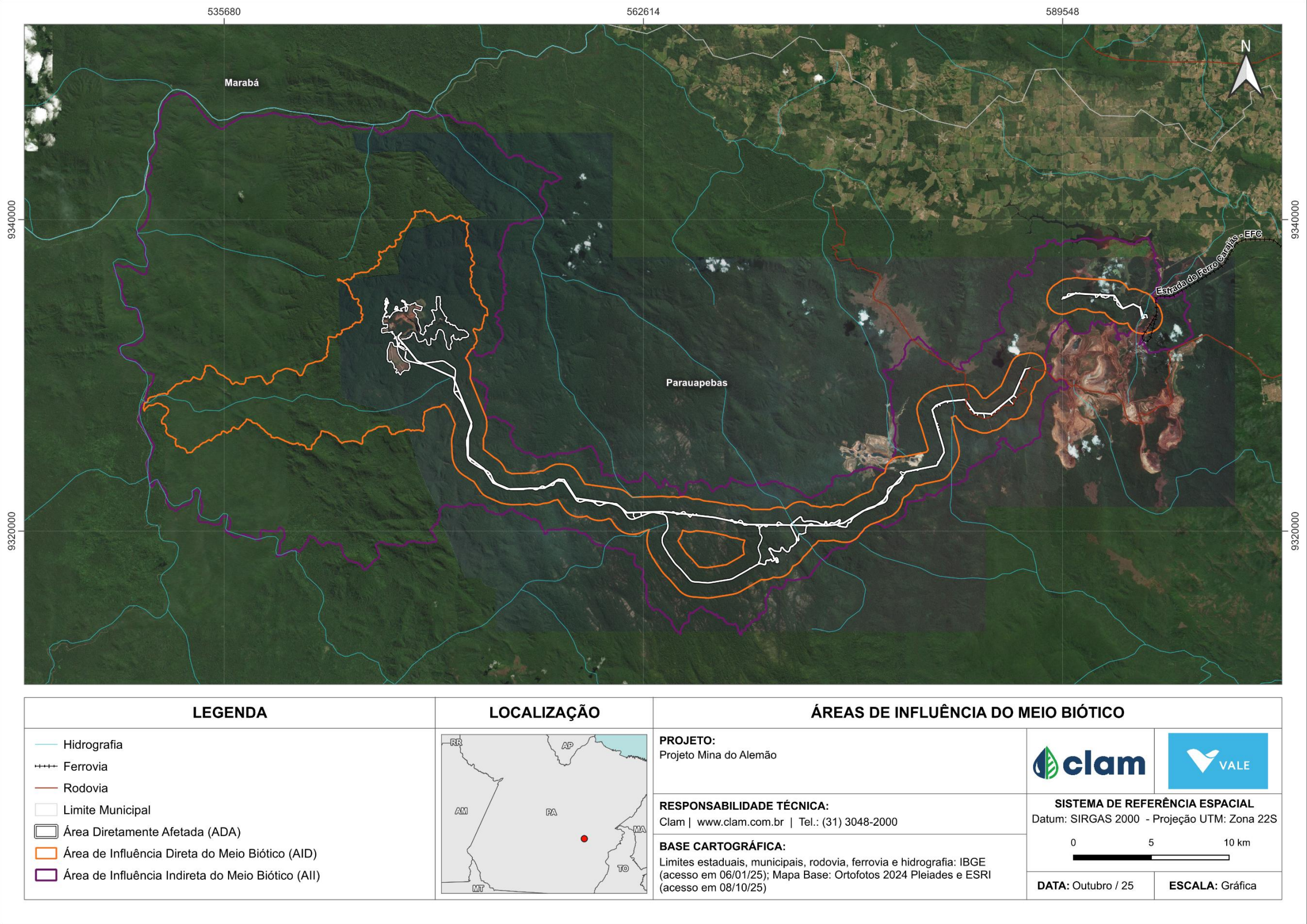


Figura 16 Áreas de influência do Meio Biótico no Projeto Alemão

LD DA @ 23 08 22 Of RD GC PM



2.5. ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO SOCIOECONÔMICO

A delimitação das áreas de influência de meio socioeconômico é um processo fundamental em estudos ambientais, especialmente em projetos de grande escala como o Projeto Alemão. Essas áreas representam os espaços geográficos que, de diferentes formas e intensidades, são impactados pelas atividades do empreendimento.

No contexto do Projeto Alemão, a caracterização das áreas de influência é indispensável para compreender a extensão e as dinâmicas dos impactos que o empreendimento gerará ao longo de suas fases de implantação, operação e fechamento. A delimitação das áreas de influência permite mapear comunidades e localidades que estarão mais expostas a mudanças significativas em aspectos como infraestrutura, dinâmica populacional, serviços públicos e condições socioeconômicas. Isso, por sua vez, facilita o direcionamento de medidas mitigadoras e ações compensatórias que garantam a convivência harmoniosa entre o projeto e as comunidades impactadas.

Além de contribuir para a gestão eficaz dos impactos, a definição das áreas de influência também desempenha um papel estratégico na promoção do desenvolvimento regional. Ao reconhecer as especificidades das áreas direta e indiretamente afetadas, é possível identificar oportunidades para potencializar benefícios socioeconômicos, como a geração de emprego, o fortalecimento da arrecadação pública e a dinamização de mercados locais. Dessa forma, a delimitação das áreas de influência não apenas mitiga riscos, mas também contribui para a construção de legados positivos para a região.

Por fim, no caso do Projeto Alemão, a localização do empreendimento na Floresta Nacional de Carajás e sua proximidade com o município de Parauapebas trazem especificidades que reforçam a importância desse processo de delimitação. Essa análise criteriosa garante que os esforços de gestão ambiental e social sejam concentrados nas áreas de maior impacto, maximizando a eficiência das ações implementadas e assegurando que os efeitos do empreendimento sejam abordados de maneira equilibrada, transparente e tecnicamente embasada.

Nesse sentido, por meio da avaliação de impactos ambientais, observou-se que o Projeto Alemão provoca oito impactos, sendo sete diretos e indiretos, a saber: geração de expectativas e incertezas na população, alteração no fluxo migratório, alteração no nível de emprego e renda, pressões na infraestrutura e na demanda por serviços e equipamentos sociais, interferências no cotidiano da população, alteração na dinâmica econômica e alteração na arrecadação pública. Por sua vez, o impacto de ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço manifesta-se apenas de forma direta.

Considerando-se esses impactos e sua incidência, as sessões a seguir apresentam a delimitação das áreas de influência do Projeto Alemão.

2.5.1. Área de Influência Direta – AID

A definição da Área de Influência Direta (AID) para o Projeto Alemão é essencial para compreender e gerenciar os impactos socioeconômicos imediatos gerados pelo empreendimento. Situado dentro da Floresta Nacional de Carajás, o Projeto Alemão ocupa um contexto estratégico e ambiental que destaca sua importância tanto no cenário regional quanto nacional. Esse empreendimento se insere em uma

12 DA @ 20 28 92 01-22 GC PM



região de relevância ecológica e econômica, caracterizada por sua biodiversidade única e pela presença de outras atividades mineradoras que moldam as dinâmicas socioeconômicas locais. Ao mesmo tempo, o projeto representa uma oportunidade de impulsionar o desenvolvimento regional, ao gerar emprego, fomentar a arrecadação pública e fortalecer as cadeias produtivas associadas.

O entendimento da AID vai além da delimitação geográfica; ela constitui uma ferramenta crítica para antecipar os impactos diretos sobre comunidades, infraestrutura e o meio ambiente. A abordagem estratégica na definição dessa área busca equilibrar o crescimento econômico com a sustentabilidade ambiental e a equidade social, estabelecendo um precedente de gestão responsável e de longo prazo para projetos similares na região. Por isso, a delimitação da AID contempla a Área Diretamente Afetada (ADA) e, também, reflete o compromisso do projeto com a mitigação dos impactos negativos e a maximização dos impactos positivos, contribuindo para uma convivência harmoniosa entre o empreendimento e a sociedade.

Essa delimitação foi estabelecida com base em uma análise técnica abrangente que incluiu a identificação detalhada de fatores socioeconômicos, ambientais e territoriais relacionados às atividades de instalação, operação e desativação do projeto. Foram avaliados critérios como o potencial de alteração no uso do solo, a intensidade da movimentação de materiais e pessoas, e os impactos diretos nas comunidades locais. Além disso, consideraram-se as dinâmicas populacionais, incluindo fluxos migratórios e mudanças na estrutura demográfica, bem como aspectos econômicos, como variações no nível de emprego e renda e a geração de pressões sobre a infraestrutura e os serviços públicos. Essa abordagem criteriosa visa antecipar e mitigar impactos de forma estratégica, alinhando o planejamento do empreendimento às melhores práticas de sustentabilidade e gestão socioeconômica.

Nesse sentido, a AID abrange a ADA, composta pela Mina Igarapé Bahia, onde será instalado o Projeto Alemão, além de estruturas associadas, como as áreas de beneficiamento, barragem de rejeitos, acessos, faixa de servidão e estruturas acessórias da Linha de Transmissão (LT). Essa área será impactada por atividades que incluem a alteração no uso do solo, a movimentação intensa de materiais e pessoas, e os processos operacionais do empreendimento. Essa movimentação envolve tanto insumos essenciais para o funcionamento da mina quanto produtos gerados no processo de extração e beneficiamento. A movimentação diária de trabalhadores também contribuirá para o aumento de demandas por transporte e infraestrutura associada.

Além disso, o trecho da rodovia PA-275 entre a Mina Igarapé Bahia e a Mina Serra Norte também integra a AID devido ao aumento de tráfego relacionado ao transporte de insumos, produtos e trabalhadores. O volume adicional de veículos pesados e leves circulando por essa rota poderá intensificar desgastes na pavimentação, gerar congestionamentos em horários de pico e elevar os riscos de acidentes de trânsito.

Foram também incluídos na AID os trechos das estradas da Apinha e Paulo Fonteles que desempenharão papel logístico para o acesso ao empreendimento, o transporte de insumos e o escoamento da produção, além de interagir diretamente com comunidades locais. Em especial, a estrada Paulo Fonteles já enfrenta desafios estruturais, como pavimentação precária, ausência de acostamentos, de sinalização adequada, além de alta densidade de tráfego. Essas deficiências comprometem a segurança viária e exigem

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



intervenções para mitigar os impactos adicionais decorrentes do aumento no fluxo de veículos e trabalhadores. Foram também identificadas outras lacunas estruturais críticas na estrada Paulo Fonteles, tais como trechos longos sem sinalização de faixas centrais e laterais, e placas que estão danificadas ou pouco visíveis, afetando a mobilidade e segurança dos condutores.

Adicionalmente, as comunidades e localidades situadas ao longo dessas vias foram integradas à AID em função dos impactos diretos esperados que abrangem múltiplos aspectos da vida comunitária e ambiental. Assim, fazem parte da AID as comunidades na APA do Igarapé Gelado, nos loteamentos Gavião Real, Santa Cruz, Rio Gelado, Parque das Cachoeiras I e II, Kwany, São Luiz e Pôr-do-Sol, assim como o bairro Palmares Sul e a Vila Sansão, sendo que os impactos a esta última localidade somente se estenderão ao longo da fase de instalação do empreendimento, quando os trabalhadores responsáveis pela instalação da LT utilizarão o alojamento do Projeto Salobo situado no km 52 da estrada Paulo Fonteles, próximo ao acesso à Vila.

Importa destacar que essas localidades apresentam características socioeconômicas distintas que as tornam mais ou menos vulneráveis aos efeitos do empreendimento. Essas localidades podem enfrentar desde aumentos na pressão sobre serviços básicos, como saúde e educação, até desafios mais específicos relacionados ao trânsito intenso, por exemplo. Além disso, comunidades como o Bairro Palmares Sul, com sua relevância estratégica devido à proximidade da Estação Ferroviária de Parauapebas, estão particularmente sujeitas a mudanças estruturais e econômicas. Entre os impactos mais prováveis destacam-se o fluxo migratório, incômodos ao cotidiano da população e pressões à infraestrutura e equipamentos sociais. Essas situações demandam atenção redobrada por meio da implantação de medidas socioambientais que integrem planejamento urbano e social, campanhas educativas para adaptação às novas dinâmicas e investimentos em infraestrutura local que assegurem a resiliência das comunidades diante das mudanças impostas pelo empreendimento.

Outro aspecto relevante é a inclusão do acampamento Caldeirão, um acampamento sazonal que apresenta grande relevância sociocultural, ocupado por povos indígenas fora dos limites da Terra Indígena Xikrin do Cateté, mas situado na zona de segurança secundária da mancha de ruptura hipotética da barragem de rejeitos do Projeto Alemão. Essa área é amplamente utilizada para a coleta de castanhas, prática que possui significativa importância cultural e econômica para as comunidades indígenas. O risco de rompimento da barragem representa um perigo direto à integridade física dos ocupantes e uma ameaça a continuidade dessa prática tradicional, que pode ser comprometida temporária ou permanentemente. Para mitigar esses riscos, é essencial a formulação de ações de comunicação social que estejam atreladas ao futuro PAEBM referente ao empreendimento. Nesse sentido, as ações de comunicação específicas para os povos tradicionais incluirão informações sobre os mecanismos de evacuação, sistemas de alerta precoce e medidas compensatórias que assegurem a preservação cultural.

Por fim, a delimitação da AID reflete a necessidade de uma gestão proativa que considere estratégias integradas para abordar os impactos e promover o desenvolvimento regional sustentável. Isso inclui a implementação de programas que não apenas mitiguem os efeitos negativos, mas também potenciem os efeitos positivos socioeconômicos do projeto. Abaixo, apresenta-se a Figura 17 com o Mapa de Localização da AID do Projeto Alemão.

12 DA @ 20 20 92 04-20 GC PM

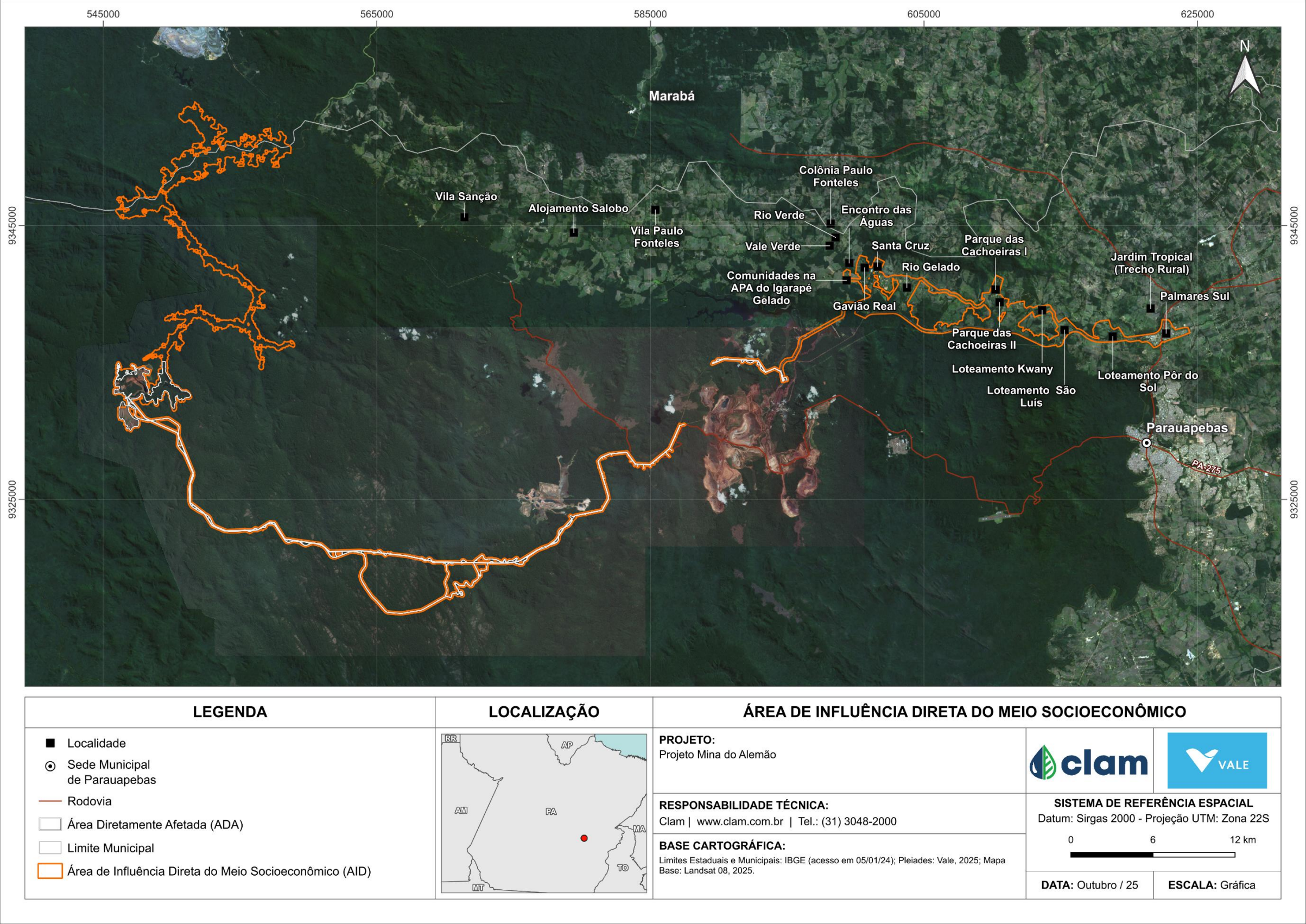


Figura 17 Área de Influência Direta de Meio Socioeconômico no Projeto Alemão

10 DA 23 28 32 37 42 47 52



2.5.2. Área de Influência Indireta – AII

A delimitação da Área de Influência Indireta (AII) é um componente essencial nos estudos de impacto ambiental e socioeconômico, especialmente em empreendimentos de grande porte como o Projeto Alemão. Enquanto a AID abrange os impactos imediatos e localizados do projeto, a AII engloba os efeitos mais amplos e difusos, que extrapolam as áreas diretamente afetadas e influenciam regiões mais amplas. A definição da AII é fundamentada na AER, delimitando-se pelas características e fluxos socioeconômicos que conectam o empreendimento às áreas adjacentes, mas com uma intensidade menor de interação.

No caso do Projeto Alemão, a AII foi delimitada com base em uma análise criteriosa dos impactos indiretos previstos, considerando fatores como a dinâmica populacional, a infraestrutura urbana, as interdependências econômicas e os serviços públicos. Parauapebas, como sede do empreendimento, destaca-se como o único município da AER a integrar a AII. A independência socioeconômica de Parauapebas em relação aos demais municípios da AER – Marabá, Canaã dos Carajás, Curionópolis e Eldorado do Carajás –, é um fator determinante para essa delimitação. Marabá possui uma base econômica mais diversificada e atua como um polo regional de serviços e comércio, enquanto Canaã dos Carajás é fortemente influenciado por outros projetos minerários de grande porte existentes em seus limites municipais.

Curionópolis e Eldorado do Carajás, por sua vez, apresentam menor infraestrutura e capacidade de absorção dos impactos indiretos do empreendimento. Essa ausência de conexões profundas reforça a decisão técnica de restringir a AII ao município de Parauapebas.

Dentro de Parauapebas, destacam-se comunidades específicas que sofrerão efeitos residuais do trânsito por estarem ligadas à estrada Paulo Fonteles, mas cujo acesso não está em áreas utilizadas pelo empreendimento: Vila Paulo Fonteles, Loteamentos Encontro das Águas, Rio Verde, Vale Verde e Colônia Paulo Fonteles. O aumento no tráfego de veículos pesados na estrada poderá gerar desafios quando os ocupantes dessas comunidades tentarem utilizar os trechos impactados diretamente pelo empreendimento, o que implicaria em níveis residuais de incômodos à população.

Para as demais localidades rurais e núcleos urbanos de Parauapebas que não estão incluídos na AID, tais como a sede urbana de Parauapebas e o núcleo urbano de Carajás, os impactos indiretos na dinâmica socioeconômica de Parauapebas incluem a geração de expectativas significativas na população quanto aos benefícios econômicos do empreendimento, como a criação de empregos e o aumento na renda local. Contudo, essas expectativas vêm acompanhadas de incertezas quanto à distribuição equitativa desses benefícios e aos possíveis efeitos adversos, como o aumento na desigualdade social e na pressão sobre serviços públicos.

A delimitação da AII reflete, portanto, uma abordagem técnica e integrada que visa não apenas mitigar os impactos negativos, mas também maximizar os benefícios econômicos e sociais do projeto. Por meio de investimentos em infraestrutura, monitoramento contínuo e políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável, busca-se equilibrar os efeitos do empreendimento e promover um legado positivo para Parauapebas e seus habitantes. Esse processo reforça o compromisso com uma gestão

12 DA @ 20 28 52 04-20 GC PM



responsável e transparente, capaz de responder às demandas do presente enquanto pavimenta o caminho para um futuro mais equilibrado e próspero.

A seguir, a Figura 18 apresenta a AII de meio socioeconômico para o Projeto Alemão.

LO DA @ 25 28 92 01-22 GC PM

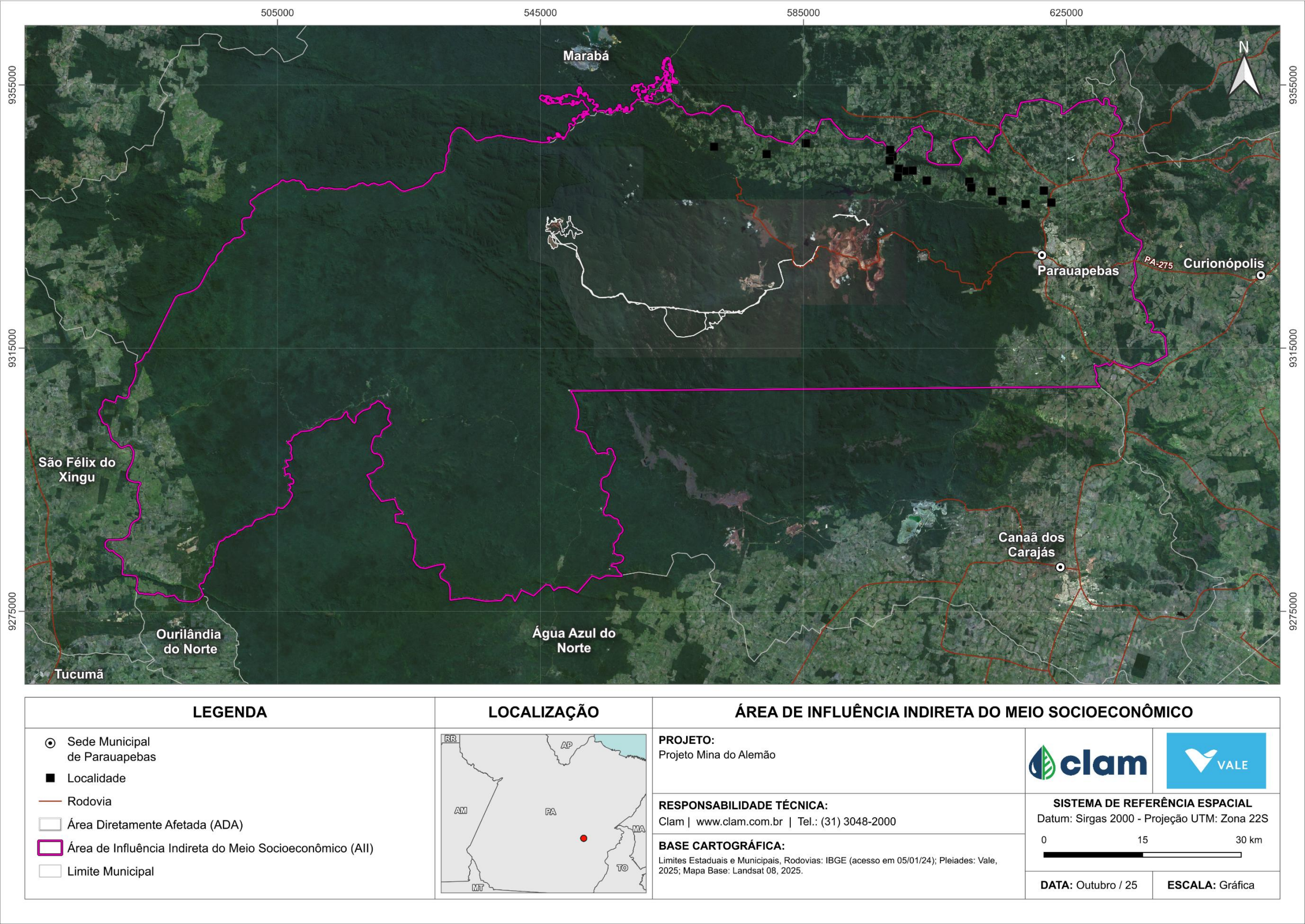


Figura 18 Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico do Projeto Alemão

LD DA @ 23 08 22 07-22 GC PM



2.6. ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PATRIMÔNIO CULTURAL

2.6.1. Área de Influência Direta do Patrimônio Cultural - AID

No que se refere ao patrimônio cultural, a delimitação da Área de Influência Direta (AID) seguiu critérios específicos, distintos daqueles aplicados aos demais componentes do meio socioeconômico, conforme orientações técnicas e legais do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Para este EIA, a AID foi estabelecida como um buffer de 250 metros em torno da Área Diretamente Afetada (ADA), considerando os potenciais impactos diretos sobre bens culturais tangíveis e intangíveis, bem como sobre contextos arqueológicos.

Essa definição já havia sido anteriormente submetida à avaliação do IPHAN durante as etapas precedentes do licenciamento ambiental, tendo sido considerada tecnicamente adequada para a identificação e análise do patrimônio cultural passível de ser impactado. O parecer favorável do órgão, formalizado por meio do Ofício nº 1082/2024/CNL/DAEI-IPHAN, protocolado em 15/09/2024, confirmou a validade dessa abordagem e reconheceu o cumprimento das condicionantes exigidas à época. Como não houve modificações na ADA nem nas características do empreendimento, manteve-se a mesma delimitação da AID, garantindo coerência metodológica com os estudos já aprovados e evitando a reiteração de exigências anteriormente atendidas.

A seguir, apresenta-se a Figura 19 com o mapa das Área de Influência Direta considerada para a análise do patrimônio cultural no âmbito do Projeto Alemão.

12 DA @ 25 28 92 Of-22 GC PM

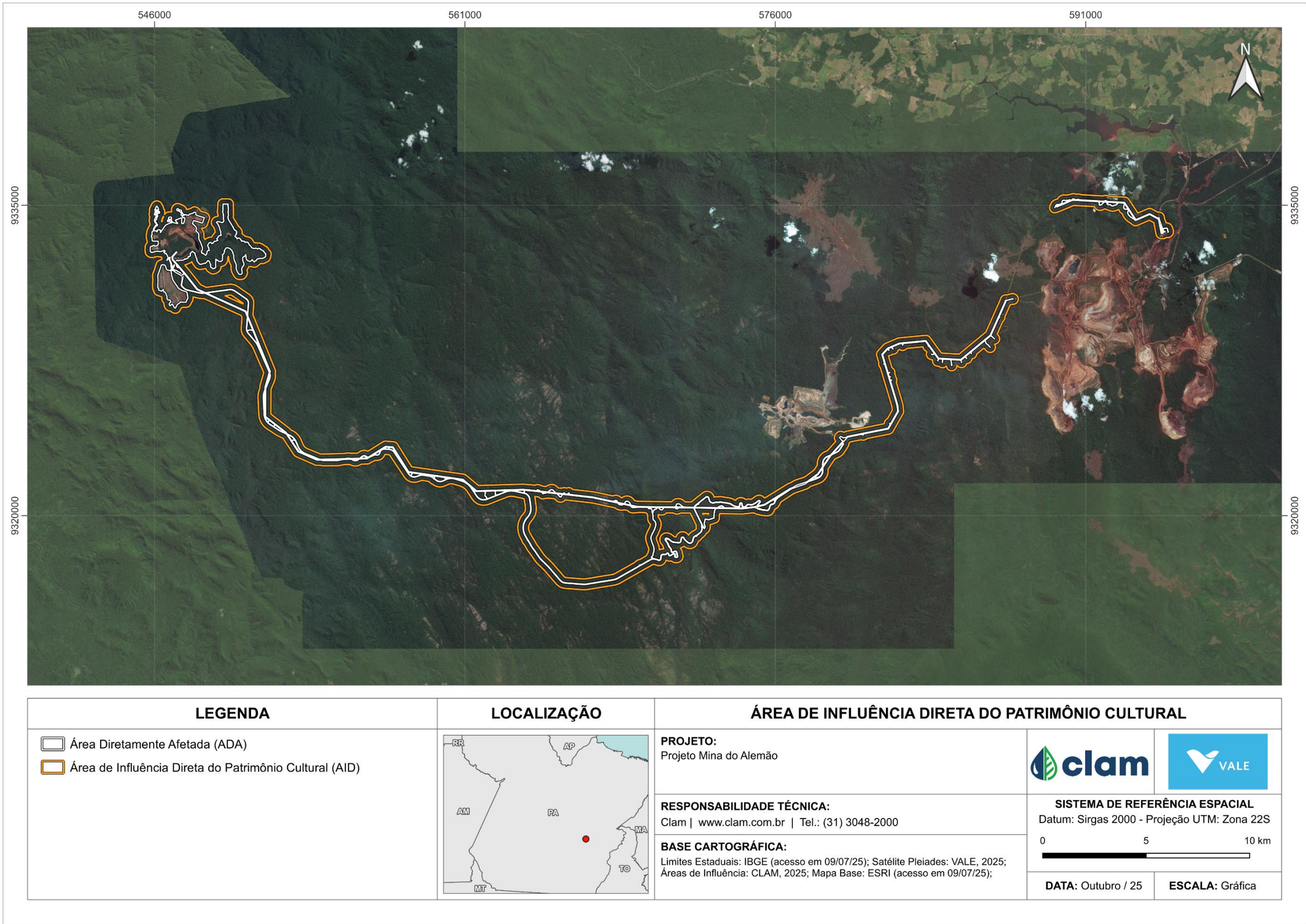


Figura 19 Mapa da AID da temática do Patrimônio Cultural

LD DA @ 23 08 22 of RD GC PM



2.6.2. Área de Influência Indireta do Patrimônio Cultural - AII

Complementarmente à definição da AID da temática do Patrimônio Cultural, a Área de Influência Indireta (AII) foi definida a partir de uma abordagem territorial ampliada, compreendendo os limites do município de Parauapebas. Essa delimitação busca contemplar os possíveis efeitos indiretos do empreendimento sobre o patrimônio cultural local, especialmente no que diz respeito às dinâmicas socioculturais, à mobilidade populacional e à gestão territorial que possam influenciar a salvaguarda de bens culturais.

Tal como a AID, essa área de influência foi previamente analisada e validada pelo IPHAN, no contexto das etapas anteriores do licenciamento ambiental federal, permanecendo adequada e compatível com os parâmetros exigidos para a avaliação da temática cultural. Sua manutenção neste estudo reforça o compromisso com a continuidade dos processos, bem como com a articulação interinstitucional necessária à efetiva proteção do patrimônio cultural.

A seguir, apresenta-se a Figura 20, com o mapa da Área de Influência Indireta considerada para a análise do patrimônio cultural no âmbito do Projeto Alemão

LO DA @ 25 28 92 01-22 GC PM

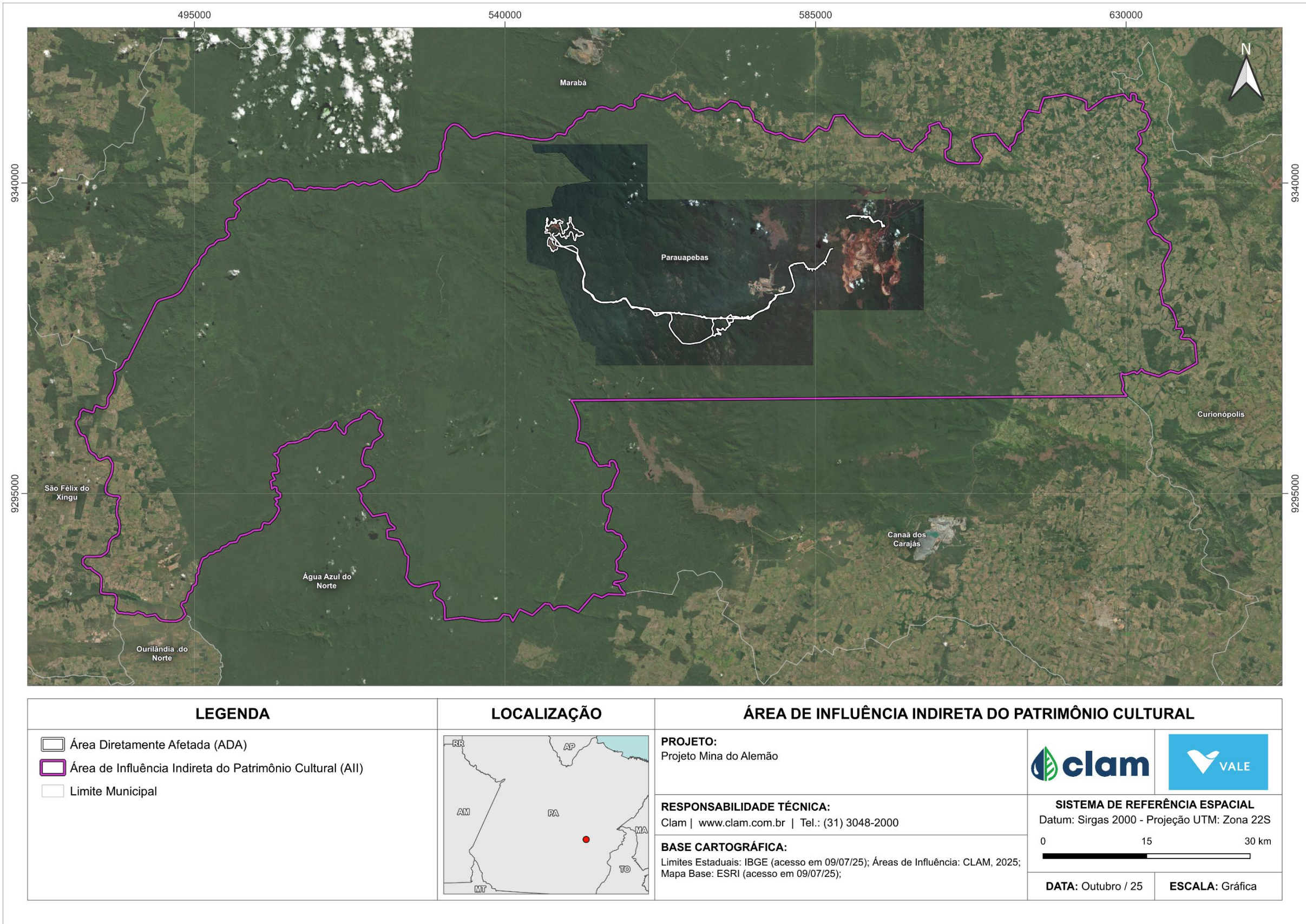


Figura 20 Mapa da AII da temática do Patrimônio Cultural

LD DA @ 28 08 22 of RD GC PM



3 PROGNÓSTICO

Este empreendimento possui uma característica única frente aos impactos apresentados neste capítulo que é de ser um empreendimento de lavra subterrânea e com uso extenso, uso de áreas ainda antropizadas ou em estágio intermediário de regeneração (Florestas secundárias) pelas operações e infraestruturas da Mina do Igarapé Bahia resultando numa redução potencial de distúrbios ambientais, em especial do meio físico e biótico, apresentados neste prognóstico. Assim, para contextualizar os aspectos ambientais e os impactos envolvidos nas etapas do projeto, foi elaborado um prognóstico que explora dois cenários: o primeiro considerando o cenário atual, sem o empreendimento, e o segundo, considerando as atividades do Projeto Alemão. A análise de ambos os cenários considerou atributos do meio físico, incluindo solos, recursos hídricos, qualidade do ar, ruído e vibração. Para a Espeleologia, foi considerado o conjunto das feições espeleológicas conhecidas nos levantamentos do projeto, com mais de 15 anos de estudos, com aspectos de supressão, compensação, monitoramentos e manutenção de patrimônio, caso a caso.

Além disso, para o meio biótico foram considerados os atributos de vegetação e biodiversidade. Em suma, os atributos relacionados a fauna, estão interligados direta ou indiretamente a biodiversidade local, composta pela Herpetofauna, Mastofauna Não Voadora, Mastofauna Voadora, Avifauna, Entomofauna, Ictiofauna e Biota aquática de modo geral que, para o meio biótico são os atributos mais relevantes na avaliação desse prognóstico.

Já para a Flora levou-se em consideração que uma porcentagem considerável da ADA já apresenta a vegetação descaracterizada, além de áreas de uso antrópico consolidado, uma vez que o Projeto Alemão tem por proposta sua implantação onde anteriormente operava a mina do Igarapé Bahia, com isso o impacto à flora será significativamente menor. Espera-se que ao longo da fase de fechamento e consequente recuperação da área, ocorra uma maior disponibilidade de habitats e recursos, tornado o ambiente mais complexo, o que poderá aumentar a diversidade de espécies, de forma similar ao que era antes das intervenções.

O meio socioeconômico considerou como atributos de análise de expectativas da população, empregabilidade, integração e dinamização de mercados locais, finanças públicas, serviços públicos e infraestrutura, saúde pública, habitação e fluxos migratórios, condições de mobilidade e transporte, qualidade de vida e conforto, segurança e dinâmica populacional, alteração no uso e ocupação do solo – Acampamento Caldeirão, tendo em vista as interferências na qualidade e modo de vida da população de Parauapebas.

A avaliação dos impactos revelou que esses atributos podem, potencialmente, sofrer alterações, positivas e/ou negativas, decorrentes das atividades de extração e beneficiamento mineral. A Tabela 46 apresenta a análise de cada atributo, com a justificativa correspondente para os dois cenários considerados.

12 DA @ 20 28 92 01-20 GC PM



Tabela 46 Prognóstico da implantação, operação e Desativação do Projeto

Tema	Atributo	Não Implantação do Projeto	Implantação do projeto e execução de medidas mitigadoras	Desativação do Projeto-
Físico	Solos	As principais interferências no solo e no relevo ocorreram, até então, resultantes das atividades minerárias existentes no interior da Floresta Nacional dos Carajás. Na ADA, especificamente, as alterações foram provenientes das atividades da antiga Mina do Igarapé Bahia, deixando como passivo a existência de cavas, pilhas, estruturas construídas, barragem, linha de transmissão e a estrada. Atualmente foram identificados alguns trechos específicos que demandam atenção devido à presença de pontos com potencial para o desenvolvimento de processos erosivos, como na Estrada do Túnel, Estrada Barragem e Estrada Igarapé Bahia e necessitam de medidas de controle. Na ausência da instalação do Projeto Alemão, ainda serão necessárias ações de fechamento para a mina pré-existente com movimentação de solo para correção da topografia e demais atividades, o que pode desencadear processos erosivos, sobretudo em acessos não pavimentados e em áreas de solo exposto.	A instalação do projeto demandará a supressão de vegetação e a execução de cortes, aterros e terraplenagem em área maior que a área da antiga Mina do Igarapé Bahia, para alocação das estruturas necessárias à operação. As áreas com solo exposto, devido à retirada de cobertura vegetal e pedológica, durante as atividades, ficam suscetíveis a processos erosivos, podendo ter sua estrutura física alterada por compactação e impermeabilização. Há também o potencial de ocorrência de contaminação por resíduos sólidos e efluentes líquidos, sanitários e oleosos, nas áreas das novas estruturas. No entanto, movimentação de solo será realizada de forma a minimizar os impactos. O material retirado (estéril) da lavra subterrânea será direcionado para preenchimento da Cava do Campo Norte, já existente na área, reduzindo a área da pilha superficial necessária. Outro exemplo importante é a utilização de uma parte do rejeito para preenchimento de volumes disponíveis nas cavas e para preenchimento dos vãos de lavra da mina subterrânea (back fill), reduzindo a necessidade de área de barragem para sua disposição final. O monitoramento e controle dos processos erosivos e movimentos de massa devem ser adotados para evitar alteração na estrutura do solo no interior da ADA e medidas de controle como tratamento e destinação correta de efluentes e resíduos, correto dimensionamento e implantação de estruturas de drenagem devem ser aplicados para mitigar o impacto. A maioria dos impactos na qualidade do solo são considerados reversíveis, desde que sejam implementadas medidas corretivas e ações mitigadoras.	Com a desativação do projeto haverá desmobilização total das áreas industriais, com nivelamento do solo após remoção das estruturas e revegetação/ recuperação das áreas degradadas. Serão realizadas campanhas de investigações preliminares e confirmatórias de possíveis contaminações do solo, além da descontaminação dos solos, se necessário. Será aplicado o Plano de Descaracterização da Barragem de Disposição de Rejeitos, com ações que garantirão que este barramento atinja a situação de barragem de mineração descaracterizada conforme determinado na Portaria ANM nº 70.389/2017, alterada pela Resolução ANM nº 32/2020. O plano contempla a remoção parcial da estrutura, remoção de estruturas, reconformação topográfica e revegetação. As cavas existentes na área serão preenchidas até seu volume "morto" (abaixo de sua cota de vertimento) e revegetadas. Com relação às galerias subterrâneas, estas serão inundadas após remoção de toda a infraestrutura de apoio operacional e administrativas e de ventilação. O acesso ao subsolo será impedido pelo tamponamento das aberturas. Portanto, com a desativação do empreendimento, restarão áreas niveladas e revegetadas.
	Recursos Hídricos	Na ausência da instalação do projeto, podem ocorrer alterações quantitativas e qualitativas nos recursos hídricos devido às atividades anteriormente executadas no local e os passivos ambientais em recuperação. Os monitoramentos realizados indicam não conformidades em relação aos limites da legislação em parâmetros como alumínio dissolvido, cobre dissolvido, ferro dissolvido, manganês total, selênio total, entre outros. Além disso, a qualidade dos corpos d'água pode ser impactada pelas atividades de manutenção e fechamento e pela existência das áreas de cavas, pilhas e demais estruturas da Mina do Igarapé Bahia, que favorecem o aparecimento de processos erosivos e promovem o arraste e o transporte de sedimentos, lixiviação do solo pela pluviosidade, degradação de matéria orgânica da vegetação e folhagens, entre outros eventos.	As atividades do projeto podem alterar a dinâmica hídrica superficial e subterrânea, a disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas e a qualidade das águas superficiais, devido à geração de efluentes líquidos, geração de resíduos sólidos, bombeamento de água subterrânea, captações de água para abastecimento da unidade e seus processos, e geração de interferência no escoamento superficial durante a implantação, a operação e o fechamento. Os impactos na disponibilidade hídrica superficial e na qualidade das águas superficiais são considerados temporários; e a alteração na dinâmica hídrica e na disponibilidade hídrica subterrânea são permanentes. No entanto, todos eles são reversíveis com a adoção de medidas mitigadoras e de controle ambiental. Serão aplicadas medidas de controle voltadas ao tratamento e destinação correta de efluentes e resíduos e à melhoria da infiltração de água, em detrimento do escoamento superficial, de forma a garantir que a qualidade das águas superficiais a jusante do projeto esteja em conformidade aos limites estabelecidos na legislação vigente. Destaca-se que não existem captações de terceiros nas mesmas sub-bacias onde o empreendimento realizará captação superficial e bombeamento de água subterrânea, por este se inserir na Floresta Nacional dos Carajás, onde não existem outras atividades antrópicas. Além disso, estas ações já se encontram devidamente regularizadas ou serão futuramente solicitadas junto à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e/ou SEMAS/PA.	Após a desmobilização das estruturas superficiais e subterrâneas, não haverá geração de resíduos e efluentes no local, sendo todos os materiais destinados de forma adequada. Ademais, a captação de água superficial e o bombeamento de água subterrânea irão cessar, de forma que a disponibilidade hídrica seja retomada. Para a desativação do empreendimento estão previstas, para a fase de fechamento, campanhas de investigações preliminares e confirmatórias de possíveis contaminações do solo e águas superficiais e subterrâneas, em especial nas áreas remanescentes. Todos os controles serão aplicados para que a qualidade das águas esteja em conformidade com os limites estabelecidos na legislação.
	Qualidade do Ar	Na ausência do projeto, a qualidade do ar pode ser impactada pela dispersão de materiais particulados provenientes das áreas de solo exposto, geradas durante a operação da Mina do Igarapé Bahia. A qualidade do ar também pode ser alterada por outras atividades minerárias que ocorrem próximas à área, também no interior da Floresta Nacional dos Carajás, além das atividades de fechamento ainda em andamento na área. No entanto, os monitoramentos de material particulado realizados tanto na área da mina quanto na área de atividade minerária próxima, demonstraram resultados em conformidade com a legislação em todas as medições realizadas.	A qualidade do ar pode ser impactada pela geração de material particulado e gases de combustão provenientes da execução de cortes, aterros e terraplanagem, beneficiamento mineral, trânsito de veículos e equipamentos, construção e demolição de estruturas de concreto e alvenaria, e desmonte de rocha com explosivos. O impacto foi considerado relevante apenas para a geração de gases de combustão, uma vez que o impacto relativo à geração de material particulado foi considerado irrelevante devido à inexistência de receptores no entorno da ADA. Para minimizar esses impactos, é necessário implementar medidas e programas de controle. No entanto, não existem outros receptores do entorno do empreendimento, uma vez que este se insere no interior da Floresta Nacional dos Carajás.	Com a desativação do empreendimento as áreas serão revegetadas, mitigando a ressuspensão de material particulado e a alteração da qualidade do ar no entorno da área do projeto. De forma similar, não haverá geração de gases de combustão, pela remoção de estruturas, equipamentos e máquinas.
	Ruído e Vibração	Poderiam ocorrer alterações de ruído e vibração vinculadas às atividades minerárias que ocorrem próximas à área do projeto. No entanto, é importante ressaltar que a área da antiga Mina do Igarapé Bahia se insere no interior da Floresta Nacional dos Carajás, onde não existem outras fontes de emissão de ruído ou receptores.	Em decorrência da construção e demolição de estruturas de alvenaria e concreto, trânsito de veículos e equipamentos, e beneficiamento mineral, desmonte de rochas com explosivos, obras da linha de transmissão, e utilização de oficina de manutenção avançada os níveis de pressão sonora podem ser alterados, causando perturbação na área de influência. Ademais, os níveis de vibração podem ser alterados pelo desmonte de rocha com explosivos previstos para as fases de implantação e operação. No entanto, não existem outros receptores do entorno do empreendimento, uma vez que este se insere no interior da Floresta Nacional dos Carajás.	Com a desativação do empreendimento todos os equipamentos e máquinas serão removidos da área, bem como todas as atividades geradoras de ruído e vibração serão finalizadas.
	Espeleologia	Manutenção da inter-relação de estabilidade entre áreas consolidadas do empreendimento pretérito e as cavidades naturais subterrâneas e suas áreas de influência iniciais (entornos de 250 m). Destaque para as feições ALE_0001, ALE_0012 e ALE_0015.	Definição de 11 áreas de influências cavernícolas finais (ALE_0001; ALE_0002; ALE_0003; ALE_0004; ALE_0005; ALE_0008; ALE_0009; ALE_0011; ALE_0012; ALE_0014; ALE_0015). Proposição de impactos irreversíveis para as cavidades ALE_0001; ALE_0014; ALE_0017 e ALE_0018, sendo as três últimas classificadas como de baixa relevância. Proposição de duas cavidades de alta relevância para testemunho compensando a ALE_0001 (tornando-as de relevância máxima). Para essa caverna é previsto o Subprograma de Resgate e Compensação Espeleológica. Proposta de monitoramento de cavidades nas fases de implantação e operação no intuito de garantir eficiência das medidas de controle propostas frete a manutenção dos elementos bióticos e abióticos, superficiais e subterrâneos, necessários ao equilíbrio ecológico e integridade física do ambiente cavernícola (ALE_0003; ALE_0012; ALE_0015). Considerando o cenário de descomissionamento do empreendimento entende-se que as cavidades ALE_0001, ALE_0014, ALE_0017 e ALE_0018 estarão impactadas irreversivelmente, enquanto as cavidades ALE_0006 e ALE_0013 passam a ser consideradas de máxima relevância para posteriores	Considerando o cenário de descomissionamento do empreendimento entende-se que as cavidades ALE_0001, ALE_0014, ALE_0017 e ALE_0018 estarão impactadas irreversivelmente, enquanto as cavidades ALE_0006 e ALE_0013 passam a ser consideradas de máxima relevância para posteriores tratativas legais, conforme proposta de compensação. Para as demais cavidades de influência final espera-se total reversibilidade dos impactos previstos, sendo o principal a supressão vegetal e a inexistência dos impactos improváveis, demonstrando a devida aplicação e respectiva eficácia das medidas de controle propostas no Programa de Gestão Espeleológica (PGE).

LD DA @ 28 08 02 Of-RD GC PM



Tema	Atributo	Não Implantação do Projeto	Implantação do projeto e execução de medidas mitigadoras	Desativação do Projeto-
			tratativas legais, conforme proposta de compensação. Para as demais cavidades e suas áreas de influência final espera-se total reversibilidade dos impactos previstos, sendo o principal a supressão vegetal e a inexistência dos impactos improváveis, demonstrando a devida aplicação e respectiva eficácia das medidas de controle propostas no Programa de Gestão Espeleológica (PGE).	
Fauna	Biodiversidade	Com o cenário se mantendo sem as obras do referido empreendimento, tende-se a manter a distribuição e as características da fauna local e comunidades aquáticas, sem a incorporação dos impactos previstos e sem o aumento da pressão sobre tais comunidades presentes na área.	Durante o período de implantação, os principais impactos previstos sobre a fauna e comunidades aquáticas locais são: afugentamento da fauna, alteração das comunidades da biota aquática, atropelamento de fauna, retorno de espécies da fauna, desregulação fisiológica de indivíduos da fauna, perda de habitat, perda de indivíduos da fauna e redução do passivo ambiental. Após os processos de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão, localmente ainda são incidentes os impactos de afugentamento da fauna, alteração das comunidades da biota aquática, desregulação fisiológica de indivíduos florestais, perda de habitat e perda de indivíduos da fauna. Contudo, pelo fato do empreendimento se tratar de algo estrutural, pontual e estático, indivíduos da fauna afugentados tendem a retornar à utilização dos locais de origem, ocupando novamente as áreas adjacentes à estrutura, principalmente a partir das iniciativas de recuperação da vegetação previstas para ocorrer deste a implantação até o fechamento. Além disso, a utilização de áreas antropizadas da Mina do Igarapé Bahia para implantação do empreendimento garante a redução do passivo ambiental;	A desativação do Projeto do Alemão poderá resultar em um cenário favorável para a fauna local, com recuperação de habitats, aumento da conectividade ecológica e redução de pressões antrópicas, especialmente sobre espécies sensíveis, endêmicas e ameaçadas. No entanto, o sucesso desse prognóstico depende da efetiva implementação de medidas pós-operacionais, incluindo a restauração ecológica ativa, o controle de espécies invasoras e a continuidade dos programas de monitoramento da fauna.
Flora	Vegetação	Mantém-se a distribuição atual e efeitos de borda associados, visto que um grande quantitativo da ADA já se encontra antropizada em locais onde já houve intervenções ou infraestruturas pertencentes à mina do Igarapé Bahia. As poucas áreas antropizadas da AID também manteriam a distribuição atual e os efeitos de borda associados.	Os principais impactos avaliados sobre a flora poderão ocorrer principalmente em razão da supressão vegetal necessária para a instalação das estruturas dentro da zona de mineração da Floresta Nacional de Carajás. Os impactos avaliados serão progressivos e, principalmente na fisionomia de Floresta Ombrófila Densa, com maior incidência nas fases de implantação e operação, onde estarão contempladas grandes estruturas como a barragem de rejeitos. Os impactos sobre a vegetação possuem ainda potencial para interferir também com a fauna local. Como medida de mitigação, durante a fase de operação do projeto, será implementado o PRAD nas áreas das estruturas provisórias a serem descomissionadas ao fim da fase de implantação, Além do Programa de Plantio Compensatório.	Após o encerramento das atividades e descomissionamento das estruturas operacionais, o PRAD prevê a estabilização geotécnica das áreas alvo e posterior revegetação das áreas, de forma a reintegrar a área do empreendimento a paisagem da Flona de Carajás.
	Biodiversidade	Os locais da ADA com histórico de antropização pelas operações e infraestruturas da Mina de Igarapé Bahia, a vegetação tenderá a manter as características e estruturas atuais. Da mesma maneira as áreas que apresentam vegetação preservada, manterão suas características naturais.	Com as intervenções propostas, a diversidade florística local sofrerá impactos ambientais negativos Como forma de mitigar os impactos durante as fases de implantação e operação do projeto, serão implantados por exemplo os Programas de Resgate de Germoplasma, Plano de Controle da Supressão Vegetal e Programa de Combate a Incêndios florestais que serão executados durante as fases de implantação e operação do empreendimento.	Após o encerramento do projeto, com os programas de mitigação e compensação ambiental, espera-se que a biodiversidade seja reestabelecida, a partir do Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e demais programas de mitigação propostos.
Socioeconomi a	Expectativas da população	Na ausência do Projeto Alemão, as expectativas das comunidades da AID tendem a se manter ancoradas em um cenário de continuidade, com poucas perspectivas de transformação estrutural no curto e no médio prazo. A dinâmica local permaneceria sustentada por empreendimentos já consolidados, com destaque para os setores de mineração, comércio e serviços, cuja capacidade de gerar efeitos multiplicadores se encontra próxima à saturação. Essa condição alimenta uma percepção social de estabilidade, porém associada à estagnação de oportunidades econômicas e à limitação no acesso a políticas públicas mais abrangentes. Em áreas urbanas, o cotidiano seguiria moldado pela manutenção das práticas habituais, sem expectativa de ruptura positiva nos padrões de empregabilidade, renda ou acesso à infraestrutura. Nas áreas rurais, a percepção sobre o futuro tenderia a refletir a continuidade das restrições relacionadas ao isolamento, à baixa oferta de serviços e à ausência de vetores indutores de desenvolvimento. Ao mesmo tempo, a não realização do empreendimento evita o surgimento de tensões sociais e ambientais, reduzindo o risco de reconfigurações territoriais abruptas. Trata-se, portanto, de um cenário de baixa incerteza, porém também de baixa inovação, no qual o horizonte das comunidades se projeta de forma previsível, mas restrita.	A implantação do Projeto Alemão reconfigura o campo de expectativas da população, especialmente entre os trabalhadores em busca de novas oportunidades e os setores econômicos locais que vislumbram benefícios indiretos. A chegada do empreendimento introduz a perspectiva de ampliação da renda, de crescimento do mercado de trabalho e de incremento nas receitas municipais, o que tende a fortalecer um imaginário coletivo de desenvolvimento e modernização. Essa expectativa de progresso, no entanto, é acompanhada por um conjunto de apreensões, particularmente relacionadas à possibilidade de sobrecarga da infraestrutura urbana, aumento do custo de vida e intensificação de fluxos migratórios. Na AID, comunidades rurais no entorno do empreendimento poderiam se expor a fatores críticos ante as transformações socioeconômicas previstas. Além disso, o histórico de experiências anteriores com grandes empreendimentos na região tende a influenciar a forma como os moradores projetam o futuro: entre os que vislumbram ganhos econômicos concretos e os que temem a acentuação de desigualdades. Nesse cenário, torna-se fundamental o fortalecimento de canais de escuta ativa, pactuação institucional e transparência nas ações do empreendedor. A condução responsável da implantação poderá, por um lado, consolidar a confiança no projeto e, por outro, reduzir o risco de desmobilização social causada por frustrações ou expectativas não atendidas.	No cenário de encerramento das atividades do projeto, as expectativas da população tenderão a se influenciar pela forma como se estruturarão os processos de transição e desmobilização. Em um contexto no qual o encerramento ocorra sem planejamento adequado para a reconversão produtiva, é provável o surgimento de percepções de retrocesso, abandono institucional e perda de benefícios sociais conquistados durante a operação. A redução abrupta na geração de empregos, a queda na arrecadação pública e o esvaziamento de cadeias produtivas secundárias podem alimentar um sentimento coletivo de instabilidade e descontinuidade. Por outro lado, caso o encerramento seja precedido por ações coordenadas entre o setor público, o empreendedor e a sociedade civil, será possível manter – e até ressignificar – as expectativas em torno de um novo modelo de desenvolvimento. O apoio às ações voltadas para a requalificação profissional, fomento à economia local e reaproveitamento de estruturas instaladas podem criar um ambiente de transição menos abrupto e mais ancorado na sustentabilidade. A construção de um legado positivo dependerá, nesse sentido, da antecipação de estratégias de encerramento e da capacidade de engajamento social ao longo de toda a vida útil do empreendimento.
	Empregabilidade	Mesmo com a não implantação do Projeto Alemão a estrutura do mercado de trabalho local tende a se manter concentrada nas atividades de mineração e de apoio à mineração já consolidadas em Parauapebas. Além disso, o comércio e os serviços urbanos tendem a se manter nos níveis atuais, como atividades complementares indiretas potencializadas pela presença dos grandes empreendimentos e, por conseguinte, seus trabalhadores. O ritmo de geração de novos empregos formais permanecerá condicionado às flutuações desses setores, sem indução de novas frentes econômicas capazes de absorver a mão de obra ociosa ou promover ascensão ocupacional expressiva. Nesse cenário, a informalidade tende a se manter elevada, principalmente entre os jovens e em comunidades com menor acesso à educação profissionalizante. A ausência de um novo vetor de dinamismo econômico compromete a expansão da base ocupacional do município, limitando a atração de	Com a implantação do Projeto Alemão, espera-se um aumento na oferta de empregos, sobretudo nas fases de implantação e operação. A estimativa para a implantação do Projeto Alemão conta com um pico de 3.000 novos postos de trabalho ao longo da implantação, com política de priorização da mão de obra local, o que pode gerar uma inflexão importante nos indicadores de ocupação e, consequentemente, na renda domiciliar das comunidades da AID. Esse movimento tende a impulsionar o dinamismo de setores como construção civil, transporte, alimentação e serviços diversos, fortalecendo os elos da cadeia produtiva regional. A ampliação da empregabilidade poderá, ainda, induzir políticas públicas e iniciativas empresariais voltadas à capacitação de trabalhadores, com o objetivo de qualificar a força de trabalho para funções técnicas especializadas. Esse ciclo virtuoso, no entanto, dependerá do alinhamento entre a demanda do empreendimento, a oferta local de mão de obra e os mecanismos de acesso a oportunidades, especialmente entre os segmentos historicamente excluídos do mercado formal. Por outro lado, desmobilização ao fim da implantação poderá causar interferências sobre a estabilidade	O encerramento das atividades operacionais do projeto representa um ponto crítico na dinâmica do emprego local. A extinção dos postos de trabalho vinculados diretamente à operação da mina e à prestação de serviços relacionados poderá gerar uma retração acentuada do mercado de trabalho e a perda de estabilidade econômica para um número significativo de famílias. Esse cenário tende a impactar com maior intensidade as comunidades da AID que tiveram no projeto uma das principais fontes de renda e ocupação formal. A depender da forma como se estruturar o processo de desmobilização e de encerramento, o município poderá enfrentar dificuldades para absorver a mão de obra excedente, sobretudo em um contexto de baixa diversificação produtiva. Em contrapartida, caso o fechamento seja conduzido com planejamento, apoio a programas de requalificação profissional e estímulos ao empreendedorismo local, será possível construir uma transição menos abrupta, com efeitos socioeconômicos mitigados. O aproveitamento de competências técnicas desenvolvidas durante o ciclo do empreendimento poderá, inclusive, constituir um diferencial competitivo regional, desde que articulado com ações internas e públicas, tais como como a inclusão dos trabalhadores e suas competências no Sistema Nacional de Emprego (SINE) e a possível relocação de profissionais para a

LD DA @ 28 08 22 Of-RD GC PM



Tema	Atributo	Não Implantação do Projeto	Implantação do projeto e execução de medidas mitigadoras	Desativação do Projeto-
		investimentos em atividades complementares à cadeia mineral. De igual modo, tende a se reduzir o estímulo institucional à implementação de programas de qualificação voltados à absorção de trabalhadores em setores técnicos ou operacionais. Sem a perspectiva de ampliação das oportunidades, o mercado de trabalho local seguiria marcado por seletividade e desigualdades persistentes, com impactos diretos sobre a renda das famílias e a estabilidade econômica das comunidades da AID.	ocupacional da população empregada, sobretudo se não forem previstas estratégias de realocação, reconversão produtiva ou diversificação econômica. A sustentabilidade da empregabilidade no longo prazo demandará, portanto, ações de planejamento intersetorial e articulação entre as políticas de desenvolvimento local.	atividade de desmonte das estruturas do empreendimento. A antecipação dessas estratégias será determinante para evitar um cenário de regressão socioeconômica e desemprego estrutural na fase pós-projeto.
	Integração e Dinamização de Mercados Locais	Na ausência do Projeto Alemão, os mercados locais de Parauapebas e entorno tendem a manter seu ritmo atual de crescimento, condicionado à presença de grandes empreendimentos minerários já existentes e ao consumo interno gerado pela população residente. A base econômica permanecerá concentrada nos setores terciários, especialmente comércio e serviços, com pouca indução a transformações estruturais ou à diversificação das cadeias produtivas locais. A inserção de pequenos e médios empreendedores no circuito formal da economia continuará restrita por fatores como baixo acesso a crédito, limitações logísticas e escassa capacitação gerencial. A cadeia de suprimentos associada à mineração vigente já se encontra consolidada em torno de grandes fornecedores, o que reduz a margem de entrada de atores econômicos locais. Nas comunidades rurais da AID, as atividades agropecuárias de base familiar seguirão afastadas dos mercados urbanos, devido à ausência de incentivos, infraestrutura de escoamento e articulação comercial. Esse quadro limita a circulação de riqueza entre os setores econômicos e reforça a concentração de oportunidades em nichos econômicos já estabelecidos, sem estímulo à inovação ou à adensamento das redes produtivas regionais.	Com a implantação do Projeto Alemão, a integração e a dinamização dos mercados locais poderão ganhar novo impulso, impulsionadas pela ampliação da demanda por insumos, serviços e mão de obra. O aumento do consumo decorrente da geração de empregos formais e da elevação da renda domiciliar tende a estimular o crescimento de negócios locais, sobretudo nos setores de alimentação, transporte, hospedagem, manutenção, vestuário e outros serviços vinculados direta ou indiretamente à atividade minerária. A cadeia de suprimentos poderá ser reorganizada com maior participação de empresas locais, desde que haja estímulos explícitos à contratação regional, programas de qualificação empresarial e redução de barreiras técnicas e burocráticas à entrada de novos fornecedores. A estruturação de um ambiente econômico mais dinâmico dependerá da capacidade do município de articular políticas de fomento ao empreendedorismo e de garantir infraestrutura urbana compatível com o aumento da demanda. Contudo, esse cenário também pode gerar desequilíbrios. A rápida intensificação da atividade econômica pode levar à inflação de preços em determinados setores, sobrecarregar pequenos fornecedores e comprometer a qualidade do atendimento. Além disso, a entrada de empresas de fora da região, atraídas pela movimentação econômica do empreendimento, poderá acirrar a concorrência e deslocar empreendedores locais com menor capacidade de resposta. Para mitigar esses riscos, será necessário estabelecer mecanismos de proteção à economia local, como políticas de compras públicas regionais, formação de redes cooperativas e fortalecimento das instituições de apoio à pequena empresa.	Com o encerramento do projeto, a retração da atividade minerária poderá impactar negativamente os mercados locais, especialmente aqueles que tenham se estruturado de forma excessivamente dependente das demandas geradas pelo empreendimento. A queda súbita no consumo e a interrupção de contratos com prestadores de serviços e fornecedores locais poderão provocar redução de receita, fechamento de negócios e aumento da instabilidade no ambiente comercial. Em especial, as micro e pequenas empresas que não tiverem ampliado sua capacidade de diversificação e de inserção em novos mercados estarão mais vulneráveis aos efeitos da desmobilização. Esse cenário reforça a importância de antecipar a transição produtiva, estimulando desde a fase operacional ações voltadas ao fortalecimento de cadeias econômicas alternativas e ao desenvolvimento de capacidades empreendedoras mais resilientes. Por outro lado, caso haja planejamento articulado e políticas de fomento à economia local — com aproveitamento dos conhecimentos adquiridos, reorientação de investimentos e consolidação de parcerias público-privadas —, é possível que parte do dinamismo econômico gerado durante o ciclo do empreendimento seja mantida. A presença de infraestrutura instalada, redes de negócios formadas e mão de obra qualificada pode se converter em vantagem competitiva regional, desde que se estruture uma política de pós-fechamento voltada à perenização de efeitos positivos.
	Finanças Públicas	Na ausência do Projeto Alemão, a estrutura fiscal de Parauapebas deve se manter centrada nas receitas provenientes da atividade minerária já existente, com destaque para a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), o Imposto sobre Serviços (ISSQN) e o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). Embora essas receitas tenham permitido ao longo dos anos certo protagonismo do município no cenário estadual, a base tributária segue vulnerável à oscilação de preços internacionais de minérios e à concentração econômica. Sem novos empreendimentos de grande porte, a arrecadação tende a crescer de forma moderada, sem provocar saltos significativos na capacidade de investimento público. O município continuará enfrentando limitações para diversificar sua matriz fiscal, perpetuando a dependência da atividade mineral como fonte primária de receita. Além disso, a ausência de uma nova indução econômica reduzirá as possibilidades de arrecadação adicional em setores como comércio, serviços e construção civil. Esse contexto restringe a implementação de políticas públicas mais ambiciosas e reforça a importância de iniciativas voltadas à ampliação da base tributária e à gestão eficiente dos recursos disponíveis.	A implantação do Projeto Alemão deve provocar uma expansão considerável da arrecadação municipal, sobretudo por meio da CFEM, do ISSQN aplicado sobre os serviços de engenharia, montagem e operação da planta, e do ICMS gerado por transações comerciais associadas à atividade mineral. A elevação dessas receitas ampliará a margem de manobra fiscal do município, possibilitando investimentos estruturantes em infraestrutura urbana, saneamento, educação, saúde e habitação, desde que a gestão orçamentária seja conduzida de forma estratégica. Além do impacto direto sobre a arrecadação, o dinamismo gerado pela instalação do projeto poderá estimular o crescimento de setores econômicos secundários, contribuindo para a diversificação da base tributária. O aumento da formalização de empresas e da contratação de mão de obra local poderá repercutir em elevação na arrecadação do ISSQN vinculado ao comércio e aos serviços. Esse contexto oferece ao poder público uma janela de oportunidade para consolidar políticas públicas de longo prazo, reduzir desigualdades regionais e melhorar a capacidade de resposta do Estado às demandas sociais. Entretanto, o uso dos recursos provenientes do projeto deverá ser orientado por critérios de prudência fiscal e sustentabilidade. A experiência de Parauapebas com ciclos anteriores de mineração evidencia o risco de uma gestão fiscal marcada por fortes oscilações e baixa institucionalização de mecanismos de planejamento. A criação de fundos de reserva, a adoção de planos plurianuais consistentes e a aplicação de parte dos recursos em ações de diversificação econômica são caminhos possíveis para garantir que os benefícios fiscais do projeto se convertam em legados estruturais duradouros.	Com o encerramento das operações do Projeto Mina do Alemão, é esperada uma redução substancial das receitas vinculadas à exploração mineral, especialmente no que diz respeito à CFEM e à arrecadação associada a serviços diretamente contratados pelo empreendimento. Esse declínio poderá comprometer a sustentabilidade fiscal do município caso não haja uma base tributária suficientemente diversificada ou reservas acumuladas durante o período operacional. A interrupção de fluxos financeiros significativos impactará a capacidade de investimento da administração pública e poderá acarretar cortes em políticas sociais, infraestrutura e manutenção de serviços básicos. A gestão fiscal municipal poderá enfrentar pressões para atender a uma estrutura de gastos já ampliada ao longo do ciclo de operação, sem a mesma capacidade de arrecadação que a justificou anteriormente. No entanto, o fechamento do empreendimento também pode representar o início de um novo ciclo, caso haja planejamento prévio para a reconversão econômica do território. A continuidade dos investimentos públicos dependerá da capacidade do poder público de estruturar fontes alternativas de receita, como a atração de novos empreendimentos, o fortalecimento do setor terciário e a valorização de ativos públicos. O sucesso dessa transição exigirá governança fiscal qualificada, articulação interinstitucional e compromisso político com o uso estratégico dos recursos acumulados durante a fase de operação.
	Serviços Públicos e Infraestrutura	Na ausência do Projeto Alemão, a expansão dos serviços públicos e da infraestrutura urbana em Parauapebas deverá seguir o ritmo atual, condicionado às receitas oriundas de empreendimentos minerários já em operação, transferências intergovernamentais e iniciativas pontuais do setor privado. Embora o município conte com uma das maiores arrecadações do Pará, a concentração de recursos em determinados polos urbanos e a persistência de desigualdades territoriais limitam a universalização dos serviços. Setores como educação, saúde, saneamento básico e transporte público continuarão a enfrentar desafios relacionados à cobertura, à qualidade e à capacidade de resposta diante do crescimento populacional. Em áreas urbanas periféricas e nas comunidades da AID, permanecem deficiências em infraestrutura física, como escolas com capacidade reduzida, ausência de creches públicas, redes precárias de abastecimento de água e coleta de esgoto, e pavimentação deficitária. A ausência de um novo projeto de grande porte também reduz a probabilidade de investimentos compensatórios ou de melhorias associadas à responsabilidade corporativa. A manutenção desse cenário reforça a tendência de expansão desigual da infraestrutura e de limitações institucionais na prestação de serviços públicos. As melhorias ocorreriam de forma gradual, com avanços localizados, mas sem indução suficiente para superar gargalos	A implantação do Projeto Alemão poderá impactar significativamente a capacidade de oferta de serviços públicos e a infraestrutura urbana de Parauapebas. A elevação da arrecadação tributária criará condições favoráveis para ampliar investimentos em setores essenciais, como saneamento, mobilidade urbana, educação e saúde. Contudo, ao mesmo tempo, o aumento do contingente populacional decorrente de fluxos migratórios e da instalação de novos empreendimentos poderá sobrecarregar a infraestrutura existente e pressionar os sistemas públicos. No campo da educação, haverá a necessidade de expansão da rede escolar para atender à demanda de famílias que se estabelecerem no município, além de investimentos na qualificação docente, infraestrutura física e tecnologias pedagógicas. Em saneamento básico, os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, já deficitários em áreas periféricas, poderão tomar-se ainda mais vulneráveis se não forem ampliados proporcionalmente à nova demanda. A presença do projeto também exigirá melhorias no sistema viário, transporte público e gestão de resíduos sólidos, especialmente nas comunidades da AID situadas ao longo das rotas logísticas do empreendimento. A coordenação entre as esferas municipal e estadual será essencial para que os investimentos induzidos pelo projeto sejam aplicados de maneira estratégica e não apenas reativos aos impactos imediatos. Além disso, a articulação entre o empreendedor e o poder público pode favorecer a implementação de ações conjuntas voltadas à infraestrutura social, como centros comunitários, unidades de saúde, escolas técnicas e sistemas de drenagem urbana.	O encerramento das atividades operacionais do Projeto Mina do Alemão implicará uma readequação da infraestrutura e dos serviços públicos frente à nova realidade demográfica e fiscal do município. A redução da arrecadação poderá comprometer a manutenção dos sistemas ampliados durante o ciclo do empreendimento, especialmente se os investimentos realizados não tiverem sido acompanhados por estratégias de gestão, operação e manutenção de longo prazo. A eventual ociosidade de equipamentos públicos, como escolas, unidades de saúde ou sistemas de transporte dimensionados para uma população em expansão, poderá gerar custos fixos elevados e perda de eficiência. Caso não haja uma transição planejada, existe o risco de deterioração da qualidade dos serviços públicos, com impacto direto sobre o bem-estar das comunidades da AID. Por outro lado, se os investimentos forem orientados por critérios de sustentabilidade e houver políticas de adaptação da infraestrutura às novas demandas, o município poderá manter parte dos ganhos obtidos no período de operação. A utilização de estruturas existentes para novas funções, o estímulo a políticas de uso racional de recursos e a valorização da infraestrutura social instalada poderão contribuir para manter níveis aceitáveis de atendimento, mesmo após a retração da atividade econômica. A governança municipal terá papel decisivo na preservação dos benefícios estruturais conquistados durante o ciclo do empreendimento.

LD DA @ 28 08 02 04-20 GC PM



Tema	Atributo	Não Implantação do Projeto	Implantação do projeto e execução de medidas mitigadoras	Desativação do Projeto-
		históricos de acesso, qualidade e eficiência.		
	Saúde Pública	Na ausência do Projeto Alemão, os serviços de saúde pública em Parauapebas deverão manter sua trajetória atual de funcionamento, marcada por relativa expansão, mas também por assimetrias estruturais entre as áreas centrais e periféricas. O município permanecerá dependente das receitas geradas por empreendimentos já instalados e das transferências dos entes federativos, o que tende a limitar o ritmo de ampliação e qualificação dos serviços de saúde. Os principais desafios continuarão associados à cobertura insuficiente em comunidades da AID, à carência de profissionais médicos em áreas mais remotas e à sobrecarga das Unidades Básicas de Saúde (UBS), sobretudo aquelas localizadas em bairros de maior vulnerabilidade social. Persistem ainda obstáculos logísticos para acesso ao atendimento especializado e hospitalar, exigindo deslocamentos frequentes da população. A ausência de novos investimentos estruturantes compromete a capacidade do sistema local de responder a eventos de aumento súbito de demanda ou de implementar políticas de saúde preventiva em larga escala.	A implantação do Projeto Alemão deverá repercutir de forma significativa sobre os serviços de saúde pública, tanto por meio da ampliação da arrecadação municipal — que pode viabilizar investimentos em infraestrutura e recursos humanos — quanto pelos efeitos diretos e indiretos do aumento populacional esperado. A chegada de novos trabalhadores e suas famílias tende a gerar pressões adicionais sobre a rede de atenção primária, com potencial sobrecarga das UBS e das unidades de pronto atendimento, especialmente nas comunidades da AID mais próximas da área de implantação. A elevação da demanda por atendimentos ambulatoriais, emergenciais, vacinação e pré-natal exigirá medidas de reforço institucional, expansão física das unidades existentes e reestruturação dos fluxos assistenciais. A qualificação de equipes, a contratação de profissionais e a ampliação de programas de atenção básica e vigilância em saúde serão necessárias para assegurar o atendimento universal. Paralelamente, o projeto poderá implementar ações de saúde ocupacional voltadas a seus trabalhadores, com desdobramentos positivos sobre as comunidades vizinhas, caso tais programas sejam desenhados de forma integrada e incluam campanhas de prevenção, educação em saúde e monitoramento epidemiológico. A articulação entre o empreendedor e a gestão pública, por meio de convênios, contrapartidas ou apoio técnico, poderá contribuir para o fortalecimento institucional do SUS no território.	O encerramento das atividades do Projeto Mina do Alemão deverá resultar em um reequilíbrio da demanda sobre os serviços de saúde. Entretanto, os efeitos dependerão do padrão de permanência das famílias atraídas pelo projeto e da capacidade do município de ajustar sua estrutura assistencial a essa nova realidade. A eventual redução da arrecadação pode comprometer a manutenção dos investimentos realizados durante o ciclo do projeto, principalmente em áreas como aquisição de equipamentos, fornecimento de insumos e contratação de profissionais. Sem planejamento, há risco de esvaziamento de serviços ou perda da qualidade assistencial. Por outro lado, caso os investimentos tenham sido orientados por critérios de sustentabilidade — com foco em atenção básica, prevenção e cobertura territorial —, os ganhos institucionais e estruturais poderão ser preservados. A experiência acumulada pelos profissionais e gestores ao longo do ciclo do projeto pode se converter em capacidade instalada, desde que sejam garantidos mecanismos de transição institucional e financiamento contínuo. O êxito desse cenário dependerá da governança local e da existência de um plano de transição pactuado entre os atores públicos e privados envolvidos.
	Habitação e Fluxos Migratórios	Na ausência do Projeto Alemão, o crescimento demográfico de Parauapebas tende a seguir os padrões recentes de expansão moderada, influenciada pela dinâmica dos empreendimentos minerários em operação e pela mobilidade populacional endógena. A demanda por habitação continuará crescendo de forma gradual, permitindo certa previsibilidade no planejamento urbano. Entretanto, o déficit habitacional persistirá, especialmente nas comunidades da AID com infraestrutura precária e baixa cobertura de serviços públicos. A produção formal de moradias, sobretudo aquelas voltadas à população de baixa renda, permanecerá aquém das necessidades do município, resultando na continuidade da ocupação informal de áreas periféricas e na expansão de loteamentos irregulares. Sem o estímulo de novos empreendimentos de grande porte, não haverá indução relevante sobre o mercado imobiliário, o que evita pressões especulativas, mas também limita o volume de investimentos habitacionais e urbanísticos.	A implantação do Projeto Alemão deverá atrair contingentes populacionais para o município, tanto de trabalhadores temporários quanto de pessoas em busca de oportunidades indiretas associadas à cadeia produtiva. A expectativa de geração de empregos e aumento da renda local poderá impulsionar movimentos migratórios espontâneos, pressionando a demanda por habitação em bairros urbanos e comunidades da AID. Esse aumento da demanda poderá provocar elevação dos preços de aluguéis e dos terrenos urbanos, especialmente nas áreas mais próximas às rotas logísticas e ao centro comercial do município. A expansão desordenada da malha urbana, na ausência de ações coordenadas de planejamento territorial, pode agravar a ocupação irregular, a favelização e os conflitos de uso e ocupação do solo. A infraestrutura urbana existente tende a ser sobrecarregada, ampliando os desafios de saneamento, drenagem, mobilidade e acesso aos serviços públicos. A capacidade do poder público de responder a essa nova configuração demográfica dependerá do uso estratégico dos recursos adicionais arrecadados e da articulação entre os órgãos de planejamento urbano e os programas sociais de habitação. Por outro lado, o cenário também apresenta oportunidades. A entrada de recursos e o fortalecimento da arrecadação municipal podem permitir investimentos em programas habitacionais de interesse social, regularização fundiária e expansão da infraestrutura urbana. A implementação de políticas públicas específicas para a gestão de fluxos migratórios — incluindo o monitoramento de ocupações informais, a mediação de conflitos fundiários e o estímulo à habitação formal — será decisiva para equilibrar os efeitos do crescimento populacional induzido pelo empreendimento.	O encerramento das atividades do Projeto Mina do Alemão poderá provocar dois movimentos distintos no tocante à habitação e à dinâmica migratória. De um lado, a retração econômica tende a reduzir a atratividade do município como destino migratório, o que pode resultar em estagnação ou mesmo diminuição populacional. Por outro, a permanência de parte dos migrantes atraídos pelo ciclo do empreendimento exigirá adaptações na gestão urbana, com foco na requalificação de áreas habitadas e na garantia de serviços básicos. A infraestrutura habitacional instalada — formal ou informal — poderá enfrentar problemas de ociosidade, depreciação e desvalorização, especialmente em localidades que tenham se expandido sem planejamento adequado. Áreas ocupadas irregularmente durante o auge da implantação poderão tornar-se zonas de vulnerabilidade, exigindo ações públicas de reordenamento urbano, regularização fundiária e acesso à moradia digna. Entretanto, caso o município antecipe os efeitos do fechamento do projeto e desenvolva políticas de transição baseadas em diversificação econômica, é possível garantir certa estabilidade residencial e mitigar os impactos negativos da retração migratória. A manutenção de investimentos em infraestrutura urbana, programas habitacionais e serviços públicos será fundamental para assegurar a coesão social e evitar o surgimento de novos bolsões de exclusão nas comunidades da AID.
	Condições de Mobilidade e Transporte	Na ausência do Projeto Alemão, o sistema viário de Parauapebas deverá continuar operando sob pressão crescente, ainda que em ritmo inferior ao observado em contextos de expansão econômica acelerada. A estrada Paulo Fonteles, principal eixo de ligação entre áreas urbanas, comunidades da AID e zonas produtivas da região, tende a manter os atuais níveis de tráfego intenso, sobretudo em horários de pico e em função do transporte vinculado à mineração já existente. As limitações de infraestrutura — como a ausência de acostamentos, sinalização insuficiente e manutenção irregular — continuarão a comprometer a segurança dos usuários e a fluidez do trânsito. Nas vias secundárias, como a estrada da Apinha e demais acessos às comunidades da AID, persistirão gargalos associados à precariedade do revestimento, baixa capacidade de drenagem e falta de pavimentação, especialmente durante os períodos chuvosos. A expansão urbana, ainda que moderada, ampliará gradualmente a pressão sobre o sistema de mobilidade local, mas sem provocar rupturas imediatas. O transporte público continuará apresentando limitações de cobertura, frequência e conforto, dificultando a mobilidade cotidiana da população que depende desse serviço. Sem a indução de novos investimentos por meio de grandes empreendimentos, os avanços em mobilidade urbana dependerão da alocação eficiente dos recursos públicos regulares, cujos efeitos tendem a ser lentos e restritos a áreas mais consolidadas do território.	A implantação do Projeto Alemão deverá intensificar significativamente o uso das vias municipais e regionais, especialmente no entorno das rotas logísticas destinadas ao transporte de insumos, equipamentos e pessoal. A estrada Paulo Fonteles deverá absorver volume adicional de tráfego pesado, inclusive em horários não convencionais, o que poderá agravar os problemas de congestionamento, deterioração do pavimento e risco de acidentes. Mesmo com a estratégia de priorização da contratação de mão de obra local, a movimentação de veículos associada ao empreendimento — entre caminhões, ônibus fretados e utilitários — implicará sobrecarga sobre uma infraestrutura já fragilizada. A presença de comunidades da AID ao longo dessas rotas amplia o potencial de conflitos viários e de impactos sobre a qualidade de vida da população local. Para mitigar esses efeitos, o empreendimento prevê a adoção de um Plano de Controle de Tráfego com ações como o gerenciamento de horários de circulação, campanhas educativas e reforço da sinalização. No entanto, a efetividade dessas medidas dependerá da integração com as ações do poder público, sobretudo no que diz respeito à requalificação estrutural da malha viária e à ampliação das opções de transporte público. Além disso, o uso planejado da Estrada de Ferro Carajás para o escoamento da produção representa um vetor logístico positivo, pois poderá reduzir parte da pressão sobre as estradas locais. Ainda assim, é imprescindível monitorar continuamente os efeitos cumulativos de outros projetos em operação ou planejamento, de modo a evitar o colapso de sistemas compartilhados.	Com o encerramento das atividades do Projeto Mina do Alemão, espera-se uma redução no volume de tráfego de veículos diretamente vinculados ao empreendimento, o que poderá aliviar parte da sobrecarga sobre a infraestrutura viária local. Entretanto, os impactos acumulados ao longo dos anos de operação — como o desgaste das vias, a mudança no uso do solo e a expansão urbana desordenada — tendem a manter desafios estruturais importantes. A diminuição dos fluxos de transporte logístico e de trabalhadores poderá melhorar a fluidez do trânsito em algumas áreas, mas a desmobilização de serviços logísticos pode deixar lacunas em localidades que passaram a depender desses fluxos, como no caso do transporte fretado que atendia a comunidades específicas. O legado positivo dependerá de investimentos realizados ao longo da operação: caso tenham ocorrido melhorias estruturais permanentes, como a pavimentação de vias, construção de acostamentos ou implantação de sistemas de drenagem, os ganhos poderão ser preservados. Por outro lado, se as ações de mitigação tiverem sido exclusivamente paliativas, a deterioração das condições viárias poderá retornar rapidamente após o encerramento do projeto, agravada pela eventual redução na capacidade fiscal do município. Assim, o cenário pós-fechamento exigirá do poder público a implementação de políticas de manutenção, recuperação e adaptação da infraestrutura de transporte, com foco na sustentabilidade da mobilidade urbana e rural em longo prazo.
	Qualidade de Vida e Conforto	Na ausência do Projeto Alemão, a qualidade de vida nas comunidades da AID tende a manter relativa estabilidade, refletindo o padrão atual de organização social, infraestrutura e acesso aos serviços públicos. As rotinas cotidianas continuarão pautadas por dinâmicas locais já consolidadas, marcadas por limitações estruturais, mas também por formas de convivência ajustadas às condições conhecidas do território.	A implantação do Projeto Alemão deverá alterar significativamente o cotidiano das comunidades da AID, tanto por fatores diretos, como a intensificação da circulação de veículos pesados e a execução de obras de infraestrutura, quanto por efeitos indiretos, como a chegada de novos moradores e mudanças nas dinâmicas sociais locais. Tais alterações poderão gerar uma percepção ambígua entre os residentes — com o surgimento de oportunidades econômicas, mas também com a sensação de perda de controle sobre o território e sobre as relações comunitárias.	Com o encerramento das atividades do Projeto Mina do Alemão, as comunidades da AID deverão experimentar um novo processo de adaptação, marcado pela retração dos fluxos logísticos, pela redução da circulação de trabalhadores e pelo reordenamento do uso do espaço local. A qualidade de vida poderá se beneficiar da diminuição de impactos diretos, como ruídos e trânsito intenso, sobretudo nas comunidades mais próximas às rotas de transporte. No entanto, os efeitos duradouros do ciclo operacional do projeto — como alterações na estrutura fundiária, na densidade populacional e na configuração das redes de serviços — continuarão influenciando o cotidiano.

LD DA @ 28 08 02 04-20 GC PM



Tema	Atributo	Não Implantação do Projeto	Implantação do projeto e execução de medidas mitigadoras	Desativação do Projeto-
		Em áreas urbanas, os moradores continuarão enfrentando desafios como congestionamentos nas vias centrais, instabilidade no fornecimento de serviços básicos e dificuldade de acesso a equipamentos de saúde, educação e lazer. Nas zonas rurais, apesar de certa tranquilidade no cotidiano, persistirão dificuldades de deslocamento, problemas de infraestrutura viária e acesso limitado à infraestrutura sanitária. A ausência de novos empreendimentos evita a intensificação de pressões sobre o território, mas também restringe oportunidades de melhoria nas condições de vida em curto prazo. A manutenção desse cenário indica que, embora a percepção de segurança e previsibilidade seja preservada, permanecem as restrições materiais e institucionais que limitam o conforto cotidiano e as possibilidades de bem-estar das populações residentes.	A presença constante de maquinário, o aumento de ruídos e vibrações, e a pressão sobre o uso compartilhado de infraestruturas públicas — como vias, sistemas de abastecimento de água e espaços comunitários — poderão reduzir o conforto cotidiano e provocar tensões com a população residente. O tempo de deslocamento entre as comunidades e o centro urbano poderá aumentar, comprometendo o acesso a serviços e o equilíbrio das rotinas familiares. Por outro lado, a elevação da arrecadação pública e o compromisso do empreendedor com medidas de mitigação socioambiental podem contribuir para reverter parte desses efeitos, caso as intervenções sejam planejadas de forma participativa e sensível às especificidades territoriais. A promoção de melhorias em saneamento, mobilidade e serviços sociais — articuladas com ações de comunicação, escuta ativa e apoio comunitário — poderá favorecer uma convivência mais harmoniosa com o empreendimento e ampliar as condições objetivas de conforto e bem-estar.	Caso os investimentos realizados durante a fase de operação tenham promovido melhorias estruturais — como a ampliação de sistemas de saneamento, pavimentação de vias e fortalecimento de equipamentos públicos —, parte dos ganhos poderá ser preservada e internalizada pelas comunidades. No entanto, sem um plano de transição bem estruturado, há risco de degradação dos serviços públicos, perda de vitalidade econômica local e abandono de áreas anteriormente valorizadas. A gestão pública e o acompanhamento comunitário deverão estar preparados para lidar com possíveis frustrações sociais, associadas à retração da economia e à eventual sensação de abandono. A requalificação dos espaços urbanos e a consolidação de alternativas econômicas inclusivas serão fundamentais para preservar e aprimorar a qualidade de vida das comunidades da AID no cenário pós-mineração.
	Segurança e Dinâmica Populacional	Na ausência do Projeto Alemão, Parauapebas tende a manter uma trajetória populacional moderada, com crescimento sustentado por fatores internos e pela continuidade das operações minerárias já consolidadas no município. O padrão migratório permanecerá relativamente previsível, com fluxo de entrada compatível com a capacidade instalada dos serviços urbanos e sem rupturas expressivas na organização territorial das comunidades da AID. Do ponto de vista da segurança pública, o município continuará enfrentando desafios estruturais, como a sobrecarga de serviços de policiamento, a lentidão na resposta a ocorrências e a incidência de delitos patrimoniais e conflitos em áreas periféricas. A ausência de um novo ciclo migratório de grande escala poderá contribuir para a manutenção de certo equilíbrio institucional, com redução do risco de tensões sociais abruptas. No entanto, a expansão desordenada de áreas urbanas e a limitação da presença estatal nas zonas rurais continuarão a representar obstáculos à garantia da segurança cotidiana. Assim, ainda que esse cenário não traga elementos de agravamento imediato, tampouco induzirá melhorias substanciais na dinâmica populacional ou na qualidade da segurança pública, perpetuando um quadro de desafios crônicos e estabilidade relativa.	A implantação do Projeto Alemão deverá induzir um crescimento populacional mais acelerado, sobretudo durante as fases de implantação e início da operação. A chegada de trabalhadores temporários, acompanhados ou não de seus familiares, intensificará os fluxos migratórios para o município, ampliando a densidade demográfica em áreas específicas da AID. Essa mudança poderá gerar novos arranjos sociais e espaciais, além de pressionar os sistemas de habitação, mobilidade e prestação de serviços públicos. A rápida expansão da população poderá comprometer a capacidade institucional da segurança pública, exigindo reforço na estrutura policial, nos serviços de atendimento emergencial e nos sistemas de vigilância urbana. Em especial, a sobrecarga de áreas urbanas vulneráveis pode levar ao aumento de delitos como furtos, conflitos interpessoais e ocupações irregulares, intensificando a sensação de insegurança entre os moradores antigos. A integração entre os migrantes e a população residente dependerá da qualidade das políticas públicas de ordenamento urbano, assistência social e mediação comunitária. Caso essas ações sejam negligenciadas, a percepção de conflito social poderá ser ampliada, sobretudo nas comunidades mais impactadas pela presença do projeto. Por outro lado, a atuação coordenada entre o poder público, o empreendedor e os conselhos comunitários pode atenuar os efeitos negativos, promovendo convivência pacífica e fortalecimento do tecido social local.	Com o encerramento das atividades do Projeto Mina do Alemão, espera-se uma reorganização demográfica e territorial. Parte da população atraída pelo ciclo minerário poderá deixar o município, reduzindo a pressão sobre serviços e infraestrutura. No entanto, um número considerável de trabalhadores e famílias poderá optar por permanecer, consolidando uma nova configuração social que exigirá adequações permanentes na gestão urbana. Na área de segurança pública, essa transição poderá gerar novas demandas. A eventual redução da presença estatal nas regiões anteriormente dinamizadas pelo empreendimento poderá criar zonas de vulnerabilidade, especialmente se não houver continuidade nos investimentos sociais e urbanísticos. A desocupação de áreas informalmente ocupadas, ou a ociosidade de equipamentos públicos construídos durante a operação, pode favorecer o surgimento de focos de criminalidade ou uso indevido dos espaços. Por outro lado, a estabilidade populacional pós-fechamento poderá reduzir as ocorrências ligadas a disputas territoriais, conflitos por acesso a serviços ou tensões entre migrantes e residentes. A eficácia desse cenário dependerá da capacidade do município de absorver as mudanças com políticas de segurança preventiva, promoção da coesão social e apoio às famílias que permanecerem.
	Alteração no Uso e Ocupação do Solo – Acampamento Caldeirão	Na ausência do Projeto Alemão, a área conhecida como Acampamento Caldeirão deverá manter suas funções socioambientais e culturais, respeitando os ciclos de uso tradicional vinculados às práticas de subsistência e coleta sazonal por parte do povo indígena Xikrin. Situado em uma zona alagável, em vale com densa vegetação nativa e relativa preservação ambiental, o local continuará a ser utilizado de forma intermitente, sem pressões significativas de ocupação permanente ou alteração de uso do solo. Nesse cenário, a cobertura vegetal da área se manterá estável, com reduzida intervenção antrópica e baixa probabilidade de impactos ambientais diretos. A integridade do território possibilitará a continuidade das práticas extrativistas, especialmente a coleta de castanha-do-pará, e o exercício de rituais e outras atividades culturais com valor simbólico para os Xikrin. A ausência do empreendimento garantirá, portanto, a manutenção da funcionalidade territorial da área e o respeito à autonomia sociocultural do grupo indígena, em consonância com os princípios de uso sustentável do território tradicionalmente ocupado.	Com a implantação do Projeto Alemão, a percepção de segurança sobre o uso do Acampamento Caldeirão poderá se alterar, sobretudo por se tratar de uma área localizada a jusante da barragem de rejeitos projetada pelo empreendimento – o que eleva as expectativas negativas da população. Ainda que tecnicamente o acampamento não esteja situado dentro da Zona de Autossalvamento (ZAS), o temor de um rompimento hipotético da estrutura poderá desencadear inseguranças entre os membros da comunidade indígena quanto à continuidade do uso tradicional da área. As atividades do empreendimento não implicam interferência direta sobre o acampamento, mas a percepção de risco, especialmente em função da localização geográfica e do histórico de tragédias envolvendo barragens no Brasil, pode afetar a disposição das famílias em ocupar sazonalmente a região. Essa mudança de comportamento, ainda que derivada de expectativas e não de impactos físicos diretos, constitui uma forma de restrição simbólica ao uso e à ocupação do território. Além disso, a movimentação de trabalhadores, o aumento do tráfego e as mudanças no entorno ambiental podem contribuir para a reconfiguração da relação entre os Xikrin e o território. Para minimizar esses efeitos, será fundamental que o empreendedor adote estratégias de comunicação culturalmente adequadas, com ênfase na apresentação clara do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM), no fortalecimento de canais de escuta e no respeito à autodeterminação das comunidades indígenas.	Com o encerramento das atividades da Mina do Alemão e o descomissionamento da estrutura de barragem, cessará o risco sobre o uso pleno do Acampamento Caldeirão. Caso as ações de comunicação, escuta e valorização cultural tenham sido eficazes ao longo do ciclo do projeto, e os processos de fechamento tenham sido conduzidos com respeito à governança indígena, é possível que haja uma reapropriação positiva do território. Entretanto, se a percepção de risco tiver se cristalizado ou se o acampamento tiver deixado de ser utilizado por longos períodos, pode haver enfraquecimento da conexão cultural com o território, o que demandará esforços adicionais de revalorização por parte dos próprios Xikrin. A restauração da confiança no uso do espaço passará também pela forma como o empreendimento conduzirá os processos de descomissionamento da barragem e de recuperação ambiental das áreas adjacentes. Portanto, o legado do empreendimento, neste aspecto, será definido menos pelos impactos físicos diretos e mais pela construção (ou erosão) de vínculos socioterritoriais, sendo essencial que o encerramento das atividades seja acompanhado por ações de reconhecimento e reparação simbólica das comunidades que historicamente mantiveram relação com o território afetado.

LD DA @ 28 08 02 Of RD GC PM



4 ANÁLISE DE RISCO

O Estudo de Análise de Risco em um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) em mina subterrânea é uma etapa crucial para garantir que os potenciais impactos ambientais e a segurança das operações sejam compreendidos e mitigados adequadamente. A metodologia de análise de risco, nesse contexto, deve considerar tanto os riscos operacionais (como acidentes e falhas na infraestrutura) quanto os riscos ambientais (como impactos à fauna, flora, qualidade da água, entre outros).

Existem diversas metodologias que podem ser utilizadas para realizar um estudo de análise de risco, cada uma com suas características e aplicabilidades específicas. Entre as opções disponíveis, optamos pela Análise Preliminar de Risco (APR), que se destaca por sua abordagem sistemática e focada na identificação de riscos e na avaliação dos riscos associados a eles. Essa metodologia nos permite antecipar possíveis falhas e implementar medidas preventivas de forma eficaz, garantindo maior segurança no processo analisado.

Fleming e Garcia (2009) definem:

A Análise Preliminar de Riscos é uma metodologia indutiva que permite uma avaliação qualitativa do risco associado a cada um dos cenários identificados, orientando a equipe envolvida na análise para a elaboração de medidas mitigadoras do risco ou, muitas das vezes, para a elaboração de estudos mais aprofundados sobre estes cenários, com a aplicação de técnicas quantitativas como Avaliação de Efeitos Físicos, Análise de Vulnerabilidade e Análise Quantitativa de Riscos.

O resultado final de uma Análise Preliminar de Riscos (APR) consiste na identificação dos riscos e no mapeamento das áreas risco com base nos cenários de acidentes relativos aos processos, armazenamentos, instalações, transportes de produtos e a outros sistemas inerentes aos processos industriais (BARRETO, 2008).

Conforme a legislação vigente, o Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM) é um documento exigido pela Agência Nacional de Mineração (ANM), nos termos da Portaria ANM nº 70.389/2017, atualizada pela Resolução ANM nº 95/2022, entre outras normativas.

De acordo com o artigo 20 da Portaria ANM nº 70.389/2017, o PAEBM deve ser elaborado e implantado pelo empreendedor para todas as barragens enquadradas nas categorias de risco e de dano potencial associado médio ou alto, independentemente da fase do empreendimento.

A legislação não vincula a apresentação do PAEBM ao processo de licenciamento ambiental, mas sim ao processo de gestão de segurança de barragens junto à ANM, sendo este documento obrigatório antes do início da operação da barragem e devidamente protocolado junto à ANM.

Portanto, a não inclusão do PAEBM no escopo deste Estudo de Impacto Ambiental (EIA) está justificada, uma vez que sua apresentação e aprovação são tratadas em processo específico junto ao

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



órgão regulador de mineração, em paralelo ou posterior ao processo de licenciamento ambiental.

4.1.1. Objetivos da análise

O Estudo de Análise de Risco permite identificar, avaliar e classificar esses riscos antes que eles ocorram, ajudando a estabelecer medidas preventivas e planos de contingência. O estudo possibilita avaliar a interação entre a probabilidade de um evento específico ocorrer e a magnitude de suas consequências associadas (MANNAN, 2005; MORRISON e BYLER, 2022).

4.2. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES E DA REGIÃO:

O arranjo geral das estruturas previstas para a etapa de implantação do Projeto Alemão foi concebido de forma integrada, contemplando os componentes essenciais à operacionalização do empreendimento e à mitigação dos impactos ambientais associados (Figura 21).

O complexo do empreendimento compreende estruturas distribuídas tanto em superfície quanto em subsolo, interligadas por um sistema viário interno e acessos projetados conforme as necessidades operacionais e de apoio. As principais estruturas podem ser classificadas em quatro grupos: infraestruturas operacionais principais, instalações de apoio, estruturas de controle ambiental e sistemas logísticos e de utilidades.

4.2.1. Infraestruturas Principais

- **Mina Subterrânea:** Composta por rampas de acesso (rampa de serviço, rampa do sistema contínuo de transporte de material e rampa de pesquisa), sistemas de ventilação e infraestruturas de apoio.
- **Planta de Beneficiamento:** Localizada em platô próprio, abrigando os prédios de britagem primária, secundária, moagem, classificação, flotação (em células e colunas), espessamento, filtragem, estocagem de concentrado e planta de pasta (*paste fill*).
- **Barragem de Rejeitos:** Estrutura de contenção com construção em etapa única durante a fase de operação com capacidade de 32 Mm³ e com altura final de 61 m.
- **Pilhas Minério Baixo Teor:** Implantadas próxima à planta de beneficiamento com capacidade de 2.5Mt.
- **Pilha Minério Pré-Produção:** Implantadas próxima à planta de beneficiamento com capacidade de 0.8Mt.
- **Pilha de Estéril:** Implantada no interior da cava do Acampamento Norte com capacidade de 8.3 Mt.

4.2.2. Instalações de Apoio

- **Alojamentos (A, B e C):** Implantados em três platôs distintos, dimensionados para acomodar com contingência até 3.990 trabalhadores durante a implantação, com estruturas complementares como lavanderias, refeitórios, academias e áreas de lazer.

LD DA @ 20 20 92 01-22 GC PM



- **Canteiros de Obras:** Distribuídos estrategicamente para atender às frentes de serviço, com escritórios avançados, almoxarifados e áreas de armazenamento.
- **Oficinas e Galpões de Manutenção:** Incluindo oficinas mecânicas, elétricas, de soldagem, borracharia e posto de lavagem para veículos leves e pesados.
- **Área Administrativa:** Com escritórios centrais e da mina, salas técnicas, sala de controle da usina, e ambulatório médico.

4.2.3. Estruturas de Controle Ambiental

Durante a fase de implantação e operação do Projeto Alemão, diversos aspectos ambientais são gerados em função das atividades construtivas, movimentação de solo, instalação de estruturas e circulação de pessoas e veículos. Para mitigar ou compensar esses impactos, foram previstos controles ambientais específicos, estruturados de forma a prevenir, minimizar e monitorar os efeitos adversos sobre os meios físico, biótico e socioeconômico. Estes são apresentados no Volume I e Volume V do Estudo de Impacto Ambiental.

4.2.4. Sistemas Logísticos e de Utilidades

- **Sistema Viário Interno:** Com cerca de 14 acessos principais e ruas internas com larguras entre 6 m a 12 m, otimizadas para o tráfego de equipamentos pesados.
- **Sistema Elétrico:** Subestação principal de 230 kV e subestações secundárias distribuídas nos níveis da mina.
- **Captação e Distribuição de Água (Estação de Tratamento de Água – ETA):** Inclui poços artesianos, reservatórios metálicos e tanques taça, com rede de distribuição para consumo humano, industrial e abastecimento das usinas de concreto.
- **Sistema de Combate a Incêndio:** Com rede pressurizada, hidrantes e sprinklers, atendendo todas as edificações críticas.
- **Abastecimento de veículos:** O projeto prevê dois pontos de abastecimento: um para veículos leves, com armazenamento de 30 m³ de Diesel S10, 30 m³ de Etanol e 2 m³ de Arla 32, e outro para veículos pesados, com capacidade de 400 m³ de Diesel S500 (em dois tanques de 200 m³ cada), 30 m³ de Diesel S10 e 2 m³ de Arla 32. As tancagens foram dimensionadas para garantir uma autonomia mínima de 15 dias.

LD DA @ 25 26 52 Of-RD GC PM

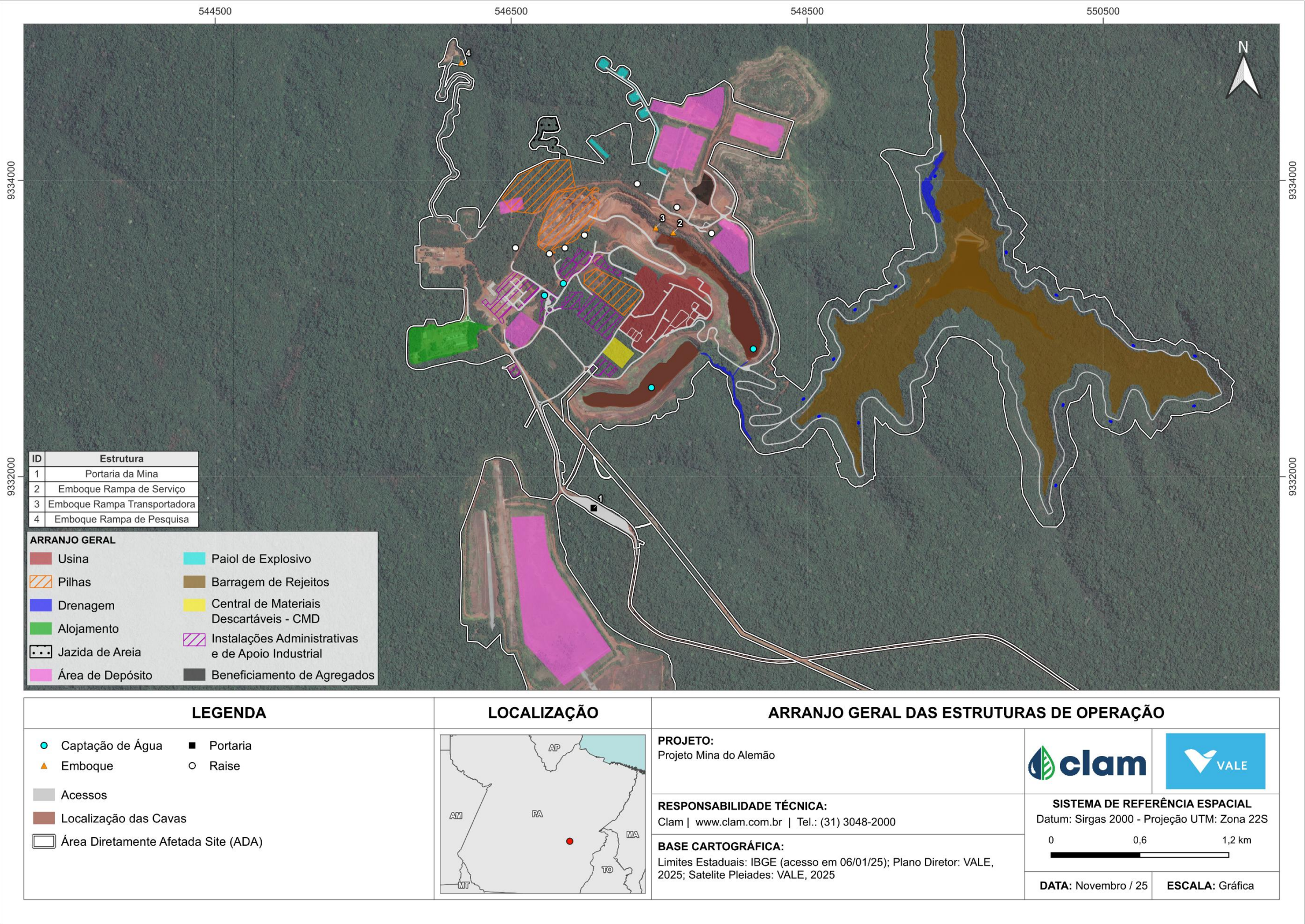


Figura 21 Arranjo Geral das Estruturas do Projeto Alemão

LD DA @ 23 08 22 Of- RD GC PM

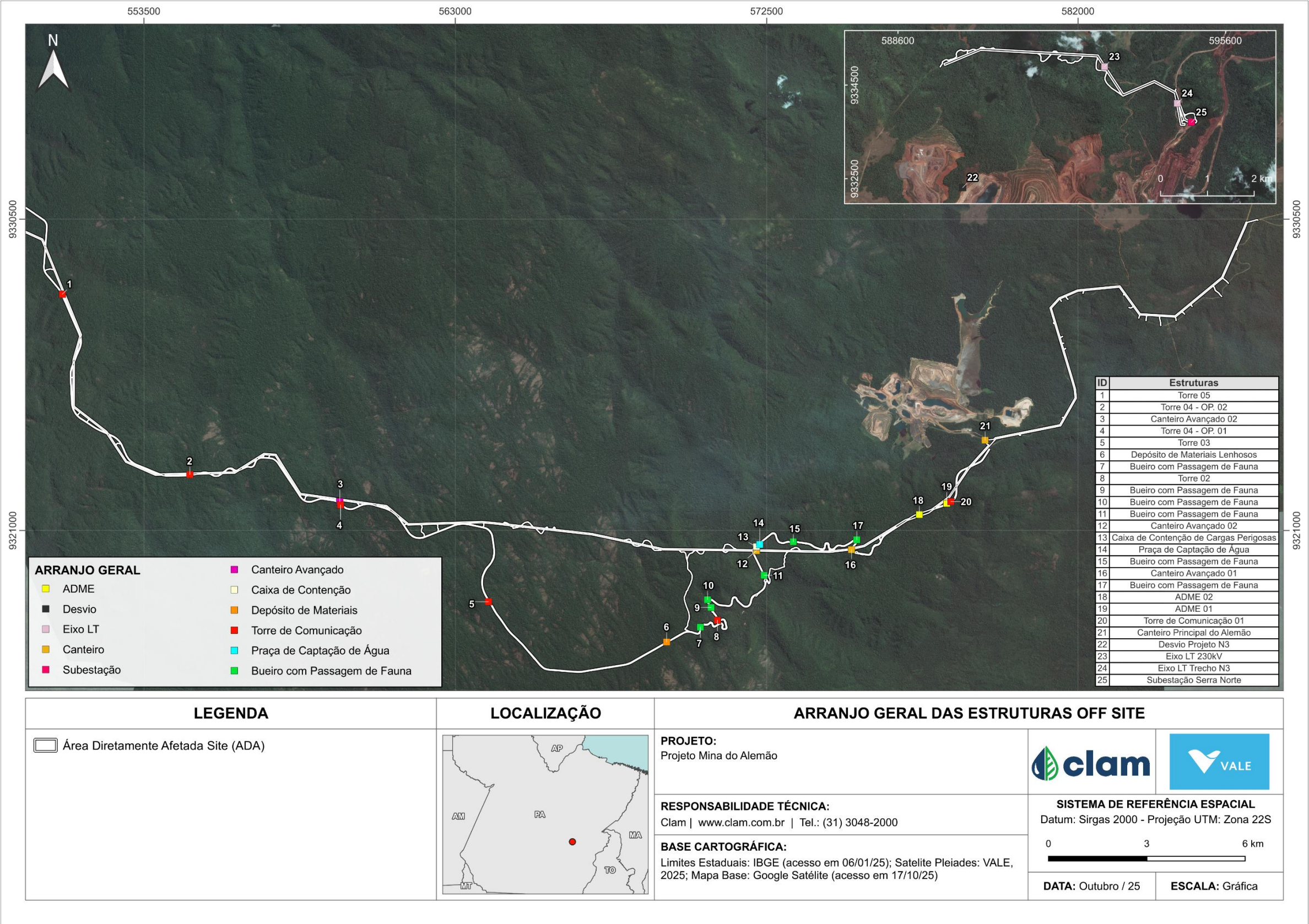


Figura 22 Estruturas Off Site

LD DA @ 25 08 22 07-22 GC PM



Com relação à etapa de operação do Projeto Alemão, diversas estruturas implantadas anteriormente serão mantidas de forma permanente para garantir o pleno funcionamento das atividades de lavra, beneficiamento, gestão ambiental e apoio operacional.

Na área da mina subterrânea, permanecerão todas as infraestruturas essenciais para a produção, como as galerias de acesso, rampas, oficinas subterrâneas, sala de controle, sistema de ventilação, além do sistema de bombeamento de drenagem. Também seguirão operacionais os sistemas de transporte interno de minério e estéril, assim como os equipamentos de suporte à lavra.

Na superfície, a usina de beneficiamento continuará como estrutura central do empreendimento, incluindo todas as etapas do processo mineral: britagem, moagem, flotação, espessamento, filtração e armazenamento de concentrado. As pilhas de estéril, dispostas na cava do Acampamento Norte, e as cavas destinadas à disposição de rejeitos (Furo 30 e Acampamento Sul) também permanecerão ativas, com as devidas adequações e monitoramentos previstos ao longo da vida útil do projeto.

A infraestrutura elétrica, incluindo a linha de transmissão de 230 kV e a subestação principal, seguirá em operação para garantir o fornecimento de energia a todas as unidades do empreendimento. Da mesma forma, as instalações de tratamento e distribuição de água (ETA) e de tratamento de efluentes da mina (ETN) continuarão funcionando, garantindo o abastecimento e a gestão adequada dos recursos hídricos.

As instalações administrativas e de apoio à força de trabalho também permanecerão. Entre elas estão o Alojamento A, o Escritório Central, o Escritório da Mina, o Ambulatório, o Almoxarifado Central, a Oficina de Manutenção, a Portaria e o Heliponto. A estrutura do restaurante e do refeitório, além das oficinas de manutenção de equipamentos e veículos, seguirá atendendo a operação diária.

Outras estruturas de apoio permanente incluem o Viveiro de Mudanças, responsável pelas ações de recuperação ambiental, e o sistema de brigada de emergência, que continuará operando com equipe dedicada e central de controle.

Por fim, todas as estruturas de drenagem, bacias de sedimentação e os sistemas de controle ambiental instalados durante a implantação continuarão sendo utilizados, com operação e manutenção constantes ao longo de toda a fase operacional. Cabe mencionar que no entorno do Projeto Alemão, não existem população circunvizinha (comunidade) presente, uma vez que o empreendimento está localizado no interior da FLONA Carajás, não sendo previstos o mapeamento de fatalidades externas.

Importante destacar, que o detalhamento das estruturas previstas em todas as fases é apresentado no Volume I, Caracterização do Empreendimento. A espacialização dos riscos associados à fase de operação do Projeto Alemão foi realizada com base na análise das principais fontes de perigo previstas para o empreendimento. Foram elaborados mapas temáticos georreferenciados identificando as áreas com potencial de risco geotécnico (estabilidade de taludes e pilhas), hidrológico (barragem de rejeitos e sistemas de drenagem), químico (áreas de armazenamento e manipulação de reagentes e combustíveis), além de riscos operacionais (tráfego de equipamentos e veículos pesados). As áreas de risco foram classificadas conforme sua natureza e gravidade, com indicação das medidas de controle e mitigação correspondentes, integrando as informações com os Planos de Controle de Riscos e de Emergência do projeto.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM

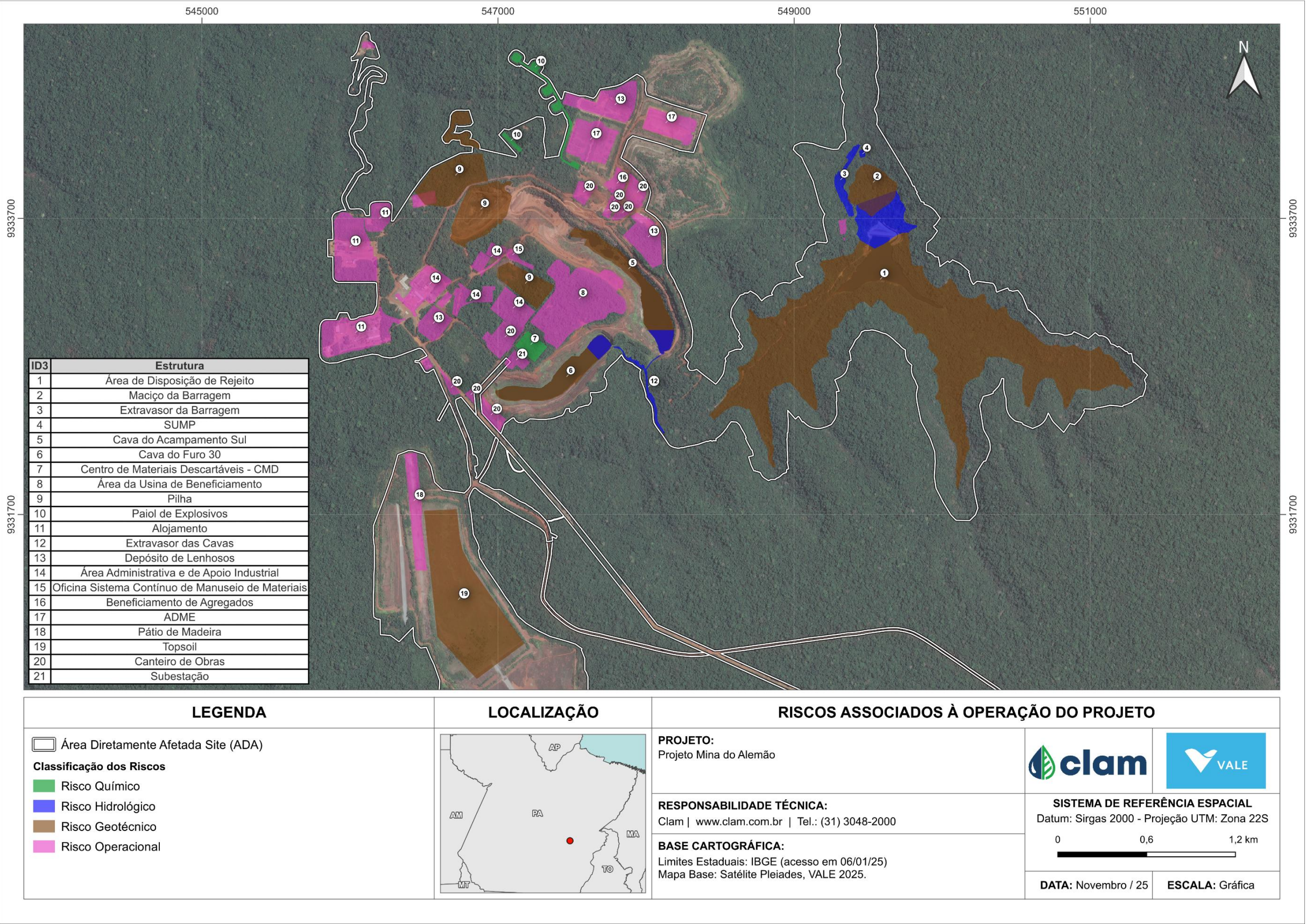


Figura 23 Espacialização dos Riscos

LD DA 23 DS SR OF RD GC PM



4.3. IDENTIFICAÇÃO DOS PRODUTOS QUÍMICOS

Durante a fase de operação do Projeto Alemão, diversos produtos químicos serão utilizados em diferentes etapas do processo produtivo, abrangendo desde a lavra subterrânea até o beneficiamento mineral, o tratamento de água e a manutenção de equipamentos.

Abaixo são detalhadas as áreas com presença de produtos químicos, incluindo as atividades de recebimento, armazenamento, manipulação e/ou geração, os inventários estimados, formas de armazenamento, formas de manipulação e os principais riscos associados (Tabela 47 e Tabela 48). As fichas de dados de segurança (FDS) são apresentadas no Anexo 64.

Tabela 47 Produtos Químicos e Armazenamentos

Área	Atividades Envolvidas	Produtos Químicos Principais	Forma de Armazenamento	Forma de Manipulação
Paiol de Explosivos	Recebimento, armazenamento, transporte interno e aplicação	Emulsões encartuchadas, emulsões bombeadas, cordel detonante, fulminantes, Nonel	Estruturas segregadas, com ventilação e segurança conforme Portaria 147 - COLOG	Transporte em veículos dedicados, carregamento de furos de detonação
Usina de Beneficiamento - Flotação e Espessamento	Dosagem em processos de concentração mineral	Amil xantato, Hostafлот 7800, Flotanol M28, Flotanol D25BR, Cal hidratada, floculantes	Armazenados em tanques, silos e bags, em áreas ventiladas, com contenção secundária	Diluição, dosagem automática por bombas, controle via instrumentação de processo
ETA – Estação de Tratamento de Água	Tratamento de água potável	Policloreto de Alumínio (PAC), Hipde Sódio, floculantes	Tanques e bags com contenção	Dosagem por bombas dosadoras, preparo de soluções
ETN – Estação de Tratamento de Efluentes	Neutralização e tratamento de efluentes de mina	Cal, floculantes, possíveis coagulantes	Silo para cal, bags para floculantes	Dosagem automática, mistura em tanques de reação
Oficina de Manutenção e Almoarifado de Lubrificantes	Abastecimento e manutenção de equipamentos móveis	Óleo hidráulico, lubrificantes, graxas	Tambores, containers e tanques dedicados com bacias de contenção	Abastecimento com bombas, uso manual de graxas
Posto de Abastecimento	Abastecimento de veículos leves e pesados	Diesel S10, Diesel S500, Etanol, Arla 32	Tanques metálicos verticais e horizontais com contenção e sistema de segurança	Abastecimento por bombas fixas, com controle de vazões e registros de consumo
Áreas de Controle de Poeira	Supressão de pó em vias e pilhas	Supressores líquidos (ex: Cloreto de Cálcio, polímeros)	Containers/tanques específicos	Aplicação com caminhões-pipa ou sistema de aspersão

Tabela 48 Produtos Químicos e Riscos Associados

Produto Químico	Inflamabilidade	Toxicidade	Potencial de Dano Ambiental
Amil xantato	Moderado	Irritante para pele e olhos	Alto potencial tóxico para organismos aquáticos
Hostafлот 7800	Baixa	Irritante	Perigoso para o ambiente aquático
Flotanol M28 / D25BR	Alta (inflamável)	Irritante	Risco de contaminação hídrica
Cal Hidratada	Não inflamável	Irritante respiratório e ocular	Pode alterar pH de corpos d'água
Floculantes (Poliacrilamida)	Não inflamável	Baixa toxicidade	Pode causar turbidez se lançado em corpos d'água
Hipoclorito de Sódio	Não inflamável	Corrosivo	Muito tóxico para organismos aquáticos
Policloreto de Alumínio (PAC)	Não inflamável	Irritante	Risco de alteração do pH
Explosivos (Emulsões, Cordéis, Nonel, etc.)	Alta	Altamente sensíveis	Perigo de explosão e dispersão de resíduos no solo
Óleos Lubrificantes / Óleo Hidráulico	Inflamável	Baixa (se manipulados corretamente)	Alta persistência no solo e risco de contaminação hídrica
Graxas Industriais	inflamável	Baixa	Risco de poluição do solo se descartadas inadequadamente

10 DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Produto Químico	Inflamabilidade	Toxicidade	Potencial de Dano Ambiental
Supressores de Poeira (Cloreto de Cálcio/Polímeros)	Não inflamável	Irritante	Possível impacto na qualidade do solo se mal aplicado
Diesel S10 / S500 / Etanol	Alta	Moderado	Contaminação potencial do solo e da água subterrânea
Arla 32	Não inflamável	Irritante	Risco de eutrofização se lançado em corpos d'água

4.4. METODOLOGIA GERAL ADOTADA

A metodologia empregada para identificação e avaliação qualitativa para os riscos naturais, ambientais, operacionais e sociais relacionados ao Projeto Alemão foi a Análise Preliminar de Riscos (APR). Na APR, busca-se identificar as causas de cada um dos eventos acidentais e suas respectivas consequências, sendo feita uma avaliação qualitativa da frequência de ocorrência dos diferentes cenários acidentais identificados, da severidade das suas consequências e do risco associado.

Esta metodologia, está em total consonância com os critérios estabelecidos no Termo de Referência. A análise foi estruturada considerando os riscos naturais, ambientais, operacionais e sociais, devidamente discriminados e quantificados. Foram aplicados conceitos metodológicos que contemplam:

- Determinação das tipologias acidentais, realizada por meio da identificação dos riscos e suas causas.
- Análise da vulnerabilidade, significância, abrangência e temporalidade, incorporada nas etapas de definição dos modos de detecção, frequência e severidade, permitindo avaliar não apenas a possibilidade de ocorrência, mas também os impactos no espaço e no tempo.
- A frequência e a severidade associadas a cada risco foram fundamentais para o cálculo do nível de risco, possibilitando hierarquização e priorização das medidas.
- As medidas preventivas e mitigadoras foram propostas de forma a reduzir a probabilidade de ocorrência dos eventos ou minimizar seus efeitos, alinhadas ao princípio da precaução e à gestão de riscos.

Portanto, os elementos metodológicos empregados — Risco, Causas, Modos de detecção, Efeitos, Frequência, Severidade, Risco (nível) e Medidas preventivas/mitigadoras — atendem integralmente aos itens descritos no TR, assegurando uma análise robusta, criteriosa e alinhada às melhores práticas de avaliação de riscos.

A Tabela 49 apresenta a planilha utilizada para a realização da Análise Preliminar de Riscos.

Tabela 49 Planilha utilizada para a realização da análise preliminar de riscos

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha
Empreendimento:							
Fase:							
Atividade/Sistema:							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência.	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras

Nessa planilha foram empregadas as seguintes definições:

- **1ª coluna: Risco**

LD DA @ 20 08 02 Of- RD GC PM



- O risco é qualquer fonte ou situação com potencial para causar dano. Pode ser qualquer condição ou ação que tenha a possibilidade de afetar a saúde ou segurança dos trabalhadores, o meio ambiente ou os bens materiais. Portanto, os riscos referem-se a eventos tais como: Ataque de animal peçonhento; Atropelamento (pessoa ou animal); Colisão entre veículo/máquina; Projeção de peça/fragmento; Queda de peça, ferramenta e/ou equipamento, entre outros.

- **2ª coluna: Causas**

- As causas referem-se aos fatores que contribuem para a existência do risco ou para a sua ocorrência. São as condições que, se não controladas, podem resultar na ativação de um risco. Exemplos: Falhas nos processos, falta de treinamento, uso inadequado de equipamentos, manutenção inadequada, falhas humanas.

- **3ª coluna: Modos de detecção**

- O modo de detecção descreve como o risco ou risco pode ser identificado antes ou durante sua ocorrência. Isso envolve ferramentas, tecnologias ou práticas usadas para perceber a presença do risco, com o objetivo de prevenir ou mitigar seus efeitos.

- **4ª coluna: Efeitos**

- Para cada risco identificado os possíveis efeitos danosos a pessoas, instalações e/ou ao meio ambiente deverão ser listados nesta coluna. Por exemplo: danos materiais, substâncias, mudanças climáticas, traumas físicos, contaminações, equipamento e estruturas expostas etc.

- **5ª coluna: Categoria de Frequência**

- Se refere à probabilidade de ocorrência do risco identificado. É uma avaliação de com que frequência um evento de risco pode ocorrer, e isso ajuda a determinar a urgência e a prioridade da implementação das medidas preventivas. Morgado (2002) classifica os cenários de acidentes em categorias de frequência, que fornecem uma indicação qualitativa de frequência esperada de ocorrência para cada cenário identificado. As categorias de frequência utilizadas nesse trabalho estão apresentadas na Tabela 50.
- As frequências de ocorrência para os cenários acidentais com potencial de extrapolar os limites do empreendimento serão estimadas por meio de:
 - Consulta a bancos de dados internacionais de confiabilidade e acidentes industriais, como: TNO Purple Book, CCPS Process Safety Data e UK HSE Failure Rate Databases.
 - Análise qualitativa ajustada com base na experiência operacional em mineração e na natureza das instalações.
- Quando aplicável, será realizada a Análise por Árvore de Falhas (AAF) para modelar o encadeamento causal dos acidentes, permitindo quantificar as frequências a partir de combinações de falhas básicas.

- **6ª coluna: Categoria de Severidade**

- A quinta coluna trata da severidade, onde é apresentada uma indicação qualitativa das consequências dos cenários identificados. As categorias de severidade utilizadas nesse trabalho estão apresentadas na Tabela 51.

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



- **7ª coluna: Classificação de Risco**

- É resultado da combinação entre as categorias de frequência e as categorias de severidade, por meio de uma Matriz de Risco a qual fornece uma indicação qualitativa do nível de risco de cada cenário identificado na análise, como apresentado na Figura 24. A matriz utilizada para classificação de risco dos cenários acidentais está apresentada na Tabela 52.

		FREQUÊNCIA				
SEVERIDADE		A	B	C	D	E
	IV					
	III					
	II					
	I					

SEVERIDADE	FREQUÊNCIA	RISCOS
I - Baixa	A - Muito Remoto	DESPREZÍVEL
II - Moderada	B - Remota	BAIXO
III - Crítica	C - Pouco Provável	MODERADO
IV - Catastrófica	D - Provável	SÉRIO
	E - Muito Provável	CRÍTICO

Figura 24 Matriz de classificação de risco (severidade x frequência)

Fonte: Adaptado Clam, 2025 apud SANSONE, 2012.

Assim, o risco associado a um determinado cenário acidental será função da frequência de ocorrência do evento e da severidade das consequências. A combinação das categorias de frequência com as de severidade fornece uma indicação qualitativa do nível de risco dos cenários identificados para as atividades mais significativas da operação, em termos de danos gerados (SANSONE, 2012).

Segundo De Cicco e Fantazinni (1994) a matriz de riscos classifica os cenários de risco em cinco categorias:

- Risco Desprezível: aquele insignificante e que não requer esforços adicionais para ser reduzido.
- Risco Baixo: aquele cujas medidas usuais de segurança adotadas são suficientes, e não requer esforços adicionais para ser reduzido.
- Risco Moderado: aquele ao qual é recomendado o gerenciamento permanente.
- Risco Sério: aquele ao qual devem ser adotadas medidas para a redução da probabilidade de ocorrência, bem como, da severidade das consequências.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Risco Crítico: aquele que exige medidas para sua redução até os níveis aceitáveis.
- **8ª coluna: Medidas preventivas / mitigadoras**
 - Essa coluna contém as medidas de proteção recomendadas para prevenir as causas ou minimizar as consequências do evento indesejável identificado. Ela é usada para priorizar as ações corretivas ou preventivas, pois quanto maior o risco, mais urgente será a implementação de medidas de controle.

Tabela 50 Categorias de frequência dos cenários acidentais

Categoria	Denominação	Característica
A	Muito Remoto	Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil do empreendimento
B	Remota	Evento com muito baixa probabilidade de ocorrência ao longo da vida útil do empreendimento.
C	Pouco provável	Evento com baixa probabilidade de ocorrência, não esperado ao longo da vida útil do empreendimento.
D	Provável	Evento com pelo menos uma ocorrência esperada durante a vida útil do empreendimento.
E	Muito provável	Evento com mais de uma ocorrência esperada ao longo da vida útil do empreendimento.

Fonte: Simões (2019) apud Morgado (2002).

Tabela 51 Categoria de severidade dos cenários acidentais

Categoria	Denominação	Característica
I	Baixa	- A falha não resulta em danos ou resulta em danos insignificantes a equipamentos, propriedades e meio ambiente. - Não ocorrem lesões ou mortes de funcionários nem de terceiros (não funcionários e público externo).
II	Moderado	- A falha causará danos leves a equipamentos, propriedades ou meio ambiente, sendo, porém controláveis e de baixo custo de reparo. - Lesões leves em funcionários ou terceiros.
III	Crítica	- A falha causará danos severos a equipamentos, propriedades ou meio ambiente, permitindo proceder à parada ordenada do sistema. - Lesões de gravidade moderado em funcionários ou terceiros. - Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento catastrófico.
IV	Catastrófica	- A falha causará danos irreparáveis a equipamentos, propriedades ou meio ambiente, levando à parada desordenada do sistema, implicando em reparação impossível ou lenta e de altíssimo custo. - Provoca várias mortes ou lesões graves em funcionários ou terceiros.

Fonte: Sansone (2012), apud Adaptado de Aguiar (2009).

Tabela 52 Matriz para classificação de risco dos cenários acidentais

		Frequência				
		A – Muito Remoto	B – Remota	C – Pouco provável	D – Provável	E – Muito Provável
Severidade	IV – Catastrófica	Baixo	Moderado	Sério	Crítico	Crítico
	III – Crítica	Desprezível	Baixo	Moderado	Sério	Crítico
	II – Moderado	Desprezível	Desprezível	Baixo	Moderado	Sério
	I – Baixa	Desprezível	Desprezível	Desprezível	Baixo	Moderado

4.5. IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS PERIGOS E RISCOS

Os sistemas, unidades e procedimentos considerados para análise dos riscos incluem as operações e estruturas principais, auxiliares e de controle ambiental do Projeto Alemão, apresentadas para as etapas de instalação, operação e fechamento descritas na caracterização do empreendimento.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



A identificação dos riscos em uma mina subterrânea exige uma abordagem abrangente, considerando os diferentes estágios do ciclo de vida da mina. Para garantir a segurança dos trabalhadores e a integridade do ambiente, é essencial identificar os riscos presentes nas atividades de implantação, operação e fechamento da mina. Esses riscos podem ser de diversas naturezas, como físicos, químicos, ergonômicos e geotécnicos.

Na fase de implantação do empreendimento, os principais riscos estão relacionados à supressão vegetal a utilização contínua de maquinário pesado para terraplenagem e escavação inicial, atividades de desmonte de rocha, instalação de infraestrutura, preparação do ambiente de trabalho e interações com o ambiente geológico.

Durante a operação, a exposição aos riscos ocorre devido ao aumento das atividades e do início da operacionalização do empreendimento, alguns dos principais riscos estão relacionadas a atividade de extração do minério, como desabamentos das galerias e ruídos e vibrações excessivos. Bem como riscos relacionados a Riscos Ergonômicos, rompimento da barragem explosões e incêndios, dentre outros.

Na fase de fechamento, além dos riscos relacionados à cessação da atividade de extração, surgem riscos adicionais associados à desmobilização das infraestruturas, reabilitação do terreno e controle ambiental.

A identificação dos riscos no ciclo de vida de uma mina subterrânea demanda uma análise de cada fase e, devem ser monitorados e controlados. A implementação de medidas preventivas eficazes e o treinamento contínuo dos trabalhadores são essenciais para reduzir a exposição aos riscos e garantir a segurança durante todas as fases da mina. Caso algum evento tenha potencial de extrapolar os limites do empreendimento impondo riscos de fatalidades em áreas externas serão estimadas as frequências de ocorrência com o uso de dados oriundos de bancos de dados e/ou literaturas internacionais, sendo, quando possível, realizado o estudo do encadeamento acidental a partir das causas básicas para geração do evento acidental por meio de análise por árvore de falhas (AAF)

A metodologia empregada para identificação e avaliação qualitativa dos eventos riscos para o público externo (pessoas não envolvidas com a atividade) ou para o meio ambiente é embasada na Análise Preliminar de Riscos (APR). A seguir são apresentadas as planilhas da Análise Preliminar de Riscos com os principais riscos mapeados para as fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão Cabe mencionar que os demais riscos não contemplados no presente levantamento serão devidamente avaliados nas fases subsequentes do licenciamento ambiental, em consonância com o detalhamento progressivo do projeto e conforme as exigências legais aplicáveis.

Em relação aos riscos ambientais, considerando que se repetem ao longo das diferentes fases e atividades do Projeto Alemão, optou-se por sua sistematização em uma análise única, integrada e abrangente (Tabela 53). Essa abordagem permite uma visão consolidada dos potenciais impactos e das respectivas medidas de controle, assegurando maior eficiência na gestão ambiental do empreendimento.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Riscos Ambientais

Tabela 53 Riscos Ambientais

Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Consumo De Água	Utilização de água sem controles operacionais, em local inadequado; uso desenfreado e falta de conscientização ambiental	Monitoramento de consumo por hidrômetros; Análise periódica de relatórios de consumo; Auditorias ambientais; Inspeções visuais em pontos de uso.	Redução da disponibilidade do recurso	E. Muito Provável	II Moderado	Sério	- Programa de Gestão de Recursos Hídricos; - Campanhas de conscientização ambiental para a redução de consumo; - Inspeções ambientais; - Controle de Consumo por meio de hidrômetros
Consumo De Energia Elétrica	Utilização de energia elétrica sem controles operacionais e falta de conscientização ambiental quanto ao uso	Monitoramento do consumo por meio de medidores e faturas mensais; Análise de relatórios de energia; Auditorias de eficiência energética; Inspeções nos pontos de maior demanda elétrica.	Redução da disponibilidade do recurso	E. Muito Provável	II Moderado	Sério	Sinalizações educativas; campanhas
Emissão De Poluentes Atmosféricos (Fumaça Negra, Sox, Nox, Ch4, Cox, Cfc, Voc)	Falta de manutenção adequada Falta de monitoramento Falta de umectação de vias Motores desregulados; Falhas nos catalizadores de escape; Veículos e equipamentos em operação.	Monitoramento de emissão de fumaça negra; Avaliação visual por equipe treinada; Medições com opacímetro ou analisador de gases; Registros em checklists diários de operação; Inspeções ambientais periódicas; Relatórios de manutenção preventiva e corretiva	Alteração da qualidade do ar	D. Provável	II Moderado	Moderado	- Monitoramento de Fumaça Negra em todos os equipamentos (fontes móveis e fontes fixas) - Monitoramento realizado trimestralmente - Registro nos controles operacionais - Encaminhamento para manutenção em caso de divergência - Manutenção periódica de veículos, equipamentos e motobombas - Parada de veículos e equipamentos para manutenção corretiva - Instalação e manutenção de ventiladores/exaustores da mina subterrânea - Planos de Manutenção Preventiva - Plano de Manutenção - Preenchimento de check list diário

12 DA 23 28 32 04-22 GC PM



Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
							dos veículos e equipamentos
Explosão	Operação de equipamentos em geral Descarga elétrica Abastecimento Presença indevida de fonte de ignição, fatores externos - eventos da natureza Descumprimento de controles operacionais; Armazenamento de substâncias que potencialmente reagem entre si; Descarga atmosférica; Curto circuito nas instalações elétricas; Presença de pessoas fumando; transporte, carga ou descarga de material explosivo	Inspeções de segurança nas áreas de armazenamento e operação; Monitoramento de presença de gases inflamáveis ou combustíveis; Verificação de cumprimento dos procedimentos operacionais; Relatórios e checklists de manutenção elétrica e mecânica; Auditorias de segurança; Observação de sinais de risco (cheiros, ruídos, superaquecimento).	Alteração da qualidade do solo Alteração da qualidade da água Alteração da qualidade do ar	C. Pouco Provável	III Crítica	Moderado	- Plano de Atendimento as Emergências - Plano de Manutenção Preventiva - Treinamento da brigada de incêndio - Treinamento básico de combate a incêndio - DDS (Diálogo Diário de Segurança) - Isolamento/sinalização da área - Realização de simulados de emergência - Cumprimento de Requisito de Atividade Crítica - SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas) - Sistema de combate a incêndio - Baias (em caso de abastecimento) - Sinalizações
Geração De Efluentes Industriais	Destinação inadequada dos efluentes Lançamento fora dos padrões Gestão inadequada de fornecedores	Monitoramento da qualidade da água (física, química e biológica); Análises laboratoriais periódicas dos efluentes; Inspeções ambientais; Relatórios de conformidade legal (condições de lançamento); Checklists de operação e manutenção de sistemas de tratamento de efluentes; Auditorias em fornecedores.	Alteração da qualidade do solo Alteração da qualidade da água	E. Muito Provável	III Crítica	Crítico	Campanhas educativas; Gestão de Recursos Hídricos; S.A.O
Geração De Efluentes Sanitários	Geração de efluentes sem controle operacional, falta de destinação adequada	Monitoramento da qualidade do solo e da água; Inspeções ambientais regulares nas instalações sanitárias e ETES; Verificação de registros operacionais das ETES e empresas contratadas; Avaliação da frequência de manutenção e limpeza dos banheiros químicos; Indicadores de conformidade com normas ambientais e sanitárias;	Alteração da qualidade do solo Alteração ou redução da biodiversidade	E. Muito Provável	I Baixa	Moderado	- Guia para segregação, armazenamento e destinação de resíduos sólidos. - Controle de Limpeza de banheiros - Campanhas de conscientização para a utilização dos banheiros químicos; - monitoramento constante da eficiência das ETES - monitoramento das empresas de

LD DA @ 25 26 32 04-22 GC PM



Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
		Checklists de operação e limpeza dos sistemas sanitários.					recolhimento e descarte dos efluentes
Geração De Resíduos Inertes E Não Inertes	Falta de capacitação profissional dos gestores Falta de local para alocação dos resíduos Destinação inadequada Falha na gestão	Inspeções ambientais periódicas nos locais de disposição de resíduos; Verificação de registros de destinação (manifestos de transporte e destinação final); Avaliação de desempenho ambiental; Checklists operacionais dos depósitos e áreas de armazenamento; Relatórios de não conformidade ou inconformidade em auditorias ambientais; Indicadores de volume gerado por tipo de resíduo e destino final.	Alteração da qualidade do solo Alteração da qualidade da água	C. Pouco Provável	I Baixa	Desprezível	• Guia para segregação, armazenamento e destinação de resíduos sólidos • Educação Ambiental (Campanhas de comunicação para promover a redução da geração de resíduo.) • Inspeções ambientais • Avaliação de Desempenho Ambiental • Gestão de Produtos Químicos • Gestão de Resíduos • DIR - Depósito Intermediário de Resíduos • DDS / DAS
Geração De Resíduos Perigosos	Falta de capacitação profissional dos gestores Falta de local para alocação dos resíduos Destinação inadequada Falha na gestão	Inspeções ambientais e auditorias internas Verificação de manifestos de transporte de resíduos perigosos (MTR) Conferência de documentos de destinação final (CDFs) Relatórios de não conformidades ambientais Avaliações de desempenho ambiental Análise de segregação incorreta nos depósitos temporários Indicadores de geração de resíduos perigosos (volume, frequência, tipo) Vistorias em áreas de armazenamento de produtos perigosos	Alteração da qualidade do solo Alteração da qualidade da água	E. Muito Provável	III Crítica	Crítico	• Guia para segregação, armazenamento e destinação de resíduos sólidos. • Educação Ambiental (Campanhas de comunicação para promover a redução da geração de resíduo.) • Inspeções ambientais • Avaliação de Desempenho Ambiental • Gestão de Produtos Químicos • Gestão de Resíduos • DIR - Depósito Intermediário de Resíduos • DDS / DAS

LD DA @ 25 26 32 04-22 GC PM



Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Incêndio Afetando Qualidade Do Ar	Falta de controles operacionais, não conhecimento/descumprimento do Plano de Atendimento a Emergência Ausência de inspeção; Utilização de ferramentas faiscantes; Descuido na operação de abastecimento; Ausência de orientação/reciclagem do descarte correto de resíduo perigoso.	Inspeção periódica dos equipamentos e instalações quanto à presença de faíscas ou fontes de ignição; Monitoramento visual e via sensores de fumaça ou calor; Auditorias de conformidade do Plano de Atendimento a Emergência; Verificação dos registros de treinamento e reciclagem dos operadores; Checklists de inspeção preventiva em áreas de abastecimento e descarte de resíduos perigosos; Registro e análise de ocorrências e quase acidentes relacionados a incêndios.	Alteração da qualidade do ar Alteração da qualidade do solo	C. Pouco Provável	III Crítica	Moderado	- Sinalizações e procedimentos operacionais das contratadas. - Supressores de incêndio e extintores. - Painel elétrico de controle de energia. - Treinamentos e qualificação de mão de obra. - Checklist do equipamento. - Manutenção periódica de veículos e equipamentos conforme plano de manutenção.
Vazamento de Combustíveis	Vazamentos em tanques de combustível, veículos ou mangueiras	Inspeção visual. Sensor de vazamento	Contaminação do solo e da água, Risco de incêndio.	D Provável	I Baixa	Baixo	Inspeção e manutenção regular dos veículos.
Vazamento Gases (Inflamáveis/Tóxicos/Poluentes)	Atividades envolvendo produtos químicos tipo; serviços de armazenamento de produtos químicos em almoxarifados, coleta, transporte e descarte de produtos químicos	Monitoramento contínuo por sensores de gases específicos (detectores de inflamáveis e tóxicos); Inspeções visuais periódicas em almoxarifados e pontos críticos de armazenamento; Comunicação imediata de ocorrências ambientais suspeitas; Auditorias de conformidade nas práticas de armazenamento e transporte; Relatórios de manutenção e histórico de falhas dos equipamentos de contenção.	Alteração da qualidade do ar Alteração da qualidade da água	D. Provável	II Moderado	Moderado	Comunicação e ocorrências ambientais

LD DA @ 25 26 32 04-22 GC PM



Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Vazamento/Derramamento De Água	Colisão com tubulação, deslocamento, acessórios de fixação de tubulação danificados; Sump com vedação insuficiente; Tubulação danificada; Abraçadeira desgastada.	Inspeção visual e testes de estanqueidade em tubulações, abraçadeiras e acessórios; Monitoramento da pressão e vazão nas tubulações; Relatórios e registros de manutenção preventiva e corretiva; Monitoramento de sensores de umidade e alarme em áreas críticas; Treinamento e capacitação da equipe para identificação precoce de vazamentos.	Redução da disponibilidade do recurso	E. Muito Provável	I Baixa	Moderado	• Treinamento de educação ambiental; • Inspeção e manutenção preventiva na tubulação do jumbo; • Inspeção e manutenção da rede de distribuição de água na mina subterrânea. • Manutenção corretiva em tubulações e acessórios;
Vazamento/Derramamento De Produtos Não Perigosos	Falha na aplicação do cimento, ruptura da mangueira na atividade de sustentação de teto; Falha na aplicação de poliuretano na atividade de vedação de tapumes. Falta de SAO, descumprimento de procedimento interno, falta de eficiência da SAO Falta de inspeção do local. Falta de treinamento dos envolvidos.	Inspeção e monitoramento do estado das mangueiras e equipamentos de aplicação; Verificação de registros e cumprimento dos procedimentos operacionais (SAO); Auditorias em campo para confirmar aplicação correta e limpeza do local; Treinamentos e observação direta da equipe durante as operações; Inspeção pós-atividade para identificar resíduos não tratado	Alteração da qualidade do solo Alteração da qualidade da água	E. Muito Provável	I Baixa	Moderado	• SAO: Manutenção e limpeza periódica • Treinamento em procedimento específico para atividade • Inspeção do equipamento e local a ser aplicado • Realização de coleta e destinação adequada de resíduo do cimento / poliuretano aplicado • Realizar descarte em caçambas de resíduos de construção civil • Treinamento da Brigada de Emergência • Controle de velocidade • Capacitação do operador • Plano de Manutenção Preventiva

LD DA @ 25 26 32 Of- RD GC PM



Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Vazamento/Derramamento De Produtos Perigosos	Ruptura das mangueiras hidráulicas e de abastecimento Falhas de vedação da bacia de contenção Abertura indevida da válvula (ladrão) da bacia de contenção Ausência de bacia de contenção durante abastecimento da motosserra Processo e falta de manutenção Descumprimento de procedimento Choques mecânicos (colisões de máquinas, veículos e equipamentos) Tombamentos de veículos/equipamentos	Inspecções regulares das mangueiras hidráulicas, bacias de contenção e válvulas; Monitoramento visual das áreas de abastecimento e armazenamento; Checklist de manutenção preventiva e corretiva; Registro e análise de ocorrências e falhas operacionais; Treinamento da brigada de emergência para identificação rápida; Inspeção ambiental e monitoramento da qualidade do solo e água nas proximidades.	Alteração da qualidade da água Alteração da qualidade do solo Incômodo à vizinhança	D. Provável	III Crítica	Sério	- Controle de velocidade - Capacitação do operador - Treinamento da Brigada de Emergência - Plano de Manutenção Preventiva - Gestão de Produtos Químicos - Inspecções ambientais - Sinalização de áreas e estruturas - Checklist do equipamento - Manutenção periódica de veículos e equipamentos conforme plano de manutenção - Aquisição de equipamentos novos para operação
Vazamento/Derramamento De Resíduo Líquido Não Perigoso (Efluente Sanitário)	Colisão; Coleta e transporte do efluente sanitário; Desplacamento.	Inspeção visual das áreas de armazenamento e descarga de efluentes; Verificação periódica do funcionamento dos sistemas de coleta e bombeamento; Monitoramento das condições físicas das instalações sanitárias; Registros de programação de coleta e manutenção; Sinalização adequada e observação de áreas de risco.	Alteração da qualidade do solo Alteração da qualidade da água	D. Provável	I Baixa	Baixo	- Programação semanal para coleta de efluente sanitário; - Sinalização da área onde fica o banheiro; - Saneamento do teto e lateral; - Coleta de efluente com bomba de sucção. - Manutenção ou substituição do banheiro;

LD DA @ 25 08 22 Of- RD GC PM



Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Vazamento/Derramamento De Resíduo Líquido Perigoso (Efluente Industrial)	Falta de inspeção do local. Falta de treinamento dos envolvidos.	Inspeções frequentes e detalhadas no local de armazenamento e tratamento; Monitoramento de equipamentos e instalações por sensores e dispositivos de alarme; Registros das inspeções e treinamentos da brigada de emergência; Auditorias ambientais regulares; Monitoramento da qualidade do solo e da água próximos às instalações; Relatórios de manutenção e incidentes.	Alteração da qualidade do solo Alteração da qualidade da água	D. Provável	III Crítica	Sério	• ADM - Treinamento da Brigada de Emergência, • controle de velocidade, capacitação do operador, • Plano de Manutenção Preventiva • Gestão de Produtos Químicos. • Inspeções Ambientais
Contaminação Ambiental	Descarte inadequado de materiais contaminados,	Inspeções no sistema de descarte,	Contaminação do solo, da água e do ar,	B. Remota	III Crítica	Baixo	• Implementar PGRS que oriente a adoção de sistema de separação de resíduos, com recipientes específicos para cada tipo de material. • Seguir as normas e regulamentos ambientais para o descarte de materiais contaminantes e utilizar serviços especializados para o tratamento e disposição final

LD DA @ 25 26 32 Of- RD GC PM



Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Ataque de Animais (peçonhentos, selvagens, insetos Etc.)	Ausência de uso dos EPI's adequados; Ausência de equipamentos de comunicação; Localização do empreendimento, Presença de grandes felinos na área.	Inspeção de uso de EPIs e sistema de alerta e afugentamento de grandes felinos, Monitoramentos.	Lesão Pessoal Picadas de serpentes, insetos e outros animais venenosos; Ataques de grandes felinos	E – Muito Provável	III Crítica	Crítico	• Uso de botas altas e luvas resistentes para proteção contra picadas de serpentes ou mordidas de animais. • Uniformes de manga longa e calças de tecido grosso para aumentar a proteção contra insetos e animais venenosos. • Treinamento sobre primeiros socorros. • Capacitar os trabalhadores para identificar e reagir de maneira segura caso se deparem com animais venenosos ou selvagens. • Treinamento de Trabalhos em região com presença de grandes felinos • Sinalização visível em áreas de risco, alertando a necessidade de vigilância constante. • Uso do rádio transmissor; • Uso de Repelente • Cartão de vacinação em dia
Atropelamento de Animais Silvestres	Suprimir vegetação; Velocidade inadequada; Tráfego de veículos e equipamentos na área de supressão; Falha operacional, (descumprimento de padrão); Falha mecânica (freio, buzina), ausência de sistema de controle de velocidade, falta de sinalizações e condições adversas (intempéries)" Surgimento de animais na pista; descuido na direção defensiva; situação inadequada dos veículos/equipamentos, descumprimento de procedimentos.	Monitoramento por meio de registros de atropelamentos (checklists, fichas de ocorrência ou sistemas de comunicação interna); Inspeções periódicas nas vias internas e nas áreas de supressão para verificação de sinalização e condições de tráfego; Verificação do funcionamento dos dispositivos de segurança veicular (freios, buzina, faróis, rastreadores de velocidade); Monitoramento por sistemas de controle de velocidade (tacógrafos, telemetria); Observação direta e relatos de campo sobre avistamento de fauna silvestre em áreas de tráfego; Auditorias operacionais sobre o cumprimento dos procedimentos de direção defensiva e padrões de segurança; Relatórios da equipe de fauna sobre presença ou comportamento de animais nas frentes de	Alteração ou redução da biodiversidade	D. Provável	II Moderado	Moderado	• Afugentamento e resgate de fauna antes da realização das atividades; • Inspeção de máquinas e equipamentos; • Utilização de batedores nas áreas internas do projeto; • Varredura antes da execução das atividades; • Sinalizações, incluindo sinalização viária (velocidade e presença de animais); • Sistemas de controle de velocidade (tacógrafo e telemetria); • Campanhas de educação, incluindo DDS e PRO Educação Ambiental;

LD DA @ 25 26 32 04-22 GC PM



Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
		serviço.					

10 DA 25 26 32 01-22 GC PM



Implantação

Tabela 54 Supressão de Vegetação

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Supressão Vegetal							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Erosão do Solo	Remoção de vegetação, Falta de cobertura do solo, Falha nos sistemas de drenagem.	Visual	Perda de solo fértil, assoreamento de cursos d'água, degradação do solo	E – Muito Provável	II Moderado	Sério	- Planejamento adequado da área de supressão. - Uso de técnicas de controle de erosão. - Instalação e monitoramento de sistemas de drenagem. - Monitoramento constante das áreas de risco para erosão.
Incêndio florestal ou nos estoques de madeira	Uso inadequado de fogo; Atos inseguros, Condições ambientais.	Visual	Incêndio descontrolado; Danos à biodiversidade, Danos ao patrimônio; Fatalidade	D Provável	III Crítica	Sério	- Programa de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis. - Garantir que as áreas dos Pátios de Estocagem de Madeira (PEM) estejam devidamente isolados e seguros quanto ao risco de incêndio. - Instalar todas as estruturas de acordo com Projetos aprovados pelo Corpo de Bombeiros.
Ataque de Animais (peçonhentos, selvagens, insetos Etc.)	Ausência de uso dos EPI's adequados; Ausência de equipamentos de comunicação; Localização do empreendimento, Presença de grandes felinos na área.	Inspeção de uso de EPIs e sistema de alerta e afugentamento de grandes felinos, Monitoramentos.	Lesão Pessoal Picadas de serpentes, insetos e outros animais venenosos; Ataques de grandes felinos	E – Muito Provável	III Crítica	Crítico	- Uso de botas altas e luvas resistentes para proteção contra picadas de serpentes ou mordidas de animais. - Uniformes de manga longa e calças de tecido grosso para aumentar a proteção contra insetos e animais venenosos. - Treinamento sobre primeiros socorros. - Capacitar os trabalhadores para identificar e reagir de maneira segura caso se deparem com animais venenosos ou selvagens. - Treinamento de Trabalhos em região com presença de grandes felinos Sinalização visível em áreas de risco, alertando a necessidade de vigilância constante. - Uso do rádio transmissor; - Uso de Repelente - Cartão de vacinação em dia

12 DA @ 20 20 02 04-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Supressão Vegetal							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas	Falha no uso de ferramentas, equipamentos, Falta de treinamento no manuseio, Falta de uso de EPIs.	Inspeções visuais	Ferimentos, Danos aos equipamentos	E Muito provável	II Moderado	Sério	- Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas. - Sinalização adequada das vias e área operacional. - Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva - Treinamento de procedimentos de Emergência - Implantação de checklists diários de operação - Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade. - Utilização de EPIs adequados.
Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos	Falta de sinalização, Baixa visibilidade, Velocidade excessiva.	Inspeção visual Monitoramentos	Lesões graves ou fatais em trabalhadores ou animais, Danos a veículos e equipamentos	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	- Sinalização adequada. - Utilizar sinais de alerta sonoros e luzes piscantes para avisar sobre a aproximação de veículos ou equipamentos. - Proporcionar treinamentos regulares para motoristas e operadores de veículos sobre procedimentos de segurança e direcionamento de tráfego. - Treinar os trabalhadores sobre os riscos de atropelamento, a necessidade de sempre usar os caminhos de pedestres e de estarem atentos ao tráfego de veículos. Estabelecer limites de velocidade
Contatos com superfícies cortantes/perfurantes/abrasivas	Falta de treinamento; Técnica inadequada de corte;	Inspeções visuais	Ferimentos, Lesões	D Provável	III Crítica	Sério	- Proteger as ferramentas cortantes, - Utilização de EPIs adequados
Acidentes com descargas atmosféricas	Fenômenos naturais; Ausência de abrigo; Ausência de monitoramento meteorológico; Falha na comunicação;	Inspeção visual Monitoramentos	Ferimentos, Lesões Danos a equipamentos	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	- Dispor de sistema de detecção e comunicação de descargas elétricas atmosféricas; - Todos os colaboradores deverão permanecer nos veículos até a liberação do alerta de descarga atmosférica; - Todo efetivo deve receber orientações quanto ao

12 DA @ 20 20 02 04-20 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Supressão Vegetal							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
							procedimento a ser adotado em caso de alerta de descargas atmosféricas;
Riscos ergonômicos e lesões musculoesqueléticas	Esforço repetitivo; Não pausar as atividades rotineiramente	Exames periódicos	Danos físicos e psicológicos Efeitos crônicos da saúde	E Muito provável	II Moderado	Sério	• Pausas regulares para os trabalhadores e rotinas de alongamento para reduzir o risco de lesões musculoesqueléticas. • Monitoramento de jornadas de trabalho para evitar sobrecarga física. • Treinamentos de ergonomia • Análises e monitoramento periódico da ergonomia do trabalho • Ajuste de EPIs às necessidades dos profissionais
Emissão de Particulados	Movimentação de terra; Trânsito em vias não pavimentadas; Operações de carga e descarga	Monitoramento visual	Poluição do ar Danos à saúde dos trabalhadores (doenças respiratórias, alergias)	E Muito provável	I Baixa	Moderado	• Uso de aspersores de água para umedecer o solo e reduzir poeira. • Instalar barreiras físicas (telas ou cortinas contra o vento). • Uso de EPIs adequados
Vibração e Ruídos excessivos	Uso de equipamentos; Trânsito de veículos pesados.	Auditivo, Medição de níveis de ruído e vibração.	Danos auditivos, Aumento do estresse entre os trabalhadores	E Muito provável	II Moderado	Sério	• Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado. • Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.
Exposição a fontes de radiação não ionizante (Radiação Solar, Campos Magnéticos, Etc.)	Trabalhos ao ar livre sem proteção adequada		Queimaduras solares, desidratação, exaustão térmica	E Muito provável	I Baixa	Moderado	• Uso de protetor solar, roupas de proteção, pausas regulares, hidratação
Ataque de Animais (peçonhentos, selvagens, insetos Etc.)	Ausência de uso dos EPI's adequados; Ausência de equipamentos de comunicação; Localização do empreendimento, Presença de grandes felinos	Inspeção de uso de EPIs e sistema de alerta e afugentamento de grandes felinos, Monitoramentos.	Lesão Pessoal Picadas de serpentes, insetos e outros animais venenosos; Ataques de grandes felinos	E – Muito Provável	III Crítica	Crítico	• Uso de botas altas e luvas resistentes para proteção contra picadas de serpentes ou mordidas de animais. • Uniformes de manga longa e calças de tecido grosso para aumentar a proteção contra insetos e animais venenosos. • Treinamento sobre primeiros socorros. • Capacitar os trabalhadores para identificar e

10 DA @ 20 20 02 04-20 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Supressão Vegetal							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
	na área.						reagir de maneira segura caso se deparem com animais venenosos ou selvagens. • Treinamento de Trabalhos em região com presença de grandes felinos Sinalização visível em áreas de risco, alertando a necessidade de vigilância constante. • Uso do rádio transmissor; • Uso de Repelente • Cartão de vacinação em dia
Atropelamento de Animais Silvestres	Suprimir vegetação; Velocidade inadequada; Tráfego de veículos e equipamentos na área de supressão; Falha operacional, (descumprimento de padrão); Falha mecânica (freio, buzina), ausência de sistema de controle de velocidade, falta de sinalizações e condições adversas (intempéries)" Surgimento de animais na pista; descuido na direção defensiva; situação inadequada dos veículos/equipamentos, descumprimento de procedimentos.	Monitoramento por meio de registros de atropelamentos (checklists, fichas de ocorrência ou sistemas de comunicação interna); Inspeções periódicas nas vias internas e nas áreas de supressão para verificação de sinalização e condições de tráfego; Verificação do funcionamento dos dispositivos de segurança veicular (freios, buzina, faróis, rastreadores de velocidade); Monitoramento por sistemas de controle de velocidade (tacógrafos,	Alteração ou redução da biodiversidade	Provável	II Moderado	Crítico	• Afugentamento e resgate de fauna antes da realização das atividades; • Inspeção de máquinas e equipamentos; • Utilização de batedores nas áreas internas do projeto; • Varredura antes da execução das atividades; • Sinalizações, incluindo sinalização viária (velocidade e presença de animais); • Sistemas de controle de velocidade (tacógrafo e telemetria); • Campanhas de educação, incluindo DDS e PRO Educação Ambiental;

12 DA @ 20 20 02 04-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Supressão Vegetal							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
		telemetria); Observação direta e relatos de campo sobre avistamento de fauna silvestre em áreas de tráfego; Auditorias operacionais sobre o cumprimento dos procedimentos de direção defensiva e padrões de segurança; Relatórios da equipe de fauna sobre presença ou comportamento de animais nas frentes de serviço.					
Vazamento de Combustíveis	Vazamentos em tanques de combustível, veículos ou mangueiras	Inspeção visual. Sensor de vazamento	Contaminação do solo e da água, Risco de incêndio.	D Provável	I Baixa	Baixo	Inspeção e manutenção regular dos veículos.

10 DA @ 20 20 02 02-20 GC PM



Tabela 55 Terraplenagem, Corte e Aterro, Escavação e Preparação das galerias

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Terraplenagem, Desmonte de Rocha, e Escavação e Preparação das galerias							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Desmoronamentos e Instabilidade Geotécnica	Escavação inadequada, Falta de drenagem, Presença de material instável.	Monitoramento geotécnico	Desmoronamento do solo e de rocha, Danos à infraestrutura adjacente e aos colaboradores.	B Remota	III Crítica	Baixo	- Realização de estudos geotécnicos para avaliar a estabilidade do solo e das rochas. - Uso de suportes e reforços nas galerias para evitar desmoronamentos. - Monitoramento contínuo da instabilidade do solo e inspeções regulares. - Uso de equipamentos adequados para escavação correta.
Vibração e ruído excessivo	Uso de equipamentos e veículos pesados.	Auditivo, Medição de níveis de ruído e vibração	Danos auditivos aos trabalhadores. Aumento do estresse entre os trabalhadores. Aumento do estresse na fauna de entorno.	E Muito provável	II Moderado	Sério	- Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado. - Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.
Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas	Falta de treinamento, Falhas mecânicas, Falhas humanas Falta de manutenção adequada.	Inspeção visual; Manutenção preventiva de equipamentos.	Atropelamento, Colisões; Danos à infraestrutura (equipamentos, veículos, estruturas temporárias).	E Muito provável	II Moderado	Sério	- Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas. - Sinalização adequada das vias e área operacional. - Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva - Treinamento de procedimentos de Emergência - Implantação de checklists diários de operação - Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade. - Utilização de EPIs adequados.

12 DA @ 20 20 02 04-20 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Terraplenagem, Desmonte de Rocha, e Escavação e Preparação das galerias							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Emissão de Particulados	Movimentação do solo (corte de vegetação, escavação, etc.) Utilização de equipamentos pesados sem controle adequado de poeira	Monitoramento visual	Poluição do ar Danos à saúde dos trabalhadores (doenças respiratórias, alergias)	E Muito provável	I Baixa	Moderado	• Uso de aspersores de água para umedecer o solo e reduzir poeira. • Instalar barreiras físicas (telas ou cortinas contra o vento). • Uso de EPIs adequados.
Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos	Falta de sinalização, Baixa visibilidade, Velocidade excessiva.	Inspeção visual Monitoramentos	Lesões graves ou fatais em trabalhadores ou animais, Danos a veículos e equipamentos	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	• Sinalização adequada. • Utilizar sinais de alerta sonoros e luzes piscantes para avisar sobre a aproximação de veículos ou equipamentos. • Proporcionar treinamentos regulares para motoristas e operadores de veículos sobre procedimentos de segurança e direcionamento de tráfego. • Treinar os trabalhadores sobre os riscos de atropelamento, a necessidade de sempre usar os caminhos de pedestres e de estarem atentos ao tráfego de veículos. • Estabelecer limites de velocidade
Erosão do Solo	Remoção de vegetação, Falta de cobertura do solo, Falha nos sistemas de drenagem.	Visual	Perda de solo fértil, assoreamento de cursos d'água, degradação do solo	E – Muito Provável	II Moderado	Sério	• Uso de técnicas de controle de erosão. • Instalação e monitoramento de sistemas de drenagem. • Monitoramento constante das áreas de risco para erosão.

12 DA @ 20 20 02 04-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Terraplenagem, Desmonte de Rocha, e Escavação e Preparação das galerias							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Vazamento de Combustíveis	Vazamentos em tanques de combustível, veículos ou mangueiras	Inspeção visual. Sensor de vazamento	Contaminação do solo e da água, Risco de incêndio.	D Provável	I Baixa	Baixo	Inspeção e manutenção regular dos veículos.
Contato com superfície Energizada	Trabalho com Escavadeira Hidráulica, Pá Carregadeira, Caminhão Basculante próximo a rede elétrica.	Inspeção Visual	Lesão Pessoal	C Pouco Provável	III Crítica	Moderado	- Para realização de atividades sob redes elétricas as mesmas devem ser desligadas, testadas, bloqueadas e verificado a energia residual; - Devese instalar barreiras físicas de proteção em áreas próximas a redes elétricas; - Na impossibilidade do desligamento, elaborar procedimentos que estabeleçam: distâncias mínimas de segurança (com supervisão), equipamentos autorizados a realização de atividades; - Para execução de escavações obrigatório observar os projetos de instalações elétricas e hidráulicas, garantindo a inexistência de potenciais fontes de energia; - Garantir que as redes subterrâneas estejam devidamente sinalizadas, - Sinalizar cabos de aço de estaiamento de poste e malhas de aterramento
Ataque de Animais (peçonhentos, selvagens, insetos Etc.)	Ausência de uso dos EPI's adequados; Ausência de equipamentos de comunicação; Localização do empreendimento, Presença de grandes felinos na área.	Inspeção de uso de EPIs e sistema de alerta e afugentamento de grandes felinos, Monitoramentos.	Lesão Pessoal Picadas de serpentes, insetos e outros animais venenosos; Ataques de grandes felinos	E – Muito Provável	III Crítica	Crítico	- Uso de botas altas e luvas resistentes para proteção contra picadas de serpentes ou mordidas de animais. - Uniformes de manga longa e calças de tecido grosso para aumentar a proteção contra insetos e animais venenosos. - Treinamento sobre primeiros socorros. - Capacitar os trabalhadores para identificar e reagir de maneira segura caso se deparem com animais venenosos ou selvagens. - Treinamento de Trabalhos em região com presença de grandes felinos Sinalização visível em áreas de

12 DA @ 20 20 02 04-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Terraplenagem, Desmonte de Rocha, e Escavação e Preparação das galerias							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
							risco, alertando a necessidade de vigilância constante. • Uso do rádio transmissor; • Uso de Repelente • Cartão de vacinação em dia
Atropelamento de Animais Silvestres	Suprimir vegetação; Velocidade inadequada; Tráfego de veículos e equipamentos na área de supressão; Falha operacional, (descumprimento de padrão); Falha mecânica (freio, buzina), ausência de sistema de controle de velocidade, falta de sinalizações e condições adversas (intempéries)" Surgimento de animais na pista; descuido na direção defensiva; situação inadequada dos veículos/equipamentos, descumprimento de procedimentos.	Monitoramento por meio de registros de atropelamentos (checklists, fichas de ocorrência ou sistemas de comunicação interna); Inspeções periódicas nas vias internas e nas áreas de supressão para verificação de sinalização e condições de tráfego; Verificação do funcionamento dos dispositivos de segurança veicular (freios, buzina, faróis, rastreadores de velocidade); Monitoramento por sistemas de controle de velocidade (tacógrafos, telemetria); Observação direta e relatos de campo sobre avistamento de fauna silvestre em áreas de tráfego;	Alteração ou redução da biodiversidade	Provável	II Moderado	Crítico	• Afugentamento e resgate de fauna antes da realização das atividades; • Inspeção de máquinas e equipamentos; • Utilização de batedores nas áreas internas do projeto; • Varredura antes da execução das atividades; • Sinalizações, incluindo sinalização viária (velocidade e presença de animais); • Sistemas de controle de velocidade (tacógrafo e telemetria); • Campanhas de educação, incluindo DDS e PRO Educação Ambiental;

12 DA @ 20 20 02 04-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Terraplenagem, Desmonte de Rocha, e Escavação e Preparação das galerias							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
		Auditorias operacionais sobre o cumprimento dos procedimentos de direção defensiva e padrões de segurança; Relatórios da equipe de fauna sobre presença ou comportamento de animais nas frentes de serviço.					

Tabela 56 Obras civis

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Obras civis							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Queda de altura	Falta de equipamento adequado. Falta de uso de EPIs adequados. Falta de sinalização adequada.	Inspeções de Segurança	Lesões Fatalidade	D Provável	III Crítica	Sério	• Instalação de andaimes e plataformas de trabalho adequadas e seguras. • Uso de equipamentos de proteção contra quedas. • Monitoramento das condições das estruturas • Uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPI).
Exposição a poeira e materiais cortantes	Realização de atividades sem proteção adequada	Inspeção de equipamentos de proteção, Uso de EPIs	Irritação respiratória, Alergias, Lesões externas devido a materiais cortantes	D Provável	III Crítica	Sério	• Uso de sistemas de aspersão de água ou controle de poeira. • Implementação de métodos de ventilação adequados. • Uso adequado de EPIs • Treinamento de uso de EPI's.

12 DA 20 28 32 36 40 44 48 52 56 60 64 68 72 76 80 84 88 92 96 100 104 108 112 116 120 124 128 132 136 140 144 148 152 156 160 164 168 172 176 180 184 188 192 196 200 204 208 212 216 220 224 228 232 236 240 244 248 252 256 260 264 268 272 276 280 284 288 292 296 300 304 308 312 316 320 324 328 332 336 340 344 348 352 356 360 364 368 372 376 380 384 388 392 396 400 404 408 412 416 420 424 428 432 436 440 444 448 452 456 460 464 468 472 476 480 484 488 492 496 500 504 508 512 516 520 524 528 532 536 540 544 548 552 556 560 564 568 572 576 580 584 588 592 596 600 604 608 612 616 620 624 628 632 636 640 644 648 652 656 660 664 668 672 676 680 684 688 692 696 700 704 708 712 716 720 724 728 732 736 740 744 748 752 756 760 764 768 772 776 780 784 788 792 796 800 804 808 812 816 820 824 828 832 836 840 844 848 852 856 860 864 868 872 876 880 884 888 892 896 900 904 908 912 916 920 924 928 932 936 940 944 948 952 956 960 964 968 972 976 980 984 988 992 996 1000



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Obras civis							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas	Uso inadequado de ferramentas, Falha no uso de EPIs.	Inspeção de uso de EPIs, Inspeção de máquinas e ferramentas	Lesões, Danos materiais, Fatalidade.	D Provável	III Crítica	Sério	• Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas. • Sinalização adequada das vias e área operacional. • Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva • Treinamento de procedimentos de Emergência • Implantação de checklists diários de operação • Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade. • Utilização de EPIs adequados.
Ataque de Animais (peçonhentos, selvagens, insetos Etc.)	Localização do empreendimento, Presença de grandes felinos na área.	Inspeção de uso de EPIs e sistema de alerta e afugentamento de grandes felinos, Monitoramentos.	Lesão Pessoal Picadas de serpentes, insetos e outros animais venenosos; Ataques de grandes felinos.	E – Muito Provável	III Crítica	Crítico	• Uso de botas altas e luvas resistentes para proteção contra picadas de serpentes ou mordidas de animais. • Uniformes de manga longa e calças de tecido grosso para aumentar a proteção contra insetos e animais venenosos. • Treinamento sobre primeiros socorros. • Capacitar os trabalhadores para identificar e reagir de maneira segura caso se deparem com animais venenosos ou selvagens. • Treinamento de Trabalhos em região com presença de grandes felinos Sinalização visível em áreas de risco, alertando a necessidade de vigilância constante. • Uso do rádio transmissor; • Uso de Repelente • Cartão de vacinação em dia
Riscos ergonômicos e lesões musculoesqueléticas	Esforço repetitivo; Não pausar as atividades rotineiramente	Exames periódicos	Danos físicos e psicológicos	E Muito provável	II Moderado	Sério	• Pausas regulares para os trabalhadores e rotinas de alongamento para reduzir o risco de lesões musculoesqueléticas. • Monitoramento de jornadas de trabalho para evitar sobrecarga física. • Treinamentos de ergonomia • Análises e monitoramento periódico da ergonomia do trabalho • Ajuste de EPIs às necessidades dos profissionais

12 DA @ 20 28 32 04-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Obras civis							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos	Falta de sinalização, Baixa visibilidade, Velocidade excessiva.	Inspeção visual Monitoramentos	Lesões graves ou fatais em trabalhadores ou animais, Danos a veículos e equipamentos	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	- Sinalização adequada. - Utilizar sinais de alerta sonoros e luzes piscantes para avisar sobre a aproximação de veículos ou equipamentos. - Proporcionar treinamentos regulares para motoristas e operadores de veículos sobre procedimentos de segurança e direcionamento de tráfego. - Treinar os trabalhadores sobre os riscos de atropelamento, a necessidade de sempre usar os caminhos de pedestres e de estarem atentos ao tráfego de veículos. - Estabelecer limites de velocidade
Contato com áreas e equipamentos energizados	Falha no isolamento de cabos elétricos, Mau uso de equipamentos, Sobrecarga de sistemas elétricos.	Inspeção visual, Medição de resistência,	Choque elétrico, Incêndios, Danos aos equipamentos e trabalhadores	D Provável	II Moderado	Moderado	- Instalação de sistemas de aterramento adequados e dispositivos de proteção contra sobrecarga. - Inspeções regulares nas instalações elétricas para evitar curtos-circuitos ou falhas. - Isolamento das áreas energizadas para pessoas não autorizadas.
Disposição inadequada de efluentes líquidos	Falha nos sistemas de tratamento e armazenamento de efluentes	Monitoramento regular	Contaminação do solo, águas subterrâneas e superficiais	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	- Implementar sistemas adequados de tratamento de efluentes. - Realizar o monitoramento regular e controle dos sistemas de tratamento.
Disposição inadequada de resíduos	Descarte inadequado de materiais	Inspeções no sistema de descarte,	Contaminação do solo, da água e do ar,	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	- Implementar PGRS que oriente a adoção de sistema de separação de resíduos, com recipientes específicos para cada tipo de material. - Seguir as normas e regulamentos ambientais para o descarte de materiais contaminantes e utilizar serviços especializados para o tratamento e disposição final

LD DA @ 20 20 02 04-20 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Obras civis							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Vazamento de Combustíveis	Vazamentos em tanques de combustível, veículos ou mangueiras	Inspeção visual. Sensor de vazamento	Contaminação do solo e da água, Risco de incêndio.	D Provável	I Baixa	Baixo	Inspeção e manutenção regular dos veículos.
Vibração e Ruídos excessivos	Uso de equipamentos pesados.	Auditivo, Medição de níveis de ruído e vibração.	Danos auditivos, Aumento do estresse entre os trabalhadores	E Muito provável	II Moderado	Sério	- Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado. - Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.
Exposição a fontes de radiação não ionizante (Radiação Solar, Campos Magnéticos, Etc.)	Trabalhos ao ar livre sem proteção adequada		Queimaduras solares, desidratação, exaustão térmica	E Muito provável	I Baixo	Moderado	Uso de protetor solar, roupas de proteção, pausas regulares, hidratação
Ataque de Animais (peçonhentos, selvagens, insetos Etc.)	Ausência de uso dos EPI's adequados; Ausência de equipamentos de comunicação; Localização do empreendimento, Presença de grandes felinos na área.	Inspeção de uso de EPIs e sistema de alerta e afugentamento de grandes felinos, Monitoramentos.	Lesão Pessoal Picadas de serpentes, insetos e outros animais venenosos; Ataques de grandes felinos	E – Muito Provável	III Crítica	Crítico	- Uso de botas altas e luvas resistentes para proteção contra picadas de serpentes ou mordidas de animais. - Uniformes de manga longa e calças de tecido grosso para aumentar a proteção contra insetos e animais venenosos. - Treinamento sobre primeiros socorros. - Capacitar os trabalhadores para identificar e reagir de maneira segura caso se deparem com animais venenosos ou selvagens. - Treinamento de Trabalhos em região com presença de grandes felinos Sinalização visível em áreas de risco, alertando a necessidade de vigilância constante. - Uso do rádio transmissor; - Uso de Repelente - Cartão de vacinação em dia

12 DA 20 28 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70 72 74 76 78 80 82 84 86 88 90 92 94 96 98 100



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Obras civis							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Atropelamento de Animais Silvestres	Suprimir vegetação; Velocidade inadequada; Tráfego de veículos e equipamentos na área de supressão; Falha operacional, (descumprimento de padrão); Falha mecânica (freio, buzina), ausência de sistema de controle de velocidade, falta de sinalizações e condições adversas (intempéries)" Surgimento de animais na pista; descuido na direção defensiva; situação inadequada dos veículos/equipamentos, descumprimento de procedimentos.	Monitoramento por meio de registros de atropelamentos (checklists, fichas de ocorrência ou sistemas de comunicação interna); Inspeções periódicas nas vias internas e nas áreas de supressão para verificação de sinalização e condições de tráfego; Verificação do funcionamento dos dispositivos de segurança veicular (freios, buzina, faróis, rastreadores de velocidade); Monitoramento por sistemas de controle de velocidade (tacógrafos, telemetria); Observação direta e relatos de campo sobre avistamento de fauna silvestre em áreas de tráfego; Auditorias operacionais sobre o cumprimento dos procedimentos de direção defensiva e padrões de segurança; Relatórios da equipe	Alteração ou redução da biodiversidade	Provável	II Moderado	Crítico	• Afugentamento e resgate de fauna antes da realização das atividades; • Inspeção de máquinas e equipamentos; • Utilização de batedores nas áreas internas do projeto; • Varredura antes da execução das atividades; • Sinalizações, incluindo sinalização viária (velocidade e presença de animais); • Sistemas de controle de velocidade (tacógrafo e telemetria); • Campanhas de educação, incluindo DDS e PRO Educação Ambiental;

10 DA @ 20 20 02 04-20 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Obras civis							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
		de fauna sobre presença ou comportamento de animais nas frentes de serviço.					

Tabela 57 Montagem Eletromecânica

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Montagem Eletromecânica							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Contato com áreas e equipamentos energizados	Falha no isolamento de cabos elétricos, Mau uso de equipamentos, Sobrecarga de sistemas elétricos.	Inspeção visual, Medição de resistência,	Choque elétrico, Incêndios, Danos aos equipamentos e trabalhadores	D Provável	II Moderado	Moderado	- Instalação de sistemas de aterramento adequados e dispositivos de proteção contra sobrecarga. - Inspeções regulares nas instalações elétricas para evitar curtos-circuitos ou falhas. - Isolamento das áreas energizadas para pessoas não autorizadas.
Vazamento de Combustíveis	Vazamentos em tanques de combustível, veículos ou mangueiras	Inspeção visual. Sensor de vazamento	Contaminação do solo e da água, Risco de incêndio.	D Provável	I Baixa	Baixo	Inspeção e manutenção regular dos veículos.

12 DA @ 20 20 02 02-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Montagem Eletromecânica							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas	Falha no uso de ferramentas, equipamentos, Falta de treinamento no manuseio, Falta de uso de EPIs.	Inspeções visuais	Ferimentos, Danos aos equipamentos	E Muito provável	II Moderado	Sério	- Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas. - Sinalização adequada das vias e área operacional. - Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva - Treinamento de procedimentos de Emergência - Implantação de checklists diários de operação - Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade. - Utilização de EPIs adequados.
Contatos com superfícies cortantes/perfurantes/abrasivas	Falta de treinamento; Técnica inadequada de corte; Falta de EPI;	Inspeções visuais	Ferimentos, Lesões	D Provável	III Crítica	Sério	- Proteger as ferramentas cortantes, - Utilização de EPIs adequados
Riscos ergonômicos e lesões musculoesqueléticas	Esforço repetitivo; Não pausar as atividades rotineiramente Não uso de EPIs adequados.	Exames periódicos	Danos físicos e psicológicos	E Muito provável	II Moderado	Sério	- Pausas regulares para os trabalhadores e rotinas de alongamento para reduzir o risco de lesões musculoesqueléticas. - Monitoramento de jornadas de trabalho para evitar sobrecarga física. - Treinamentos de ergonomia - Análises e monitoramento periódico da ergonomia do trabalho - Ajuste de EPIs às necessidades dos profissionais

LD DA @ 20 20 02 04-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Montagem Eletromecânica							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Explosões ou incêndios	Curto circuito em fiações e equipamentos; Vazamentos de gases; Ausência de treinamento adequado sobre os riscos de incêndio e explosão	Inspeções visuais regulares Sensores	Queimaduras, danos estruturais e materiais Lesões Fatalidades	C Pouco Provável	IV Catastrófica	Sério	• Uso de extintores adequados e treinamento dos colaboradores. • Inspeções frequentes e manutenção preventiva • Instalação de sensores • Treinamento contínuo sobre segurança e primeiros socorros. • Simulação de situações de emergência.
Exposição à altas temperaturas	Uso de equipamentos que geram calor excessivo Trabalho próximo a superfícies ou fontes de calor intenso (soldagem, etc.)	Monitoramento visual e termográfico	Danos aos equipamentos, incêndios Queimaduras, desidratação, exaustão pelo calor, lesões térmicas	D Provável	III Crítica	Sério	• Uso obrigatório de EPIs • Treinamento sobre os cuidados com máquinas que geram calor excessivo. • Manutenção preventiva dos equipamentos
Vibração e ruído excessivo	Uso de equipamentos e veículos pesados.	Auditivo, Medição de níveis de ruído e vibração	Danos auditivos aos trabalhadores. Aumento do estresse entre os trabalhadores. Aumento do estresse na fauna de entorno.	E Muito provável	II Moderado	Sério	• Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado. • Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.
Exposição a poeira e materiais cortantes	Realização de atividades sem proteção adequada	Inspeção de equipamentos de proteção, Uso de EPIs	Irritação respiratória, Alergias, Lesões externas devido a materiais cortantes	D Provável	III Crítica	Sério	• Uso de sistemas de aspersão de água ou controle de poeira. • Implementação de métodos de ventilação adequados. • Fornecimento de EPIs respiratórios. • Treinamento de uso de EPI's.

12 DA @ 20 20 22 22 22 22 22 22



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Montagem Eletromecânica							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Ataque de Animais (peçonhentos, selvagens, insetos Etc.)	Ausência de uso dos EPI's adequados; Ausência de equipamentos de comunicação; Localização do empreendimento, Presença de grandes felinos na área.	Inspeção de uso de EPIs e sistema de alerta e afugentamento de grandes felinos, Monitoramentos.	Lesão Pessoal Picadas de serpentes, insetos e outros animais venenosos; Ataques de grandes felinos	E – Muito Provável	III Crítica	Crítico	• Uso de botas altas e luvas resistentes para proteção contra picadas de serpentes ou mordidas de animais. • Uniformes de manga longa e calças de tecido grosso para aumentar a proteção contra insetos e animais venenosos. • Treinamento sobre primeiros socorros. • Capacitar os trabalhadores para identificar e reagir de maneira segura caso se deparem com animais venenosos ou selvagens. • Treinamento de Trabalhos em região com presença de grandes felinos Sinalização visível em áreas de risco, alertando a necessidade de vigilância constante. • Uso do rádio transmissor; • Uso de Repelente • Cartão de vacinação em dia

12 DA @ 20 20 92 06-22 GC PM



Tabela 58 Comissionamento

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Comissionamento							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Desabamento ou colapso de galerias	Falta de suporte adequado, uso de materiais de construção inapropriados ou sobrecarga de galerias	Inspeções regulares Monitoramentos	Ferimentos graves ou fatais, danos ao equipamento e à estrutura	B Remoto	III Crítica	Baixo	- Implementação de sistemas de suporte (estruturas de reforço), - Inspeções regulares e conformidade com as normas de segurança.
Falhas no Sistema de Ventilação	Falha no funcionamento do sistema. Falta de manutenção preventiva.	Inspeções regulares	Acúmulo de gases tóxicos e material particulado,	B Remoto	III Crítica	Baixo	- Instalação de sistemas de ventilação adequados, para manter o fluxo de ar constante. - Monitoramento contínuo da concentração de gases, nas áreas de trabalho. - Manutenção regular do sistema de ventilação, com inspeções periódicas e treinamento de pessoal.
Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas	Falta de treinamento, Falhas mecânicas, Falhas humanas Falta de manutenção adequada.	Inspeção visual; Manutenção preventiva de equipamentos.	Atropelamento, Colisões; Danos à infraestrutura (equipamentos, veículos, estruturas temporárias).	E Muito provável	II Moderado	Sério	- Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas. - Sinalização adequada das vias e área operacional. - Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva - Treinamento de procedimentos de Emergência - Implantação de checklists diários de operação - Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade. - Utilização de EPIs adequados.
Acidente com sistemas elétricos	Instalações elétricas inadequadas ou danificadas, falta de manutenção ou operação incorreta	Inspeção visual; Manutenção preventiva de equipamentos.	Choque elétrico, queimaduras, incêndios	D Provável	II Moderado	Moderado	- Inspeções elétricas regulares, - Manutenção preventiva, - Uso de EPIs adequados (luvas isolantes), - Treinamento de segurança.

12 DA @ 20 28 32 04-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Comissionamento							
Ataque de Animais (peçonhentos, selvagens, insetos Etc.)	Ausência de uso dos EPI's adequados; Ausência de equipamentos de comunicação; Localização do empreendimento, Presença de grandes felinos na área.	Inspeção de uso de EPIs e sistema de alerta e afugentamento de grandes felinos, Monitoramentos.	Lesão Pessoal Picadas de serpentes, insetos e outros animais venenosos; Ataques de grandes felinos	E – Muito Provável	III Crítica	Crítico	• Uso de botas altas e luvas resistentes para proteção contra picadas de serpentes ou mordidas de animais. • Uniformes de manga longa e calças de tecido grosso para aumentar a proteção contra insetos e animais venenosos. • Treinamento sobre primeiros socorros. • Capacitar os trabalhadores para identificar e reagir de maneira segura caso se deparem com animais venenosos ou selvagens. • Treinamento de Trabalhos em região com presença de grandes felinos Sinalização visível em áreas de risco, alertando a necessidade de vigilância constante. • Uso do rádio transmissor; • Uso de Repelente • Cartão de vacinação em dia

Tabela 59 Transporte e movimentação de materiais e maquinários pesados

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Transporte e movimentação de materiais e maquinários pesados							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos	Falta de sinalização, Baixa visibilidade, Velocidade excessiva.	Inspeção visual	Lesões graves ou fatais em trabalhadores e/ou animais, Danos a veículos e equipamentos.	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	• Sinalização adequada. • Utilizar sinais de alerta sonoros e luzes piscantes para avisar sobre a aproximação de veículos ou equipamentos. • Proporcionar treinamentos regulares para motoristas e operadores de veículos sobre procedimentos de segurança e direcionamento de tráfego. • Treinar os trabalhadores sobre os riscos de atropelamento, a necessidade de sempre usar os caminhos de pedestres e de estarem atentos ao tráfego de veículos. • Estabelecer limites de velocidade.

12 DA @ 20 20 02 04-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Transporte e movimentação de materiais e maquinários pesados							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Vazamento de Combustíveis	Vazamentos em tanques de combustível, veículos ou mangueiras	Inspeção visual. Sensor de vazamento	Contaminação do solo e da água, Risco de incêndio.	D Provável	I Baixa	Baixo	Inspeção e manutenção regular dos veículos.
Vibração e Ruídos excessivos	Uso de equipamentos pesados.	Auditivo, Medição de níveis de ruído e vibração.	Danos auditivos, Aumento do estresse entre os trabalhadores	E Muito provável	II Moderado	Sério	- Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado. - Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.
Atropelamento de Animais Silvestres	Suprimir vegetação; Velocidade inadequada; Tráfego de veículos e equipamentos na área de supressão; Falha operacional, (descumprimento de padrão); Falha mecânica (freio, buzina), ausência de sistema de controle de velocidade, falta de sinalizações e condições adversas (intempéries)" Surgimento de animais na pista; descuido na direção defensiva; situação inadequada dos veículos/equipamentos, descumprimento de procedimentos.	Monitoramento por meio de registros de atropelamentos (checklists, fichas de ocorrência ou sistemas de comunicação interna); Inspeções periódicas nas vias internas e nas áreas de supressão para verificação de sinalização e condições de tráfego; Verificação do funcionamento dos dispositivos de segurança veicular (freios, buzina, faróis, rastreadores de velocidade); Monitoramento por sistemas de controle de velocidade (tacógrafos, telemetria); Observação direta e relatos de campo sobre avistamento de	Alteração ou redução da biodiversidade	Provável	II Moderado	Crítico	- Afugentamento e resgate de fauna antes da realização das atividades; - Inspeção de máquinas e equipamentos; - Utilização de batedores nas áreas internas do projeto; - Varredura antes da execução das atividades; - Sinalizações, incluindo sinalização viária (velocidade e presença de animais); - Sistemas de controle de velocidade (tacógrafo e telemetria); - Campanhas de educação, incluindo DDS e PRO Educação Ambiental;

12 DA @ 20 28 32 04-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Transporte e movimentação de materiais e maquinários pesados							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
		fauna silvestre em áreas de tráfego; Auditorias operacionais sobre o cumprimento dos procedimentos de direção defensiva e padrões de segurança; Relatórios da equipe de fauna sobre presença ou comportamento de animais nas frentes de serviço.					

12 DA @ 20 20 92 06-22 GC PM



Tabela 60 Infraestrutura de apoio à instalação e operação (refeitório)

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Infraestrutura de apoio à instalação e operação (refeitório)							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Vazamento de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	Falha em tubulações; Deterioração das mangueiras ou conexões;	Inspeção visual, Monitoramento; Olfativo.	Intoxicação, Danos à saúde, Danos materiais.	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	- Realizar manutenção preventiva regular nos cilindros e sistemas de gás, verificando suas condições e garantindo que não apresentem falhas. - As estruturas devem possuir ventilação adequada para evitar acúmulo de gás. - Os projetos devem ser aprovados pelo Corpo de Bombeiros.
Explosões ou incêndios	Acúmulo de gás devido a vazamento; Falha em equipamentos elétricos	Monitoramento periódico no sistema de transporte de gás e sistemas elétricos.,	Incêndios, Danos materiais, Danos humanos.	C Pouco Provável	IV Catastrófica	Sério	- Uso de extintores adequados e treinamento dos colaboradores. - Inspeções frequentes e manutenção preventiva - Instalação de sensores - Treinamento contínuo sobre segurança e primeiros socorros. - Simulação de situações de emergência.
Ataque de Animais (peçonhentos, selvagens, insetos Etc.)	Ausência de uso dos EPI's adequados; Ausência de equipamentos de comunicação; Localização do empreendimento, Presença de grandes felinos na área.	Inspeção de uso de EPIs e sistema de alerta e afugentamento de grandes felinos, Monitoramentos.	Lesão Pessoal Picadas de serpentes, insetos e outros animais venenosos; Ataques de grandes felinos	E – Muito Provável	III Crítica	Crítico	- Uso de botas altas e luvas resistentes para proteção contra picadas de serpentes ou mordidas de animais. - Uniformes de manga longa e calças de tecido grosso para aumentar a proteção contra insetos e animais venenosos. - Treinamento sobre primeiros socorros. - Capacitar os trabalhadores para identificar e reagir de maneira segura caso se deparem com animais venenosos ou selvagens. - Treinamento de Trabalhos em região com presença de grandes felinos Sinalização visível em áreas de risco, alertando a necessidade de vigilância constante. - Uso do rádio transmissor; - Uso de Repelente - Cartão de vacinação em dia

10 DA @ 20 20 02 01-22 GC PM



Tabela 61 Explosões e Desmonte de rochas

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Implantação							
Atividade/Sistema: Explosões e Desmonte de rochas							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Acidente com fragmentos de rocha	Falha no controle da carga explosiva, Posicionamento inadequado dos trabalhadores,	Inspeção visual antes e após detonação, Monitoramento de áreas de risco	Lesões	B Remoto	III Crítica	Baixo	- Treinamento dos envolvidos no manuseio de explosivos. - Uso de equipamentos de detonação seguros e inspeção prévia das áreas antes da detonação. - Implementação de zonas de segurança e redes de contenção.
Vibração e ruídos excessivos	Utilização de explosivos	Monitoramento dos níveis de vibração e ruído	Danos à audição	E Muito provável	II Moderado	Sério	- Manutenções periódicas nas máquinas e equipamentos. - Utilização adequada de EPIs. - Medições regulares de níveis de ruído no ambiente de trabalho e tomar as ações necessárias para mantê-los dentro dos padrões de segurança
Desmoronamentos	Instabilidade do solo e das rochas, Falhas no planejamento de escavação e detonação.	Inspeções regulares Monitoramento de áreas de risco	Desabamentos e soterramento	B Remoto	III Crítica	Baixo	- Realizar estudos geotécnicos e análises de estabilidade do terreno e das rochas antes de executar a explosão. - Treinamento para os trabalhadores sobre os riscos relacionados a explosões e desmoronamentos, - Treinamentos incluindo as técnicas de evacuação de emergência - Uso de EPIs adequados. - Realizar o desmonte de rochas de maneira gradual e em etapas.

10 DA @ 20 28 92 06-22 GC PM



Operação

Tabela 62 Extração do minério

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Extração do minério							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Desabamentos das galerias	Instabilidade das rochas devido ao desmonte inadequado.	Inspeções visuais regulares, Monitoramento geotécnico.	Danos à vida dos trabalhadores, Danos a Infraestrutura.	B Remoto	III Crítica	Baixo	- Manutenção contínua das estruturas de suporte nas galerias. - Monitoramento geotécnico e ajustes nas escavações conforme necessário.
Riscos de explosões de gases (metano)	Presença de gases inflamáveis no ambiente subterrânea	Monitoramento contínuo da ventilação Inspeções regulares	Explosões, Incêndios	C Pouco Provável	IV Catastrófica	Sério	- Instalação de sistemas de ventilação eficazes para dissipar gases. - Monitoramento da concentração de metano.
Vibração e Ruídos excessivos	Uso de equipamentos pesados.	Auditivo, Medição de níveis de ruído e vibração.	Danos auditivos, Aumento do estresse entre os trabalhadores	E Muito provável	II Moderado	Sério	- Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado. - Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.
Exposição a poeira	Realização de atividades sem proteção adequada	Inspeção de equipamentos de proteção, Uso de EPIs	Irritação respiratória, Alergias,	E Muito provável	II Moderado	Sério	- Uso de sistemas de aspersão de água ou controle de poeira. - Implementação de métodos de ventilação adequados. - Fornecimento de EPIs - Treinamento de uso de EPI's.
Falhas no Sistema de Ventilação	Falha no funcionamento do sistema. Falta de manutenção preventiva.	Inspeções regulares	Acúmulo de gases tóxicos e material particulado,	B Remoto	III Crítica	Baixo	- Instalação de sistemas de ventilação adequados, para manter o fluxo de ar constante. - Monitoramento contínuo da concentração de gases, nas áreas de trabalho. - Manutenção regular do sistema de ventilação, com inspeções periódicas e treinamento de pessoal.

12 DA 25 26 32 04-22 GC PM



Tabela 63 Beneficiamento

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Beneficiamento							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Exposição a produtos químicos e substâncias tóxicas	Armazenamento inadequado Não utilizar proteção adequada Manipulação sem conhecimento dos riscos associados aos produtos	Inspeções regulares	Intoxicação Exposição direta ao trabalhador e ao meio ambiente	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	• Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). • Armazenamento seguro de produtos químicos de acordo com as normas de segurança • Capacitar os trabalhadores sobre como manusear produtos químicos de forma segura, incluindo procedimentos de primeiros socorros em caso de exposição.
Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas	Falta de treinamento, Falhas mecânicas, Falhas humanas Falta de manutenção adequada.	Inspeção visual; Manutenção preventiva de equipamentos.	Atropelamento, Colisões; Danos à infraestrutura (equipamentos, veículos, estruturas temporárias).	E Muito provável	II Moderado	Sério	• Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas. • Sinalização adequada das vias e área operacional. • Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva • Treinamento de procedimentos de Emergência • Implantação de checklists diários de operação • Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade. • Utilização de EPIs adequados.
Vibração e Ruídos excessivos	Uso de equipamentos pesados.	Auditivo, Medição de níveis de ruído e vibração.	Danos auditivos, Aumento do estresse entre os trabalhadores	E Muito provável	II Moderado	Sério	• Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado. • Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.
Acidente com transportadores e correias	Sobrecarga nos transportadores, falha nos sistemas de correias ou falha humana	Inspeções visuais	Lesões, danos aos equipamentos de transporte	E Muito provável	II Moderado	Sério	• Inspeção regular dos transportadores, uso de EPIs (luvas, botas, capacetes), • Treinamento sobre segurança no manuseio e operação.

LD DA @ 25 26 32 04-22 GC PM



Tabela 64 Movimentação e Disposição de estéril

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Movimentação e Disposição de estéril							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Instabilidade de pilhas de estéril	Acúmulo inadequado de estéril, Falta de planejamento na execução do empilhamento.	Inspeção visual, Monitoramento periódico.	Desabamentos, Danos ambientais.	B Remota	II Moderado	Desprezível	• Monitoramento constante da estrutura das pilhas, • Implementar sistemas de drenagem.
Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas	Falha no uso de ferramentas, equipamentos, Falta de treinamento no manuseio, Falta de uso de EPIs.	Inspeções visuais	Ferimentos, Danos aos equipamentos	E – Muito Provável	II Moderado	Sério	• Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas. • Sinalização adequada das vias e área operacional. • Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva • Treinamento de procedimentos de Emergência • Implantação de checklists diários de operação • Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade. • Utilização de EPIs adequados.
Exposição a poeira	Realização de atividades sem proteção adequada	Inspeção de equipamentos de proteção, Uso de EPIs	Irritação respiratória, Alergias,	D Provável	II Moderado	Moderado	• Uso de sistemas de aspersão de água ou controle de poeira. • Implementação de métodos de ventilação adequados. • Fornecimento de EPIs respiratórios para os trabalhadores que possam estar expostos a poeira respirável • Treinamento de uso de EPI's.

LD DA @ 25 26 32 04-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Movimentação e Disposição de estéril							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Vazamento de Combustíveis	Vazamentos em tanques de combustível, veículos ou mangueiras	Inspeção visual. Sensor de vazamento	Contaminação do solo e da água, Risco de incêndio.	D Provável	I Baixa	Baixo	Inspeção e manutenção regular dos veículos.

Tabela 65 Utilização de Barragem para disposição de rejeitos de mineração

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Implantação e Utilização de Barragem para disposição de rejeitos de mineração							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Falha no sistema de contenção (Barragem de rejeitos)	Falta de manutenção.	Inspeção visual, Monitoramento periódico.	Colapso da barragem, Danos ambientais.	B Remota	IV Catastrófica	Moderado	- Monitoramento contínuo via revisão periódica de segurança de barragens. - Inspeções visuais regulares das estruturas de contenção. - Plano de manutenção preventiva para todas as estruturas de contenção - Manutenções preventivas periódicas - Elaboração e Implementação do PAEBM (Plano de Atendimento a Emergências de Barragens de Mineração).

12 DA 23 26 32 04-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Implantação e Utilização de Barragem para disposição de rejeitos de mineração							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Rompimento da Barragem	Falta de manutenção. Acúmulo excessivo de rejeitos Falha no sistema de drenagem.	Inspeções visuais e técnicas regulares Monitoramento contínuo	Danos ambientais Danos físicos e psicológicos	B Remota	IV Catastrófica	Moderado	- Adotar as seguintes medidas previstas no Plano de Gestão de Barragens da Vale: - Elaborar projetos básico e executivo com base na norma ABNT NBR 13028 e demais normas vigentes. - Manter ao longo de toda a obra da barragem fiscais de campo, tanto um funcionário da Vale para acompanhamento do andamento da obra, quanto um funcionário da empresa projetista, para orientar a empreiteira durante a execução da obra. - Promover auditorias e revisões técnicas periódicas de segurança abordando os critérios geotécnicos e ambientais. - Realizar a vegetação dos taludes visando evitar ravinamentos e erosão. - Implantar sistema de drenagem superficial objetivando disciplinar a condução de águas pluviais. - Estudo do encadeamento acidental a partir das causas básicas para geração do evento acidental por meio de análise por árvore de falhas (AAF).
Deslizamento ou instabilidade geotécnica	Acúmulo excessivo de rejeitos Falha no sistema de drenagem.	Inspeção visual Monitoramento	Desmoronamento parcial ou total da barragem	B Remota	IV Catastrófica	Moderado	- Implementação de estudos geotécnicos detalhados e atualizados periodicamente, incluindo análises de estabilidade, testes de permeabilidade e modelagem de cenários críticos para avaliar as condições do terreno. - Implementação de sistema de drenagem adequada e controle de águas superficiais - Estabelecimento de coberturas vegetais nas áreas de taludes e encostas para minimizar a erosão e aumentar a resistência do solo. - Plano de Gestão de Riscos Geotécnicos: Desenvolver e aplicar um plano abrangente que inclua a capacitação contínua das equipes, inspeções regulares dos taludes e zonas de deposição, além de protocolos de evacuação para cenários de emergência. - Estudo do encadeamento acidental a partir das causas básicas para geração do evento acidental por meio de análise por árvore de falhas (AAF).

12 DA 23 28 32 37 42 47 52 57 62 67 72 77 82 87 92 97 102 107 112 117 122 127 132 137 142 147 152 157 162 167 172 177 182 187 192 197 202 207 212 217 222 227 232 237 242 247 252 257 262 267 272 277 282 287 292 297 302 307 312 317 322 327 332 337 342 347 352 357 362 367 372 377 382 387 392 397 402 407 412 417 422 427 432 437 442 447 452 457 462 467 472 477 482 487 492 497 502 507 512 517 522 527 532 537 542 547 552 557 562 567 572 577 582 587 592 597 602 607 612 617 622 627 632 637 642 647 652 657 662 667 672 677 682 687 692 697 702 707 712 717 722 727 732 737 742 747 752 757 762 767 772 777 782 787 792 797 802 807 812 817 822 827 832 837 842 847 852 857 862 867 872 877 882 887 892 897 902 907 912 917 922 927 932 937 942 947 952 957 962 967 972 977 982 987 992 997 1002 1007 1012 1017 1022 1027 1032 1037 1042 1047 1052 1057 1062 1067 1072 1077 1082 1087 1092 1097 1102 1107 1112 1117 1122 1127 1132 1137 1142 1147 1152 1157 1162 1167 1172 1177 1182 1187 1192 1197 1202 1207 1212 1217 1222 1227 1232 1237 1242 1247 1252 1257 1262 1267 1272 1277 1282 1287 1292 1297 1302 1307 1312 1317 1322 1327 1332 1337 1342 1347 1352 1357 1362 1367 1372 1377 1382 1387 1392 1397 1402 1407 1412 1417 1422 1427 1432 1437 1442 1447 1452 1457 1462 1467 1472 1477 1482 1487 1492 1497 1502 1507 1512 1517 1522 1527 1532 1537 1542 1547 1552 1557 1562 1567 1572 1577 1582 1587 1592 1597 1602 1607 1612 1617 1622 1627 1632 1637 1642 1647 1652 1657 1662 1667 1672 1677 1682 1687 1692 1697 1702 1707 1712 1717 1722 1727 1732 1737 1742 1747 1752 1757 1762 1767 1772 1777 1782 1787 1792 1797 1802 1807 1812 1817 1822 1827 1832 1837 1842 1847 1852 1857 1862 1867 1872 1877 1882 1887 1892 1897 1902 1907 1912 1917 1922 1927 1932 1937 1942 1947 1952 1957 1962 1967 1972 1977 1982 1987 1992 1997 2002 2007 2012 2017 2022 2027 2032 2037 2042 2047 2052 2057 2062 2067 2072 2077 2082 2087 2092 2097 2102 2107 2112 2117 2122 2127 2132 2137 2142 2147 2152 2157 2162 2167 2172 2177 2182 2187 2192 2197 2202 2207 2212 2217 2222 2227 2232 2237 2242 2247 2252 2257 2262 2267 2272 2277 2282 2287 2292 2297 2302 2307 2312 2317 2322 2327 2332 2337 2342 2347 2352 2357 2362 2367 2372 2377 2382 2387 2392 2397 2402 2407 2412 2417 2422 2427 2432 2437 2442 2447 2452 2457 2462 2467 2472 2477 2482 2487 2492 2497 2502 2507 2512 2517 2522 2527 2532 2537 2542 2547 2552 2557 2562 2567 2572 2577 2582 2587 2592 2597 2602 2607 2612 2617 2622 2627 2632 2637 2642 2647 2652 2657 2662 2667 2672 2677 2682 2687 2692 2697 2702 2707 2712 2717 2722 2727 2732 2737 2742 2747 2752 2757 2762 2767 2772 2777 2782 2787 2792 2797 2802 2807 2812 2817 2822 2827 2832 2837 2842 2847 2852 2857 2862 2867 2872 2877 2882 2887 2892 2897 2902 2907 2912 2917 2922 2927 2932 2937 2942 2947 2952 2957 2962 2967 2972 2977 2982 2987 2992 2997 3002 3007 3012 3017 3022 3027 3032 3037 3042 3047 3052 3057 3062 3067 3072 3077 3082 3087 3092 3097 3102 3107 3112 3117 3122 3127 3132 3137 3142 3147 3152 3157 3162 3167 3172 3177 3182 3187 3192 3197 3202 3207 3212 3217 3222 3227 3232 3237 3242 3247 3252 3257 3262 3267 3272 3277 3282 3287 3292 3297 3302 3307 3312 3317 3322 3327 3332 3337 3342 3347 3352 3357 3362 3367 3372 3377 3382 3387 3392 3397 3402 3407 3412 3417 3422 3427 3432 3437 3442 3447 3452 3457 3462 3467 3472 3477 3482 3487 3492 3497 3502 3507 3512 3517 3522 3527 3532 3537 3542 3547 3552 3557 3562 3567 3572 3577 3582 3587 3592 3597 3602 3607 3612 3617 3622 3627 3632 3637 3642 3647 3652 3657 3662 3667 3672 3677 3682 3687 3692 3697 3702 3707 3712 3717 3722 3727 3732 3737 3742 3747 3752 3757 3762 3767 3772 3777 3782 3787 3792 3797 3802 3807 3812 3817 3822 3827 3832 3837 3842 3847 3852 3857 3862 3867 3872 3877 3882 3887 3892 3897 3902 3907 3912 3917 3922 3927 3932 3937 3942 3947 3952 3957 3962 3967 3972 3977 3982 3987 3992 3997 4002 4007 4012 4017 4022 4027 4032 4037 4042 4047 4052 4057 4062 4067 4072 4077 4082 4087 4092 4097 4102 4107 4112 4117 4122 4127 4132 4137 4142 4147 4152 4157 4162 4167 4172 4177 4182 4187 4192 4197 4202 4207 4212 4217 4222 4227 4232 4237 4242 4247 4252 4257 4262 4267 4272 4277 4282 4287 4292 4297 4302 4307 4312 4317 4322 4327 4332 4337 4342 4347 4352 4357 4362 4367 4372 4377 4382 4387 4392 4397 4402 4407 4412 4417 4422 4427 4432 4437 4442 4447 4452 4457 4462 4467 4472 4477 4482 4487 4492 4497 4502 4507 4512 4517 4522 4527 4532 4537 4542 4547 4552 4557 4562 4567 4572 4577 4582 4587 4592 4597 4602 4607 4612 4617 4622 4627 4632 4637 4642 4647 4652 4657 4662 4667 4672 4677 4682 4687 4692 4697 4702 4707 4712 4717 4722 4727 4732 4737 4742 4747 4752 4757 4762 4767 4772 4777 4782 4787 4792 4797 4802 4807 4812 4817 4822 4827 4832 4837 4842 4847 4852 4857 4862 4867 4872 4877 4882 4887 4892 4897 4902 4907 4912 4917 4922 4927 4932 4937 4942 4947 4952 4957 4962 4967 4972 4977 4982 4987 4992 4997 5002 5007 5012 5017 5022 5027 5032 5037 5042 5047 5052 5057 5062 5067 5072 5077 5082 5087 5092 5097 5102 5107 5112 5117 5122 5127 5132 5137 5142 5147 5152 5157 5162 5167 5172 5177 5182 5187 5192 5197 5202 5207 5212 5217 5222 5227 5232 5237 5242 5247 5252 5257 5262 5267 5272 5277 5282 5287 5292 5297 5302 5307 5312 5317 5322 5327 5332 5337 5342 5347 5352 5357 5362 5367 5372 5377 5382 5387 5392 5397 5402 5407 5412 5417 5422 5427 5432 5437 5442 5447 5452 5457 5462 5467 5472 5477 5482 5487 5492 5497 5502 5507 5512 5517 5522 5527 5532 5537 5542 5547 5552 5557 5562 5567 5572 5577 5582 5587 5592 5597 5602 5607 5612 5617 5622 5627 5632 5637 5642 5647 5652 5657 5662 5667 5672 5677 5682 5687 5692 5697 5702 5707 5712 5717 5722 5727 5732 5737 5742 5747 5752 5757 5762 5767 5772 5777 5782 5787 5792 5797 5802 5807 5812 5817 5822 5827 5832 5837 5842 5847 5852 5857 5862 5867 5872 5877 5882 5887 5892 5897 5902 5907 5912 5917 5922 5927 5932 5937 5942 5947 5952 5957 5962 5967 5972 5977 5982 5987 5992 5997 6002 6007 6012 6017 6022 6027 6032 6037 6042 6047 6052 6057 6062 6067 6072 6077 6082 6087 6092 6097 6102 6107 6112 6117 6122 6127 6132 6137 6142 6147 6152 6157 6162 6167 6172 6177 6182 6187 6192 6197 6202 6207 6212 6217 6222 6227 6232 6237 6242 6247 6252 6257 6262 6267 6272 6277 6282 6287 6292 6297 6302 6307 6312 6317 6322 6327 6332 6337 6342 6347 6352 6357 6362 6367 6372 6377 6382 6387 6392 6397 6402 6407 6412 6417 6422 6427 6432 6437 6442 6447 6452 6457 6462 6467 6472 6477 6482 6487 6492 6497 6502 6507 6512 6517 6522 6527 6532 6537 6542 6547 6552 6557 6562 6567 6572 6577 6582 6587 6592 6597 6602 6607 6612 6617 6622 6627 6632 6637 6642 6647 6652 6657 6662 6667 6672 6677 6682 6687 6692 6697 6702 6707 6712 6717 6722 6727 6732 6737 6742 6747 6752 6757 6762 6767 6772 6777 6782 6787 6792 6797 6802 6807 6812 6817 6822 6827 6832 6837 6842 6847 6852 6857 6862 6867 6872 6877 6882 6887 6892 6897 6902 6907 6912 6917 6922 6927 6932 6937 6942 6947 6952 6957 6962 6967 6972 6977 6982 6987 6992 6997 7002 7007 7012 7017 7022 7027 7032 7037 7042 7047 7052 7057 7062 7067 7072 7077 7082 7087 7092 7097 7102 7107 7112 7117 7122 7127 7132 7137 7142 7147 7152 7157 7162 7167 7172 7177 7182 7187 7192 7197 7202 7207 7212 7217 7222 7227 7232 7237 7242 7247 7252 7257 7262 7267 7272 7277 7282 7287 7292 7297 7302 7307 7312 7317 7322 7327 7332 7337 7342 7347 7352 7357 7362 7367 7372 7377 7382 7387 7392 7397 7402 7407 7412 7417 7422 7427 7432 7437 7442 7447 7452 7457 7462 7467 7472 7477 7482 7487 7492 7497 7502 7507 7512 7517 7522 7527 7532 7537 7542 7547 7552 7557 7562 7567 7572 7577 7582 7587 7592 7597 7602 7607 7612 7617 7622 7627 7632 7637 7642 7647 7652 7657 7662 7667 7672 7677 7682 7687 7692 7697 7702 7707 7712 7717 7722 7727 7732 7737 7742 7747 7752 7757 7762 7767 7772 7777 7782 7787 7792 7797 7802 7807 7812 7817 7822 7827 7832 7837 7842 7847 7852 7857 7862 7867 7872 7877 7882 7887 7892 7897 7902 7907 7912 7917 7922 7927 7932 7937 7942 7947 7952 7957 7962 7967 7972 7977 7982 7987 7992 7997 8002 8007 8012 8017 8022 8027 8032 8037 8042 8047 8052 8057 8062 8067 8072 8077 8082 8087 8092 8097 8102 8107 8112 8117 8122 8127 8132 8137 8142 8147 8152 8157 8162 8167 8172 8177 8182 8187 8192 8197 8202 8207 8212 8217 8222 8227 8232 8237 8242 8247 8252 8257 8262 8267 8272 8277 8282 8287 8292 8297 8302 8307 8312 8317 8322 8327 8332 8337 8342 8347 8352 8357 8362 8367 8372 8377 8382 8387 8392 8397 8402 8407 8412 8417 8422 8427 8432 8437 8442 8447 8452 8457 8462 8467 8472 8477 8482 8487 8492 8497 8502 8507 8512 8517 8522 8527 8532 8537 8542 8547 8552 8557 8562 8567 8572 8577 8582 8587 8592 8597 8602 8607 8612 8617 8622 8627 8632 8637 8642 8647 8652 8657 8662 8667 8672 8677 8682 8687 8692 8697 8702 8707 8712 8717 8722 8727 8732 8737 8742 8747 8752 8757 8762 8767 8772 8777 8782 8787 8792 8797 8802 8807 8812 8817 8822 8827 8832 8837 8842 8847 8852 8857 8862 8867 8872 8877 8882 8887 8892 8897 8902 8907 8912 8917 8922 8927 8932 8937 8942 8947 8952 8957 8962 8967 8972 8977 8982 8987 8992 8997 9002 9007 9012 9017 9022 9027 9032 9037 9042 9047 9052 9057 9062 9067 9072 9077 9082 9087 9092 9097 9102 9107 9112 9117 9122 9127 9132 9137 9142 9147 9152 9157 9162 9167 9172 9177 9182 9187 9192 9197 9202 9207 9212 9217 9222 9227 9232 9237 9242 9247 9252 9257 9262 9267 9272 9277 9282 9287 9292 9297 9302 9307 9312 9317 9322 9327 9332 9337 9342 9347 9352 9357 9362 9367 9372 9377 9382 9387 9392 9397 9402 9407 9412 9417 9422 9427 9432 9437 9442 9447 9452 9457 9462 9467 9472 9477 9482 9487 9492 9497 9502 9507 9512 9517 9522 9527 9532 9537 9542 9547 9552 9557 9562 9567 9572 9577 9582 9587 9592 9597 9602 9607 9612 9617 9622 9627 9632 9637 9642 9647 9652 9657 9662 9667 9672 9677 9682 9687 9692 9697 9702 9707 9712 9717 9722 9727 9732 9737 9742 9747 9752 9757 9762 9767 9772 9777 9782 9787 9792 9797 9802 9807 9812 9817 9822 9827 9832 9837 9842 9847 9852 9857 9862 9867 9872 9877 9882 9887 9892 9897 9902 9907 9912 9917 9922 9927 9932 9937 9942 9947 9952 9957 9962 9967 9972 9977 9982 9987 9992 9997 10002 10007 10012 10017 10022 10027 10032 10037 10042 10047 10052 10057 10062 10067 10072 10077 10082 10087 10092 10097 10102 10107 10112 10117 10122 10127 10132 10137 10142 10147 10152 10157 10162 10167 10172 10177 10182 10187 10192 10197 10202 10207 10212 10217 10222 10227 10232 10237 10242 10247 10252 10257 10262 10267 10272 10277 10282 10287 10292 10297 10302 10307 10312 10317 10322 10327 10332 10337 10342 10347 10352 10357 10362 10367 10372 10377 10382 10387 10392 10397 10402 10407 10412 10417 10422 10427 10432 10437 10442 10447 10452 10457 10462 10467 10472 10477 10482 10487 10492 10497 10502 10507 10512 10517 10522 10527 10532 10537 10542 10547 10552 10557 10562 10567 10572 10577 10582 10587 10592 10597 10602 10607 10612 10617 10622 10627 10632 10637 10642 10647 10652 10657 10662 10667 10672 10677 10682 10687 10692 10697 10702 10707 10712 10717 10722 10727 10732 10737 10742 10747 10752 10757 10762 10767 10772 10777 10782 10787 10792 10797 10802 10807 10812 10817 10822 10827 10832 10837 10842 10847 10852 10857 10862 10867 10872 10877 10882 10887 10892 10897 10902 10907 10912 10917 10922 10927 10932 10937 10942 10947 10952 10957 10962 10967 10972 10977 10982 10987 10992 10997 11002 11007 11012 11017 11022



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Implantação e Utilização de Barragem para disposição de rejeitos de mineração							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Contaminação ambiental	Falha no controle de drenagem e disposição inadequada de rejeitos	Inspeção visual Monitoramento	Poluição de solo, água e ar; impacto ambiental	B Remota	IV Catastrófica	Moderado	- Sistema de drenagem adequado, - Monitorar as áreas de drenagem e pontos de saída de água para detectar qualquer sinal de contaminação. - Estudo do encadeamento acidental a partir das causas básicas para geração do evento acidental por meio de análise por árvore de falhas (AAF).

Tabela 66 Implantação da Barragem

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Implantação da Barragem							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Ruptura da barragem	Construção inadequada, Falha nos sistemas de monitoramento e drenagem	Inspeção visual Monitoramento	Destruição ambiental, Perda de vidas, danos materiais	B Remota	IV Catastrófica	Moderado	- Inspeções regulares, - Controle da estabilidade, - Sistema de alerta.

12 DA 23 28 32 04-20 10 11



Tabela 67 Oficina de manutenção de veículos e equipamentos

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Oficina de manutenção de veículos e equipamentos							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Explosões ou incêndios	Armazenamento inadequado de combustíveis. Falta de manutenção preventiva. Uso inadequado de equipamentos	Inspeções de segurança	Queimaduras Danos à infraestrutura	C Pouco Provável	IV Catastrófica	Sério	- Armazenamento seguro de materiais inflamáveis; - Sistemas de extinção de incêndio - Treinamento em prevenção de incêndios - Circulação de pessoas autorizadas
Exposição a produtos químicos e substâncias tóxicas	Armazenamento inadequado Não utilizar proteção adequada Manipulação sem conhecimento dos riscos associados aos produtos	Inspeções regulares	Intoxicação Exposição direta ao trabalhador e ao meio ambiente	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	- Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). - Armazenamento seguro de produtos químicos de acordo com as normas de segurança - Capacitar os trabalhadores sobre como manusear produtos químicos de forma segura, incluindo procedimentos de primeiros socorros em caso de exposição.
Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas	Falha no uso de ferramentas, equipamentos, Falta de treinamento no manuseio, Falta de uso de EPIs.	Inspeções visuais	Ferimentos, Danos aos equipamentos	E – Muito Provável	II Moderado	Sério	- Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas. - Sinalização adequada das vias e área operacional. - Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva - Treinamento de procedimentos de Emergência - Implantação de checklists diários de operação - Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade. - Utilização de EPIs adequados.
Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos	Falta de sinalização, Baixa visibilidade, Velocidade excessiva.	Inspeção visual Monitoramentos	Lesões graves ou fatais em trabalhadores ou animais, Danos a veículos e equipamentos	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	- Sinalização adequada. - Estabelecer limites de velocidade - Utilizar sinais de alerta sonoros e luzes para avisar sobre a aproximação de veículos ou equipamentos. - Proporcionar treinamentos regulares para motoristas e

LD DA @ 25 26 32 04-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Oficina de manutenção de veículos e equipamentos							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
							- operadores de veículos. - Treinar os trabalhadores sobre os riscos de atropelamento, a necessidade de sempre usar os caminhos de pedestres e de estarem atentos ao tráfego de veículos.

Tabela 68 Manutenção Industrial e Elétrica

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Manutenção Industrial e Elétrica							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Contato com áreas e equipamentos energizados	Falha no isolamento de cabos elétricos, Mau uso de equipamentos, Sobrecarga de sistemas elétricos.	Inspeção visual, Medição de resistência,	Choque elétrico, Incêndios, Danos aos equipamentos e trabalhadores	D Provável	II Moderado	Moderado	- Instalação de sistemas de aterramento adequados e dispositivos de proteção contra sobrecarga. - Inspeções regulares nas instalações elétricas para evitar curtos-circuitos ou falhas. - Isolamento das áreas energizadas para pessoas não autorizadas.
Vazamento/Derramamento de Efluente Industrial	Falta de inspeção do local. Falta de treinamento dos envolvidos.	Monitoramento regular	Contaminação do solo, águas subterrâneas e superficiais	B Remoto	III Crítica	Baixo	- Implementar sistemas adequados de tratamento de efluentes. - Realizar o monitoramento regular e controle dos sistemas de tratamento.

LD DA @ 25 26 32 04-22 GC PM



Tabela 69 Estação de Tratamento de Esgoto

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Estação de Tratamento de Esgoto							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Disposição inadequada de efluentes	Falha nos sistemas de tratamento e armazenamento de efluentes	Monitoramento regular	Contaminação do solo, águas subterrâneas e superficiais	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	- Implementar sistemas adequados de tratamento de efluentes. - Realizar o monitoramento regular e controle dos sistemas de tratamento.

Tabela 70 Sistema de drenagem

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Sistema de drenagem							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Falhas nas bombas e sistemas de drenagem	Desgaste das bombas, Obstrução dos tubos de drenagem, Falha no sistema elétrico ou mecânico das bombas, Falta de manutenção preventiva,	Inspeções regulares	Acúmulo de água e sedimentos, Alagamentos, Danos à infraestrutura, Falha no controle de efluentes	B Remoto	III Crítica	Baixo	- Realizar manutenções preventivas nas bombas, válvulas, e outros componentes. - Inspeções periódicas para verificar obstruções ou falhas mecânicas - Treinamento e equipamentos adequados para as equipes responsáveis para realizar os reparos.
Contaminação ambiental	Vazamentos Falta de sistemas adequados	Inspeções regulares	Contaminação da água, solo e ar	B Remoto	III Crítica	Baixo	Monitorar as áreas de drenagem e pontos de saída de água para detectar qualquer sinal de contaminação.

12 DA 23 28 32 04-22 GC PM



Tabela 71 Central de Materiais Descartáveis

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Central de Materiais Descartáveis							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Exposição a materiais contaminados ou infectantes	Manuseio inadequado de materiais, Falta de EPIs, Falhas na separação dos resíduos	Inspeções visuais rotineiras.	Contaminação, Riscos à saúde dos trabalhadores	B Remoto	III Crítica	Baixo	- Armazenamento adequado de materiais contaminados: - Rotular e sinalizar os materiais contaminados ou potencialmente infectantes, seguindo as normas. - Utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). - Implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)
Incêndio ou Explosão	Armazenamento inadequado	Inspeções visuais	Danos materiais, Risco de queimaduras	B Remoto	III Crítica	Baixo	- Armazenar os materiais em áreas específicas e ventiladas de acordo com as normas de segurança contra incêndio. - Instalar extintores, sprinklers e sistemas automáticos de detecção de incêndios.
Contaminação Ambiental	Descarte inadequado de materiais contaminados,	Inspeções no sistema de descarte,	Contaminação do solo, da água e do ar,	B Remoto	III Crítica	Baixo	- Implementar PGRS que oriente a adoção de sistema de separação de resíduos, com recipientes específicos para cada tipo de material. - Seguir as normas e regulamentos ambientais para o descarte de materiais contaminantes e utilizar serviços especializados para o tratamento e disposição final

LD DA @ 25 26 32 Of- RD GC PM



Tabela 72 Ambulatório/Atendimento médico

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Ambulatório/Atendimento médico							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Exposição a substâncias perigosas	Manipulação incorreta, Falhas no armazenamento e descarte	Inspeção visual Verificação do uso adequado de EPIs	Intoxicações Contaminações	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	• Usar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados. • Estabelecer protocolos de higienização e desinfecção das instalações e equipamentos médicos, garantindo que todos os materiais sejam esterilizados adequadamente.
Geração de resíduos perigosos	Descarte inadequado de materiais contaminados Falta de separação correta dos resíduos	Inspeção visual	Contaminação do ambiente, Risco de infecção	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	• Estabelecer um sistema de separação dos resíduos no local de geração, identificando os resíduos perigosos e não perigosos. • Utilizar recipientes apropriados e sinalizados para o descarte de resíduos perigosos. • Treinamentos sobre a gestão de resíduos e os procedimentos corretos para descarte. • Uso adequado de EPIs • Implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)

10 DA 20 20 22 01-22 GC PM



Tabela 73 Transporte e movimentação de materiais e maquinários pesados

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Transporte e movimentação de materiais e maquinários pesados							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos	Falta de sinalização, Baixa visibilidade, Velocidade excessiva.	Inspeção visual	Lesões graves ou fatais em trabalhadores e/ou animais, Danos a veículos e equipamentos.	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	- Sinalização adequada. - Utilizar sinais de alerta sonoros e luzes piscantes para avisar sobre a aproximação de veículos ou equipamentos. - Proporcionar treinamentos regulares para motoristas e operadores de veículos sobre procedimentos de segurança e direcionamento de tráfego. - Treinar os trabalhadores sobre os riscos de atropelamento, a necessidade de sempre usar os caminhos de pedestres e de estarem atentos ao tráfego de veículos. - Estabelecer limites de velocidade.
Vazamento de Combustíveis	Vazamentos em tanques de combustível, veículos ou mangueiras	Inspeção visual. Sensor de vazamento	Contaminação do solo e da água, Risco de incêndio.	D Provável	I Baixa	Baixo	Inspeção e manutenção regular dos veículos.
Vibração e Ruídos excessivos	Uso de equipamentos pesados.	Auditivo, Medição de níveis de ruído e vibração.	Danos auditivos, Aumento do estresse entre os trabalhadores	E Muito provável	II Moderado	Sério	- Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado. - Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.

12 DA 23 28 32 37 42 47 52 57 62 67 72 77 82 87 92 97 102 107 112 117 122 127 132 137 142 147 152 157 162 167 172 177 182 187 192 197 202 207 212 217 222 227 232 237 242 247 252 257 262 267 272 277 282 287 292 297 302 307 312 317 322 327 332 337 342 347 352 357 362 367 372 377 382 387 392 397 402 407 412 417 422 427 432 437 442 447 452 457 462 467 472 477 482 487 492 497 502 507 512 517 522 527 532 537 542 547 552 557 562 567 572 577 582 587 592 597 602 607 612 617 622 627 632 637 642 647 652 657 662 667 672 677 682 687 692 697 702 707 712 717 722 727 732 737 742 747 752 757 762 767 772 777 782 787 792 797 802 807 812 817 822 827 832 837 842 847 852 857 862 867 872 877 882 887 892 897 902 907 912 917 922 927 932 937 942 947 952 957 962 967 972 977 982 987 992 997 1002 1007 1012 1017 1022 1027 1032 1037 1042 1047 1052 1057 1062 1067 1072 1077 1082 1087 1092 1097 1102 1107 1112 1117 1122 1127 1132 1137 1142 1147 1152 1157 1162 1167 1172 1177 1182 1187 1192 1197 1202 1207 1212 1217 1222 1227 1232 1237 1242 1247 1252 1257 1262 1267 1272 1277 1282 1287 1292 1297 1302 1307 1312 1317 1322 1327 1332 1337 1342 1347 1352 1357 1362 1367 1372 1377 1382 1387 1392 1397 1402 1407 1412 1417 1422 1427 1432 1437 1442 1447 1452 1457 1462 1467 1472 1477 1482 1487 1492 1497 1502 1507 1512 1517 1522 1527 1532 1537 1542 1547 1552 1557 1562 1567 1572 1577 1582 1587 1592 1597 1602 1607 1612 1617 1622 1627 1632 1637 1642 1647 1652 1657 1662 1667 1672 1677 1682 1687 1692 1697 1702 1707 1712 1717 1722 1727 1732 1737 1742 1747 1752 1757 1762 1767 1772 1777 1782 1787 1792 1797 1802 1807 1812 1817 1822 1827 1832 1837 1842 1847 1852 1857 1862 1867 1872 1877 1882 1887 1892 1897 1902 1907 1912 1917 1922 1927 1932 1937 1942 1947 1952 1957 1962 1967 1972 1977 1982 1987 1992 1997 2002 2007 2012 2017 2022 2027 2032 2037 2042 2047 2052 2057 2062 2067 2072 2077 2082 2087 2092 2097 2102 2107 2112 2117 2122 2127 2132 2137 2142 2147 2152 2157 2162 2167 2172 2177 2182 2187 2192 2197 2202 2207 2212 2217 2222 2227 2232 2237 2242 2247 2252 2257 2262 2267 2272 2277 2282 2287 2292 2297 2302 2307 2312 2317 2322 2327 2332 2337 2342 2347 2352 2357 2362 2367 2372 2377 2382 2387 2392 2397 2402 2407 2412 2417 2422 2427 2432 2437 2442 2447 2452 2457 2462 2467 2472 2477 2482 2487 2492 2497 2502 2507 2512 2517 2522 2527 2532 2537 2542 2547 2552 2557 2562 2567 2572 2577 2582 2587 2592 2597 2602 2607 2612 2617 2622 2627 2632 2637 2642 2647 2652 2657 2662 2667 2672 2677 2682 2687 2692 2697 2702 2707 2712 2717 2722 2727 2732 2737 2742 2747 2752 2757 2762 2767 2772 2777 2782 2787 2792 2797 2802 2807 2812 2817 2822 2827 2832 2837 2842 2847 2852 2857 2862 2867 2872 2877 2882 2887 2892 2897 2902 2907 2912 2917 2922 2927 2932 2937 2942 2947 2952 2957 2962 2967 2972 2977 2982 2987 2992 2997 3002 3007 3012 3017 3022 3027 3032 3037 3042 3047 3052 3057 3062 3067 3072 3077 3082 3087 3092 3097 3102 3107 3112 3117 3122 3127 3132 3137 3142 3147 3152 3157 3162 3167 3172 3177 3182 3187 3192 3197 3202 3207 3212 3217 3222 3227 3232 3237 3242 3247 3252 3257 3262 3267 3272 3277 3282 3287 3292 3297 3302 3307 3312 3317 3322 3327 3332 3337 3342 3347 3352 3357 3362 3367 3372 3377 3382 3387 3392 3397 3402 3407 3412 3417 3422 3427 3432 3437 3442 3447 3452 3457 3462 3467 3472 3477 3482 3487 3492 3497 3502 3507 3512 3517 3522 3527 3532 3537 3542 3547 3552 3557 3562 3567 3572 3577 3582 3587 3592 3597 3602 3607 3612 3617 3622 3627 3632 3637 3642 3647 3652 3657 3662 3667 3672 3677 3682 3687 3692 3697 3702 3707 3712 3717 3722 3727 3732 3737 3742 3747 3752 3757 3762 3767 3772 3777 3782 3787 3792 3797 3802 3807 3812 3817 3822 3827 3832 3837 3842 3847 3852 3857 3862 3867 3872 3877 3882 3887 3892 3897 3902 3907 3912 3917 3922 3927 3932 3937 3942 3947 3952 3957 3962 3967 3972 3977 3982 3987 3992 3997 4002 4007 4012 4017 4022 4027 4032 4037 4042 4047 4052 4057 4062 4067 4072 4077 4082 4087 4092 4097 4102 4107 4112 4117 4122 4127 4132 4137 4142 4147 4152 4157 4162 4167 4172 4177 4182 4187 4192 4197 4202 4207 4212 4217 4222 4227 4232 4237 4242 4247 4252 4257 4262 4267 4272 4277 4282 4287 4292 4297 4302 4307 4312 4317 4322 4327 4332 4337 4342 4347 4352 4357 4362 4367 4372 4377 4382 4387 4392 4397 4402 4407 4412 4417 4422 4427 4432 4437 4442 4447 4452 4457 4462 4467 4472 4477 4482 4487 4492 4497 4502 4507 4512 4517 4522 4527 4532 4537 4542 4547 4552 4557 4562 4567 4572 4577 4582 4587 4592 4597 4602 4607 4612 4617 4622 4627 4632 4637 4642 4647 4652 4657 4662 4667 4672 4677 4682 4687 4692 4697 4702 4707 4712 4717 4722 4727 4732 4737 4742 4747 4752 4757 4762 4767 4772 4777 4782 4787 4792 4797 4802 4807 4812 4817 4822 4827 4832 4837 4842 4847 4852 4857 4862 4867 4872 4877 4882 4887 4892 4897 4902 4907 4912 4917 4922 4927 4932 4937 4942 4947 4952 4957 4962 4967 4972 4977 4982 4987 4992 4997 5002 5007 5012 5017 5022 5027 5032 5037 5042 5047 5052 5057 5062 5067 5072 5077 5082 5087 5092 5097 5102 5107 5112 5117 5122 5127 5132 5137 5142 5147 5152 5157 5162 5167 5172 5177 5182 5187 5192 5197 5202 5207 5212 5217 5222 5227 5232 5237 5242 5247 5252 5257 5262 5267 5272 5277 5282 5287 5292 5297 5302 5307 5312 5317 5322 5327 5332 5337 5342 5347 5352 5357 5362 5367 5372 5377 5382 5387 5392 5397 5402 5407 5412 5417 5422 5427 5432 5437 5442 5447 5452 5457 5462 5467 5472 5477 5482 5487 5492 5497 5502 5507 5512 5517 5522 5527 5532 5537 5542 5547 5552 5557 5562 5567 5572 5577 5582 5587 5592 5597 5602 5607 5612 5617 5622 5627 5632 5637 5642 5647 5652 5657 5662 5667 5672 5677 5682 5687 5692 5697 5702 5707 5712 5717 5722 5727 5732 5737 5742 5747 5752 5757 5762 5767 5772 5777 5782 5787 5792 5797 5802 5807 5812 5817 5822 5827 5832 5837 5842 5847 5852 5857 5862 5867 5872 5877 5882 5887 5892 5897 5902 5907 5912 5917 5922 5927 5932 5937 5942 5947 5952 5957 5962 5967 5972 5977 5982 5987 5992 5997 6002 6007 6012 6017 6022 6027 6032 6037 6042 6047 6052 6057 6062 6067 6072 6077 6082 6087 6092 6097 6102 6107 6112 6117 6122 6127 6132 6137 6142 6147 6152 6157 6162 6167 6172 6177 6182 6187 6192 6197 6202 6207 6212 6217 6222 6227 6232 6237 6242 6247 6252 6257 6262 6267 6272 6277 6282 6287 6292 6297 6302 6307 6312 6317 6322 6327 6332 6337 6342 6347 6352 6357 6362 6367 6372 6377 6382 6387 6392 6397 6402 6407 6412 6417 6422 6427 6432 6437 6442 6447 6452 6457 6462 6467 6472 6477 6482 6487 6492 6497 6502 6507 6512 6517 6522 6527 6532 6537 6542 6547 6552 6557 6562 6567 6572 6577 6582 6587 6592 6597 6602 6607 6612 6617 6622 6627 6632 6637 6642 6647 6652 6657 6662 6667 6672 6677 6682 6687 6692 6697 6702 6707 6712 6717 6722 6727 6732 6737 6742 6747 6752 6757 6762 6767 6772 6777 6782 6787 6792 6797 6802 6807 6812 6817 6822 6827 6832 6837 6842 6847 6852 6857 6862 6867 6872 6877 6882 6887 6892 6897 6902 6907 6912 6917 6922 6927 6932 6937 6942 6947 6952 6957 6962 6967 6972 6977 6982 6987 6992 6997 7002 7007 7012 7017 7022 7027 7032 7037 7042 7047 7052 7057 7062 7067 7072 7077 7082 7087 7092 7097 7102 7107 7112 7117 7122 7127 7132 7137 7142 7147 7152 7157 7162 7167 7172 7177 7182 7187 7192 7197 7202 7207 7212 7217 7222 7227 7232 7237 7242 7247 7252 7257 7262 7267 7272 7277 7282 7287 7292 7297 7302 7307 7312 7317 7322 7327 7332 7337 7342 7347 7352 7357 7362 7367 7372 7377 7382 7387 7392 7397 7402 7407 7412 7417 7422 7427 7432 7437 7442 7447 7452 7457 7462 7467 7472 7477 7482 7487 7492 7497 7502 7507 7512 7517 7522 7527 7532 7537 7542 7547 7552 7557 7562 7567 7572 7577 7582 7587 7592 7597 7602 7607 7612 7617 7622 7627 7632 7637 7642 7647 7652 7657 7662 7667 7672 7677 7682 7687 7692 7697 7702 7707 7712 7717 7722 7727 7732 7737 7742 7747 7752 7757 7762 7767 7772 7777 7782 7787 7792 7797 7802 7807 7812 7817 7822 7827 7832 7837 7842 7847 7852 7857 7862 7867 7872 7877 7882 7887 7892 7897 7902 7907 7912 7917 7922 7927 7932 7937 7942 7947 7952 7957 7962 7967 7972 7977 7982 7987 7992 7997 8002 8007 8012 8017 8022 8027 8032 8037 8042 8047 8052 8057 8062 8067 8072 8077 8082 8087 8092 8097 8102 8107 8112 8117 8122 8127 8132 8137 8142 8147 8152 8157 8162 8167 8172 8177 8182 8187 8192 8197 8202 8207 8212 8217 8222 8227 8232 8237 8242 8247 8252 8257 8262 8267 8272 8277 8282 8287 8292 8297 8302 8307 8312 8317 8322 8327 8332 8337 8342 8347 8352 8357 8362 8367 8372 8377 8382 8387 8392 8397 8402 8407 8412 8417 8422 8427 8432 8437 8442 8447 8452 8457 8462 8467 8472 8477 8482 8487 8492 8497 8502 8507 8512 8517 8522 8527 8532 8537 8542 8547 8552 8557 8562 8567 8572 8577 8582 8587 8592 8597 8602 8607 8612 8617 8622 8627 8632 8637 8642 8647 8652 8657 8662 8667 8672 8677 8682 8687 8692 8697 8702 8707 8712 8717 8722 8727 8732 8737 8742 8747 8752 8757 8762 8767 8772 8777 8782 8787 8792 8797 8802 8807 8812 8817 8822 8827 8832 8837 8842 8847 8852 8857 8862 8867 8872 8877 8882 8887 8892 8897 8902 8907 8912 8917 8922 8927 8932 8937 8942 8947 8952 8957 8962 8967 8972 8977 8982 8987 8992 8997 9002 9007 9012 9017 9022 9027 9032 9037 9042 9047 9052 9057 9062 9067 9072 9077 9082 9087 9092 9097 9102 9107 9112 9117 9122 9127 9132 9137 9142 9147 9152 9157 9162 9167 9172 9177 9182 9187 9192 9197 9202 9207 9212 9217 9222 9227 9232 9237 9242 9247 9252 9257 9262 9267 9272 9277 9282 9287 9292 9297 9302 9307 9312 9317 9322 9327 9332 9337 9342 9347 9352 9357 9362 9367 9372 9377 9382 9387 9392 9397 9402 9407 9412 9417 9422 9427 9432 9437 9442 9447 9452 9457 9462 9467 9472 9477 9482 9487 9492 9497 9502 9507 9512 9517 9522 9527 9532 9537 9542 9547 9552 9557 9562 9567 9572 9577 9582 9587 9592 9597 9602 9607 9612 9617 9622 9627 9632 9637 9642 9647 9652 9657 9662 9667 9672 9677 9682 9687 9692 9697 9702 9707 9712 9717 9722 9727 9732 9737 9742 9747 9752 9757 9762 9767 9772 9777 9782 9787 9792 9797 9802 9807 9812 9817 9822 9827 9832 9837 9842 9847 9852 9857 9862 9867 9872 9877 9882 9887 9892 9897 9902 9907 9912 9917 9922 9927 9932 9937 9942 9947 9952 9957 9962 9967 9972 9977 9982 9987 9992 9997 10002 10007 10012 10017 10022 10027 10032 10037 10042 10047 10052 10057 10062 10067 10072 10077 10082 10087 10092 10097 10102 10107 10112 10117 10122 10127 10132 10137 10142 10147 10152 10157 10162 10167 10172 10177 10182 10187 10192 10197 10202 10207 10212 10217 10222 10227 10232 10237 10242 10247 10252 10257 10262 10267 10272 10277 10282 10287 10292 10297 10302 10307 10312 10317 10322 10327 10332 10337 10342 10347 10352 10357 10362 10367 10372 10377 10382 10387 10392 10397 10402 10407 10412 10417 10422 10427 10432 10437 10442 10447 10452 10457 10462 10467 10472 10477 10482 10487 10492 10497 10502 10507 10512 10517 10522 10527 10532 10537 10542 10547 10552 10557 10562 10567 10572 10577 10582 10587 10592 10597 10602 10607 10612 10617 10622 10627 10632 10637 10642 10647 10652 10657 10662 10667 10672 10677 10682 10687 10692 10697 10702 10707 10712 10717 10722 10727 10732 10737 10742 10747 10752 10757 10762 10767 10772 10777 10782 10787 10792 10797 10802 10807 10812 10817 10822 10827 10832 10837 10842 10847 10852 10857 10862 10867 10872 10877 10882 10887 10892 10897 10902 10907 10912 10917 10922 10927 10932 10937 10942 10947 10952 10957 10962 10967 10972 10977 10982 10987 10992 10997 11002 11007 11012 11017 11022 11027 11032 11037 11042 11047 11052 11057 11062 11067 11072 11077 11082 11087 11092 11097 11102 11107 11112 11117 111



Tabela 74 Posto de Abastecimento

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Posto de Abastecimento							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Explosões ou incêndios	Armazenamento inadequado de combustíveis. Falta de manutenção preventiva. Uso inadequado de equipamentos	Inspeções de segurança	Queimaduras Danos à infraestrutura	C Pouco Provável	IV Catastrófica	Sério	- Armazenamento seguro de materiais inflamáveis: - Sistemas de extinção de incêndio - Treinamento em prevenção de incêndios - Circulação de pessoas autorizadas
Exposição a produtos químicos e substâncias tóxicas	Armazenamento inadequado Não utilizar proteção adequada Manipulação sem conhecimento dos riscos associados aos produtos	Inspeções regulares	Intoxicação Exposição direta ao trabalhador e ao meio ambiente	C Pouco provável	III Crítica	Moderado	- Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). - Armazenamento seguro de produtos químicos de acordo com as normas de segurança - Capacitar os trabalhadores sobre como manusear produtos químicos de forma segura, incluindo procedimentos de primeiros socorros em caso de exposição.
Vazamento de Combustíveis	Vazamentos em bombas, tanques de combustível, veículos ou mangueiras	Inspeção visual. Sensor de vazamento	Contaminação do solo e da água, Risco de incêndio.	D Provável	II Moderado	Sério	Inspeção e manutenção regular das bombas de abastecimento e de veículos.

12 DA 23 26 32 04-22 GC PM



Fechamento

Tabela 75 Demolições

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Fechamento							
Atividade/Sistema: Demolições							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Desmoronamentos e afundamento do solo	Instabilidade das galerias	Inspeção visual, Monitoramento	Danos à infraestrutura, Abaulamento descontrolado do terreno.	D Remota	III Crítica	Baixo	- Reforço das áreas que permanecem estáveis após o fechamento e monitoramento contínuo. - Utilização de técnicas de fechamento que garantam a estabilidade do solo.
Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas	Falta de treinamento, Falhas mecânicas, Falhas humanas, Falta de manutenção adequada.	Inspeção visual; Manutenção preventiva de equipamentos.	Atropelamento, Colisões; Danos à infraestrutura (equipamentos, veículos, estruturas temporárias).	E Muito Provável	II Moderado	Sério	- Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas. - Sinalização adequada das vias e área operacional. - Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva - Treinamento de procedimentos de Emergência - Implantação de checklists diários de operação - Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade. - Utilização de EPIs adequados.
Queda de materiais e detritos	Falta de contenção ou sinalização nas áreas de trabalho, manuseio incorreto de materiais	Inspeção visual, Monitoramento	Lesões por impacto, esmagamento, danos ao equipamento e ao ambiente	D Provável	III Crítica	Sério	- Uso de barreiras e telas de proteção, - Sinalização visível das áreas de risco, - EPIs adequados - Limpeza regular do local.

12 DA @ 20 20 02 02-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Fechamento							
Atividade/Sistema: Demolições							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Exposição a poeira	Realização de atividades sem proteção adequada	Inspeção de equipamentos de proteção, Uso de EPIs	Irritação respiratória, Alergias, Lesões externas devido a materiais cortantes	D Provável	III Crítica	Sério	• Uso de sistemas de aspersão de água ou controle de poeira. • Implementação de métodos de ventilação adequados. • Fornecimento de EPIs. • Treinamento de uso de EPI's.

Tabela 76 Obras civis de drenagem

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Fechamento							
Atividade/Sistema: Obras civis de drenagem							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Falhas nas bombas e sistemas de drenagem	Desgaste das bombas, Obstrução dos tubos de drenagem, Falha no sistema elétrico ou mecânico das bombas, Falta de manutenção preventiva, Entupimento do sistema de bombeamento	Inspeções regulares	Acúmulo de água e sedimentos, Alagamentos, Danos à infraestrutura, Falha no controle de efluentes	B Remoto	III Crítica	Baixo	• Realizar manutenções preventivas nas bombas, válvulas, e outros componentes. • Inspeções periódicas para verificar obstruções ou falhas mecânicas • Treinamento e equipamentos adequados para as equipes responsáveis para realizar os reparos.
Contaminações	Vazamentos Falta de sistemas adequados	Inspeções regulares	Contaminação da água, solo e ar	B Remoto	III Crítica	Baixo	• Monitorar as áreas de drenagem e pontos de saída de água para detectar qualquer sinal de contaminação.

12 DA @ 20 28 32 04-22 GC PM



Tabela 77 Bombeamento e tratamento da água existente no lago do reservatório

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Fechamento							
Atividade/Sistema: Bombeamento e tratamento da água existente no lago do reservatório							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Falha no sistema de bombeamento	Equipamentos inadequados.	Monitoramento contínuo	Interrupção no bombeamento, Contaminação hídrica.	D Remota	III Crítica	Baixo	- Manutenção preventiva dos sistemas de bombeamento, - Realizar o bombeamento de forma gradual.

Tabela 78 Transporte e movimentação de materiais e maquinários pesados

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Transporte e movimentação de materiais e maquinários pesados							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos	Falta de sinalização, Baixa visibilidade, Velocidade excessiva.	Inspeção visual	Lesões graves ou fatais em trabalhadores e/ou animais, Danos a veículos e equipamentos.	C – Pouco provável	II Moderado	Baixo	- Sinalização adequada. - Utilizar sinais de alerta sonoros e luzes piscantes para avisar sobre a aproximação de veículos ou equipamentos. - Proporcionar treinamentos regulares para motoristas e operadores de veículos sobre procedimentos de segurança e direcionamento de tráfego. - Treinar os trabalhadores sobre os riscos de atropelamento, a necessidade de sempre usar os caminhos de pedestres e de estarem atentos ao tráfego de veículos. - Estabelecer limites de velocidade.
Vazamento de Combustíveis	Vazamentos em tanques de combustível, veículos ou mangueiras	Inspeção visual. Sensor de vazamento	Contaminação do solo e da água, Risco de incêndio.	D Provável	I Baixa	Baixo	Inspeção e manutenção regular dos veículos.

12 DA @ 20 28 32 04-22 GC PM



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Operação							
Atividade/Sistema: Transporte e movimentação de materiais e maquinários pesados							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Vibração e Ruídos excessivos	Uso de equipamentos pesados.	Auditivo, Medição de níveis de ruído e vibração.	Danos auditivos, Aumento do estresse entre os trabalhadores	E Muito provável	II Moderado	Sério	- Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado. - Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.

Tabela 79 Descaracterização de Barragens

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS							Folha 1
Empreendimento: Projeto Alemão							
Fase: Fechamento							
Atividade/Sistema: Descaracterização de Barragens							
Risco	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Frequência	Severidade	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras
Colapso da Barragem (ruptura)	Falta de monitoramento, falhas na drenagem, remoção inadequada de materiais	Inspeção visual Monitoramentos	Danos ambientais graves, risco à vida, danos materiais	B Remota	IV Catastrófica	Moderado	- Monitoramento constante da barragem, - Planejamento detalhado, - Drenagem controlada, - Uso de escoramentos temporários
Deslizamento de Terra	Remoção inadequada de material, chuva intensa, terreno instável	Inspeção visual Monitoramentos	Danos à infraestrutura próxima, risco à vida, obstrução de vias	B Remota	IV Catastrófica	Moderado	- Análise geotécnica do solo, - Uso de taludes de contenção, - Drenagem adequada

LD DA @ 20 28 32 04-22 GC PM



4.6. RESULTADOS

A Análise Preliminar de Riscos resultou na identificação total de 115 riscos acidentais com possíveis efeitos externos, principalmente para o meio ambiente, 86 riscos na fase de implantação e operação, cada uma, e 29 riscos na etapa de fechamento.

Cabe mencionar que a implantação da barragem está prevista para a fase de operação, porém, os riscos avaliados tais como: Terraplenagem, Desmonte de Rocha, e Escavação e Preparação das galerias e Obras civis foram elencados na fase de implantação.

As Tabela 80, Tabela 81 e Tabela 82 apresentam a distribuição dos cenários acidentais por fase e por classe de risco. Da tabela observe-se que, do total, 05 cenários apresentaram riscos desprezíveis, 24 cenários apresentaram risco baixo, 49 cenários resultaram em risco moderado, 30 em riscos sérios e 07 risco crítico. Cabe mencionar que os cenários de risco mapeados, especialmente os de natureza ambiental, são recorrentes nas etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento. Da mesma forma, os respectivos quantitativos associados a esses riscos tendem a se manter semelhantes entre as etapas, considerando a repetição dos mesmos processos e condições operacionais.

Tabela 80 Distribuição dos cenários acidentais por classe de risco – Fase de Implantação

Item	Risco	Risco
1	Consumo de Água	Sério
2	Consumo de Energia Elétrica	Sério
3	Emissão De Poluentes Atmosféricos (Fumaça Negra, Sox, Nox, Ch4, Cox, Cfc, Voc)	Moderado
4	Explosão	Moderado
5	Geração De Efluentes Industriais	Crítico
6	Geração De Efluentes Sanitários	Moderado
7	Geração De Resíduos Inertes E Não Inertes	Desprezível
8	Geração de Resíduos Perigosos	Crítico
9	Incêndio Afetando Qualidade Do Ar	Moderado
10	Vazamento Gases (Inflamáveis/Tóxicos/Poluentes)	Moderado
11	Vazamento/Derramamento De Água	Moderado
12	Vazamento/Derramamento De Produtos Não Perigosos	Moderado
13	Vazamento/Derramamento De Produtos Perigosos	Sério
14	Vazamento/Derramamento De Resíduo Líquido Não Perigoso (Efluente Sanitário)	Baixo
15	Vazamento/Derramamento De Resíduo Líquido Perigoso (Efluente Industrial)	Sério
16	Atropelamento de Animais Silvestres	Moderado
17	Erosão do Solo	Sério
18	Incêndio florestal ou nos estoques de madeira	Sério

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Item	Risco	Risco
19	Ataque de Animais (peçonhentos, selvagens, insetos Etc.)	Crítico
20	Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas	Sério
21	Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos	Moderado
22	Contatos com superfícies cortantes/perfurantes/abrasivas	Sério
23	Acidentes com descargas atmosféricas	Moderado
24	Riscos ergonômicos e lesões musculoesqueléticas	Sério
25	Vibração e Ruídos excessivos	Sério
26	Desmoronamentos e Instabilidade Geotécnica	Baixo
27	Emissão de Particulados	Moderado
28	Vazamento de Combustíveis	Baixo
29	Contato com superfície Energizada	Moderado
30	Queda de altura	Sério
31	Exposição a poeira e materiais cortantes	Sério
32	Contato com áreas e equipamentos energizados	Moderado
33	Disposição inadequada de efluentes líquidos	Moderado
34	Disposição inadequada de resíduos	Moderado
35	Exposição a fontes de radiação não ionizante (Radiação Solar, Campos Magnéticos, Etc.)	Moderado
36	Explosões ou incêndios	Sério
37	Exposição à altas temperaturas	Sério
38	Desabamento ou colapso de galerias	Baixo
39	Falhas no Sistema de Ventilação	Baixo
40	Acidente com sistemas elétricos	Moderado
41	Vazamento de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	Moderado
42	Acidente com fragmentos de rocha	Baixo
43	Desmoronamentos	Baixo

Legenda:
Desprezível: 01
Baixo: 07
Moderado: 18
Sério: 14
Crítico: 03

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Tabela 81 Distribuição dos cenários acidentais por classe de risco – Fase de Operação

Item	Risco	Risco
1	Consumo de Água	Sério
2	Consumo de Energia Elétrica	Sério
3	Emissão De Poluentes Atmosféricos (Fumaça Negra, Sox, Nox, Ch4, Cox, Cfc, Voc)	Moderado
4	Explosão	Moderado
5	Geração De Efluentes Industriais	Crítico
6	Geração De Efluentes Sanitários	Moderado
7	Geração De Resíduos Inertes E Não Inertes	Desprezível
8	Geração de Resíduos Perigosos	Crítico
9	Incêndio Afetando Qualidade Do Ar	Moderado
10	Vazamento Gases (Inflamáveis/Tóxicos/Poluentes)	Moderado
11	Vazamento/Derramamento De Água	Moderado
12	Vazamento/Derramamento De Produtos Não Perigosos	Moderado
13	Vazamento/Derramamento De Produtos Perigosos	Sério
14	Vazamento/Derramamento De Resíduo Líquido Não Perigoso (Efluente Sanitário)	Baixo
15	Vazamento/Derramamento De Resíduo Líquido Perigoso (Efluente Industrial)	Sério
16	Atropelamento de Animais Silvestres	Moderado
17	Desabamentos das galerias	Baixo
18	Riscos de explosões de gases (metano)	Sério
19	Vibração e Ruídos excessivos	Sério
20	Falhas no Sistema de Ventilação	Baixo
21	Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas	Sério
22	Acidente com transportadores e correias	Sério
23	Instabilidade de pilhas de estéril	Desprezível
25	Exposição a poeira	Moderado
26	Falha no sistema de contenção (Barragem de rejeitos)	Moderado
27	Rompimento da Barragem	Moderado
28	Deslizamento ou instabilidade geotécnica	Moderado
29	Contaminação ambiental	Moderado
30	Ruptura da barragem	Moderado
31	Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos	Moderado
32	Contato com áreas e equipamentos energizados	Moderado

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Item	Risco	Risco
33	Vazamento/Derramamento de Efluente Industrial	Baixo
34	Disposição inadequada de efluentes	Moderado
35	Falhas nas bombas e sistemas de drenagem	Baixo
36	Contaminação ambiental	Baixo
37	Exposição a materiais contaminados ou infectantes	Baixo
38	Incêndio ou Explosão	Baixo
39	Exposição a substâncias ríscosas	Moderado
40	Geração de resíduos ríscosos	Moderado
41	Vazamento de Combustíveis	Baixo
42	Explosões ou incêndios	Sério
43	Exposição a produtos químicos e substâncias tóxicas	Moderado

Legenda:
Desprezível: 03
Baixo: 9
Moderado: 20
Sério: 09
Crítico: 02

Tabela 82 Distribuição dos cenários acidentais por classe de risco – Fase de Fechamento

Item	Risco	Risco
1	Consumo de Água	Sério
2	Consumo de Energia Elétrica	Sério
3	Emissão De Poluentes Atmosféricos (Fumaça Negra, Sox, Nox, Ch4, Cox, Cfc, Voc)	Moderado
4	Explosão	Moderado
5	Geração De Efluentes Industriais	Crítico
6	Geração De Efluentes Sanitários	Moderado
7	Geração De Resíduos Inertes E Não Inertes	Desprezível
8	Geração de Resíduos Perigosos	Crítico
9	Incêndio Afetando Qualidade Do Ar	Moderado
10	Vazamento Gases (Inflamáveis/Tóxicos/Poluentes)	Moderado
11	Vazamento/Derramamento De Água	Moderado
12	Vazamento/Derramamento De Produtos Não Perigosos	Moderado
13	Vazamento/Derramamento De Produtos Perigosos	Sério
14	Vazamento/Derramamento De Resíduo Líquido Não Perigoso (Efluente Sanitário)	Baixo

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Item	Risco	Risco
15	Vazamento/Derramamento De Resíduo Líquido Perigoso (Efluente Industrial)	Sério
16	Atropelamento de Animais Silvestres	Moderado
17	Desmoronamentos e afundamento do solo	Baixo
18	Acidentes com equipamentos pesados	Moderado
19	Queda de materiais e detritos	Sério
20	Exposição a poeira	Sério
21	Falhas nas bombas e sistemas de drenagem	Baixo
22	Contaminações	Baixo
23	Falha no sistema de bombeamento	Baixo
24	Desmoronamento do solo e rocha na área de isolamento	Baixo
25	Atropelamento de pessoas ou animais ou colisões com veículos e equipamentos	Baixo
26	Vazamento de Combustíveis	Baixo
27	Vibração e Ruídos excessivos	Sério
28	Colapso da Barragem (ruptura)	Moderado
29	Deslizamento de Terra	Moderado

Legenda:
Desprezível: 01
Baixo: 08
Moderado: 11
Sério: 07
Crítico: 02

Apesar dos riscos sérios associados às diversas atividades do empreendimento, incluindo as etapas de implantação, operação e fechamento, a probabilidade de ocorrência de incidentes graves é extremamente remota. Isso se deve ao compromisso do empreendimento em aplicar uma abordagem rigorosa de medidas preventivas ao longo de todas as fases do projeto. A implementação de sistemas de segurança, como monitoramento constante, inspeções regulares, uso de tecnologias e treinamentos contínuo dos trabalhadores, garantirá que os riscos sejam efetivamente controlados.

Além disso, o planejamento cuidadoso e a execução das etapas de cada fase, desde a implantação até o fechamento, são fundamentais para garantir que os riscos potenciais sejam minimizados. As medidas de segurança e mitigação de riscos foram projetadas para atuar de forma efetiva na prevenção de qualquer acidente ou falha, protegendo tanto os trabalhadores quanto o meio ambiente e os ativos do empreendimento.

Com essas precauções em vigor, a probabilidade de ocorrência de qualquer risco significativo é remota, oferecendo segurança durante todo o ciclo de vida do empreendimento.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



4.7. MEDIDAS PARA REDUÇÃO E REAVALIAÇÃO DOS RISCOS

Estão reunidas a seguir as recomendações resultantes da Análise Preliminar de Riscos, apresentadas no item 4.5 Identificação dos Riscos visando à redução da probabilidade de ocorrência e/ou da magnitude das consequências dos cenários acidentais postulados.

4.7.1. Riscos Ambientais

Risco: Consumo de Água

1. Programa de Gestão de Recursos Hídricos;
2. Campanhas de conscientização ambiental para a redução de consumo;
3. Inspeções ambientais;
4. Controle de Consumo por meio de hidrômetros

Risco: Consumo de Energia Elétrica

5. Sinalizações educativas; campanhas

Risco: Emissão De Poluentes Atmosféricos (Fumaça Negra, Sox, Nox, Ch4, Cox, Cfc, Voc)

6. Monitoramento de Fumaça Negra em todos os equipamentos (fontes móveis e fontes fixas)
7. Monitoramento realizado trimestralmente
8. Registro nos controles operacionais
9. Encaminhamento para manutenção em caso de divergência
10. Manutenção periódica de veículos, equipamentos e motobombas
11. Parada de veículos e equipamentos para manutenção corretiva
12. Instalação e manutenção de ventiladores/exaustores da mina subterrânea

Risco: Explosão

13. Plano de Atendimento as Emergências
14. Plano de Manutenção Preventiva
15. Treinamento da brigada de incêndio
16. Treinamento básico de combate a incêndio
17. DDS (Diálogo Diário de Segurança)
18. Isolamento/sinalização da área
19. Realização de simulados de emergência
20. Cumprimento de Requisito de Atividade Crítica
21. SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)
22. Sistema de combate a incêndio
23. Baias (em caso de abastecimento)

12 DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



24. Sinalizações

Geração De Efluentes Industriais

25. Campanhas educativas; Gestão de Recursos Hídricos; S.A.O

Geração De Efluentes Sanitários

26. Guia para segregação, armazenamento e destinação de resíduos sólidos.

27. Controle de Limpeza de banheiros

28. Campanhas de conscientização para a utilização dos banheiros químicos;

29. Monitoramento constante da eficiência das ETEs;

30. Monitoramento das empresas de recolhimento e descarte dos efluentes

Geração De Resíduos Inertes E Não Inertes

31. Guia para segregação, armazenamento e destinação de resíduos sólidos

32. Educação Ambiental (Campanhas de comunicação para promover a redução da geração de resíduo.)

33. Inspeções ambientais

34. Avaliação de Desempenho Ambiental

35. Gestão de Produtos Químicos

36. Gestão de Resíduos

37. DIR - Depósito Intermediário de Resíduos

38. DDS / DAS

Geração De Resíduos Perigosos

39. Guia para segregação, armazenamento e destinação de resíduos sólidos.

40. Educação Ambiental (Campanhas de comunicação para promover a redução da geração de resíduo.)

41. Inspeções ambientais

42. Avaliação de Desempenho Ambiental

43. Gestão de Produtos Químicos

44. Gestão de Resíduos

45. DIR - Depósito Intermediário de Resíduos

46. DDS / DAS

Incêndio Afetando Qualidade Do Ar

47. Sinalizações e procedimentos operacionais das contratadas.

48. Supressores de incêndio e extintores.

49. Pannel elétrico de controle de energia.

LD DA @ 25 26 52 27-28 GC PM



- 50. Treinamentos e qualificação de mão de obra.
- 51. Checklist do equipamento.
- 52. Manutenção periódica de veículos e equipamentos conforme plano de manutenção.

Vazamento Gases (Inflamáveis/Tóxicos/Poluentes)

- 53. Comunicação e ocorrências ambientais

Vazamento/Derramamento De Água

- 54. Treinamento de educação ambiental;
- 55. Inspeção e manutenção preventiva na tubulação do jumbo;
- 56. Inspeção e manutenção da rede de distribuição de água na mina subterrânea.
- 57. Manutenção corretiva em tubulações e acessórios;

Vazamento/Derramamento De Produtos Não Perigosos

- 58. SAO: Manutenção e limpeza periódica
- 59. Treinamento em procedimento específico para atividade
- 60. Inspeção do equipamento e local a ser aplicado
- 61. Realização de coleta e destinação adequada de resíduo do cimento / poliuretano aplicado
- 62. Realizar descarte em caçambas de resíduos de construção civil
- 63. Treinamento da Brigada de Emergência
- 64. Controle de velocidade
- 65. Capacitação do operador
- 66. Plano de Manutenção Preventiva

Vazamento/Derramamento De Produtos Perigosos

- 67. Controle de velocidade
- 68. Capacitação do operador
- 69. Treinamento da Brigada de Emergência
- 70. Plano de Manutenção Preventiva
- 71. Gestão de Produtos Químicos
- 72. Inspeções ambientais
- 73. Sinalização de áreas e estruturas
- 74. Checklist do equipamento
- 75. Manutenção periódica de veículos e equipamentos conforme plano de manutenção
- 76. Aquisição de equipamentos novos para operação

Vazamento/Derramamento De Resíduo Líquido Não Perigoso (Efluente Sanitário)

- 77. Programação semanal para coleta de efluente sanitário;

12 DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



- 78. Sinalização da área onde fica o banheiro;
- 79. Saneamento do teto e lateral;
- 80. Coleta de efluente com bomba de sucção.
- 81. Manutenção ou substituição do banheiro;

Vazamento/Derramamento De Resíduo Líquido Perigoso (Efluente Industrial)

- 82. ADM - Treinamento da Brigada de Emergência,
- 83. controle de velocidade, capacitação do operador,
- 84. Plano de Manutenção Preventiva
- 85. Gestão de Produtos Químicos.
- 86. Inspeções Ambientais

Contaminação Ambiental

- 87. Implementar PGRS que oriente a adoção de sistema de separação de resíduos, com recipientes específicos para cada tipo de material.
- 88. Seguir as normas e regulamentos ambientais para o descarte de materiais contaminantes e utilizar serviços especializados para o tratamento e disposição final

Ataque de Animais (peçonhentos, selvagens, insetos Etc.)

- 89. Uso de botas altas e luvas resistentes para proteção contra picadas de serpentes ou mordidas de animais.
- 90. Uniformes de manga longa e calças de tecido grosso para aumentar a proteção contra insetos e animais venenosos.
- 91. Treinamento sobre primeiros socorros.
- 92. Capacitar os trabalhadores para identificar e reagir de maneira segura caso se deparem com animais venenosos ou selvagens.
- 93. Treinamento de Trabalhos em região com presença de grandes felinos Sinalização visível em áreas de risco, alertando a necessidade de vigilância constante.
- 94. Uso do rádio transmissor;
- 95. Uso de Repelente
- 96. Cartão de vacinação em dia

Atropelamento de Animais Silvestres

- 97. Afugentamento e resgate de fauna antes da realização das atividades;
- 98. Inspeção de máquinas e equipamentos;
- 99. Utilização de batedores nas áreas internas do projeto;
- 100. Varredura antes da execução das atividades;
- 101. Sinalizações, incluindo sinalização viária (velocidade e presença de animais);

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- 102. Sistemas de controle de velocidade (tacógrafo e telemetria);
- 103. Campanhas de educação, incluindo DDS e PRO Educação Ambiental;

4.7.2. Implantação

Atividade/Sistema: Supressão Vegetal

Risco: Erosão do Solo

- 104. Planejamento adequado da área de supressão
- 105. Uso de técnicas de controle de erosão
- 106. Instalação e monitoramento de sistemas de drenagem
- 107. Monitoramento constante das áreas de risco para erosão.

Risco: Incêndio florestal ou nos estoques de madeira

- 108. Programa de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis.
- 109. Garantir que as áreas dos Pátios de Estocagem de Madeira (PEM) estejam devidamente isolados e seguros quanto ao risco de incêndio.
- 110. Instalar todas as estruturas de acordo com Projetos aprovados pelo Corpo de Bombeiros.

Risco: Presença de animais e picadas de insetos e serpentes

- 111. Uso de botas altas e luvas resistentes para proteção contra picadas de serpentes ou mordidas de animais.
- 112. Uniformes de manga longa e calças de tecido grosso para aumentar a proteção contra insetos e animais venenosos.
- 113. Treinamento sobre primeiros socorros.
- 114. Capacitar os trabalhadores para identificar e reagir de maneira segura caso se deparem com animais venenosos ou selvagens.
- 115. Treinamento de Trabalhos em região com presença de grandes felinos Sinalização visível em áreas de risco, alertando a necessidade de vigilância constante.
- 116. Uso do rádio transmissor;
- 117. Uso de Repelente
- 118. Cartão de vacinação em dia

Risco: Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas

- 119. Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas.
- 120. Sinalização adequada das vias e área operacional.
- 121. Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva
- 122. Treinamento de procedimentos de Emergência
- 123. Implantação de checklists diários de operação

12 DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



124. Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade.

125. Utilização de EPIs adequados.

Risco: Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos

126. Sinalização adequada.

127. Utilizar sinais de alerta sonoros e luzes piscantes para avisar sobre a aproximação de veículos ou equipamentos.

128. Proporcionar treinamentos regulares para motoristas e operadores de veículos sobre procedimentos de segurança e direcionamento de tráfego.

129. Treinar os trabalhadores sobre os riscos de atropelamento, a necessidade de sempre usar os caminhos de pedestres e de estarem atentos ao tráfego de veículos.

130. Estabelecer limites de velocidade

Risco: Contatos com superfícies cortantes/perfurantes/abrasivas

131. Proteger as ferramentas cortantes,

132. Utilização de EPIs adequados

Risco: Acidentes com descargas atmosféricas

133. Dispor de sistema de detecção e comunicação de descargas elétricas atmosféricas;

134. Todos os colaboradores deverão permanecer nos veículos até a liberação do alerta de descarga atmosférica;

135. Todo efetivo deve receber orientações quanto ao procedimento a ser adotado em caso de alerta de descargas atmosféricas;

Riscos ergonômicos e lesões musculoesqueléticas

136. Pausas regulares para os trabalhadores e rotinas de alongamento para reduzir o risco de lesões musculoesqueléticas.

137. Monitoramento de jornadas de trabalho para evitar sobrecarga física.

138. Treinamentos de ergonomia

139. Análises e monitoramento periódico da ergonomia do trabalho

140. Ajuste de EPIs às necessidades dos profissionais.

Risco: Emissão de Particulados

141. Uso de aspersores de água para umedecer o solo e reduzir poeira.

142. Instalar barreiras físicas (telas ou cortinas contra o vento).

143. Uso de EPIs adequados.

Risco: Vibração e Ruídos excessivos

144. Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado.

12 DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



145. Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.

Risco: Exposição a fontes de radiação não ionizante (Radiação Solar, Campos Magnéticos, Etc.)

146. Uso de protetor solar, roupas de proteção, pausas regulares e hidratação.

Atividade/Sistema: Terraplenagem, Corte e Aterro, Escavação e Preparação das galerias

Risco: Desmoronamentos e Instabilidade Geotécnica

147. Realização de estudos geotécnicos para avaliar a estabilidade do solo e das rochas.
148. Uso de suportes e reforços nas galerias para evitar desmoronamentos.
149. Monitoramento contínuo da instabilidade do solo e inspeções regulares.
150. Uso de equipamentos adequados para escavação correta.

Risco: Vibração e ruído excessivo

151. Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado.
152. Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.

Risco: Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas

153. Realização de manutenções periódicas nos equipamentos.
154. Treinamento adequado dos operadores para o transporte seguro do material.
155. Sinalização adequada das vias e área operacional.
156. Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva
157. Treinamento de procedimentos de Emergência
158. Implantação de checklists diários de operação

Risco: Emissão de Particulados

159. Uso de aspersores de água para umedecer o solo e reduzir poeira.
160. Instalar barreiras físicas (telas ou cortinas contra o vento).
161. Uso de EPIs adequados

Risco: Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos

162. Sinalização adequada.
163. Utilizar sinais de alerta sonoros e luzes piscantes para avisar sobre a aproximação de veículos ou equipamentos.
164. Proporcionar treinamentos regulares para motoristas e operadores de veículos sobre procedimentos de segurança e direcionamento de tráfego.
165. Treinar os trabalhadores sobre os riscos de atropelamento, a necessidade de sempre usar os caminhos de pedestres e de estarem atentos ao tráfego de veículos.
166. Estabelecer limites de velocidade

Risco: Erosão do Solo

12 DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



- 167. Uso de técnicas de controle de erosão.
- 168. Instalação e monitoramento de sistemas de drenagem.
- 169. Monitoramento constante das áreas de risco para erosão.

Risco: Vazamento de Combustíveis

- 170. Inspeção e manutenção regular dos veículos.

Risco: Contato com superfície Energizada

- 171. Para realização de atividades sob redes elétricas as mesmas devem ser desligadas, testadas, bloqueadas e verificado a energia residual;
- 172. Devese instalar barreiras físicas de proteção em áreas próximas a redes elétricas;
- 173. Na impossibilidade do desligamento, elaborar procedimentos que estabeleçam: distâncias mínimas de segurança (com supervisão), equipamentos autorizados a realização de atividades;
- 174. Para execução de escavações obrigatório observar os projetos de instalações elétricas e hidráulicas, garantindo a inexistência de potenciais fontes de energia;
- 175. Garantir que as redes subterrâneas estejam devidamente sinalizadas,
- 176. Sinalizar cabos de aço de estaiamento de poste e malhas de aterramento;

Atividade/Sistema: Obras Cíveis

Risco: Queda de altura

- 177. Instalação de andaimes e plataformas de trabalho adequadas e seguras.
- 178. Uso de equipamentos de proteção contra quedas.
- 179. Monitoramento das condições das estruturas
- 180. Uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

Risco: Exposição a poeira e materiais cortantes

- 181. Uso de sistemas de aspersão de água ou controle de poeira.
- 182. Implementação de métodos de ventilação adequados.
- 183. Uso adequado de EPIs
- 184. Treinamento de uso de EPI's.

Risco: Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas

- 185. Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas.
- 186. Sinalização adequada das vias e área operacional.
- 187. Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva
- 188. Treinamento de procedimentos de Emergência
- 189. Implantação de checklists diários de operação

LD DA @ 20 20 92 01-22 GC PM



190. Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade.

191. Utilização de EPIs adequados.

Risco: Ataque de Animais (peçonhentos, selvagens, insetos Etc.)

192. Uso de botas altas e luvas resistentes para proteção contra picadas de serpentes ou mordidas de animais.

193. Uniformes de manga longa e calças de tecido grosso para aumentar a proteção contra insetos e animais venenosos.

194. Treinamento sobre primeiros socorros.

195. Capacitar os trabalhadores para identificar e reagir de maneira segura caso se deparem com animais venenosos ou selvagens.

196. Treinamento de Trabalhos em região com presença de grandes felinos Sinalização visível em áreas de risco, alertando a necessidade de vigilância constante.

197. Uso do rádio transmissor;

198. Uso de Repelente

199. Cartão de vacinação em dia

Risco: Riscos ergonômicos e lesões musculoesqueléticas

200. Pausas regulares para os trabalhadores e rotinas de alongamento para reduzir o risco de lesões musculoesqueléticas.

201. Monitoramento de jornadas de trabalho para evitar sobrecarga física.

202. Treinamentos de ergonomia

203. Análises e monitoramento periódico da ergonomia do trabalho

204. Ajuste de EPIs às necessidades dos profissionais

Risco: Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos

205. Sinalização adequada.

206. Utilizar sinais de alerta sonoros e luzes piscantes para avisar sobre a aproximação de veículos ou equipamentos.

207. Proporcionar treinamentos regulares para motoristas e operadores de veículos sobre procedimentos de segurança e direcionamento de tráfego.

208. Treinar os trabalhadores sobre os riscos de atropelamento, a necessidade de sempre usar os caminhos de pedestres e de estarem atentos ao tráfego de veículos.

209. Estabelecer limites de velocidade

Risco: Contato com áreas e equipamentos energizados

210. Instalação de sistemas de aterramento adequados e dispositivos de proteção contra sobrecarga.

LD DA @ 25 26 92 01-22 GC PM



- 211. Inspeções regulares nas instalações elétricas para evitar curtos-circuitos ou falhas.
- 212. Isolamento das áreas energizadas para pessoas não autorizadas.

Risco: Disposição inadequada de efluentes líquidos

- 213. Implementar sistemas adequados de tratamento de efluentes.
- 214. Realizar o monitoramento regular e controle dos sistemas de tratamento.

Risco: Disposição inadequada de resíduos

- 215. Implementar PGRS que oriente a adoção de sistema de separação de resíduos, com recipientes específicos para cada tipo de material.
- 216. Seguir as normas e regulamentos ambientais para o descarte de materiais contaminantes e utilizar serviços especializados para o tratamento e disposição final

Risco: Vazamento de Combustíveis

- 217. Inspeção e manutenção regular dos veículos

Risco: Vibração e Ruídos excessivos

- 218. Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado.
- 219. Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.

Risco: Exposição a fontes de radiação não ionizante (Radiação Solar, Campos Magnéticos, Etc.)

- 220. Uso de protetor solar, roupas de proteção, pausas regulares, hidratação

Atividade/Sistema: Montagem Eletromecânica

Risco: Contato com áreas e equipamentos energizados

- 221. Instalação de sistemas de aterramento adequados e dispositivos de proteção contra sobrecarga.
- 222. Inspeções regulares nas instalações elétricas para evitar curtos-circuitos ou falhas.
- 223. Isolamento das áreas energizadas para pessoas não autorizadas.

Risco: Vazamento de Combustíveis

- 224. Inspeção e manutenção regular dos veículos.

Risco: Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas

- 225. Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas.
- 226. Sinalização adequada das vias e área operacional.
- 227. Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva
- 228. Treinamento de procedimentos de Emergência
- 229. Implantação de checklists diários de operação
- 230. Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e

12 DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade.

231. Utilização de EPIs adequados.

Risco: Contatos com superfícies cortantes/perfurantes/abrasivas

232. Proteger as ferramentas cortantes,
233. Utilização de EPIs adequados

Risco: Riscos ergonômicos e lesões musculoesqueléticas

234. Pausas regulares para os trabalhadores e rotinas de alongamento para reduzir o risco de lesões musculoesqueléticas.
235. Monitoramento de jornadas de trabalho para evitar sobrecarga física.
236. Treinamentos de ergonomia
237. Análises e monitoramento periódico da ergonomia do trabalho
238. Ajuste de EPIs às necessidades dos profissionais

Risco: Explosões ou incêndios

239. Uso de extintores adequados e treinamento dos colaboradores.
240. Inspeções frequentes e manutenção preventiva
241. Instalação de sensores
242. Treinamento contínuo sobre segurança e primeiros socorros.
243. Simulação de situações de emergência.

Risco: Exposição à altas temperaturas

244. Uso obrigatório de EPIs
245. Treinamento sobre os cuidados com máquinas que geram calor excessivo.
246. Manutenção preventiva dos equipamentos

Risco: Vibração e ruído excessivo

247. Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado.
248. Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.

Risco: Exposição a poeira e materiais cortantes

249. Uso de sistemas de aspersão de água ou controle de poeira.
250. Implementação de métodos de ventilação adequados.
251. Fornecimento de EPIs respiratórios.
252. Treinamento de uso de EPI's.

Atividade/Sistema: Comissionamento

Risco: Desabamento ou colapso de galerias

253. Implementação de sistemas de suporte (estruturas de reforço),

LD DA @ 25 26 92 01-22 GC PM



254. Inspeções regulares e conformidade com as normas de segurança.

Risco: Falhas no Sistema de Ventilação

255. Instalação de sistemas de ventilação adequados, para manter o fluxo de ar constante.
256. Monitoramento contínuo da concentração de gases, nas áreas de trabalho.
257. Manutenção regular do sistema de ventilação, com inspeções periódicas e treinamento de pessoal.

Risco: Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas

258. Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas.
259. Sinalização adequada das vias e área operacional.
260. Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva
261. Treinamento de procedimentos de Emergência
262. Implantação de checklists diários de operação
263. Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade.
264. Utilização de EPIs adequados

Risco: Acidente com sistemas elétricos

265. Inspeções elétricas regulares,
266. Manutenção preventiva,
267. Uso de EPIs adequados (luvas isolantes),
268. Treinamento de segurança.

Atividade/Sistema: Transporte e movimentação de materiais e maquinários pesados

Risco: Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos

269. Sinalização adequada.
270. Utilizar sinais de alerta sonoros e luzes piscantes para avisar sobre a aproximação de veículos ou equipamentos.
271. Proporcionar treinamentos regulares para motoristas e operadores de veículos sobre procedimentos de segurança e direcionamento de tráfego.
272. Treinar os trabalhadores sobre os riscos de atropelamento, a necessidade de sempre usar os caminhos de pedestres e de estarem atentos ao tráfego de veículos.
273. Estabelecer limites de velocidade.

Risco: Vazamento de Combustíveis

274. Inspeção e manutenção regular dos veículos.

Risco: Vibração e Ruídos excessivos

275. Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento

LD DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



adequado.

276. Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.

Atividade/Sistema: Infraestrutura de apoio à instalação e operação (refeitório)

Risco: Vazamento de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)

277. Realizar manutenção preventiva regular nos cilindros e sistemas de gás, verificando suas condições e garantindo que não apresentem falhas.
278. As estruturas devem possuir ventilação adequada para evitar acúmulo de gás.
279. Os projetos devem ser aprovados pelo Corpo de Bombeiros.

Risco: Explosões ou incêndios

280. Uso de extintores adequados e treinamento dos colaboradores.
281. Inspeções frequentes e manutenção preventiva
282. Instalação de sensores
283. Treinamento contínuo sobre segurança e primeiros socorros.
284. Simulação de situações de emergência.

Atividade/Sistema: Explosões e Desmonte de rochas

Risco: Acidente com fragmentos de rocha

285. Treinamento dos envolvidos no manuseio de explosivos.
286. Uso de equipamentos de detonação seguros e inspeção prévia das áreas antes da detonação.
287. Implementação de zonas de segurança e redes de contenção.

Risco: Vibração e ruídos excessivos

288. Manutenções periódicas nas máquinas e equipamentos.
289. Utilização adequada de EPIs.
290. Medições regulares de níveis de ruído no ambiente de trabalho e tomar as ações necessárias para mantê-los dentro dos padrões de segurança

Risco: Desmoronamentos

291. Realizar estudos geotécnicos e análises de estabilidade do terreno e das rochas antes de executar a explosão.
292. Treinamento para os trabalhadores sobre os riscos relacionados a explosões e desmoronamentos,
293. Treinamentos incluindo as técnicas de evacuação de emergência
294. Uso de EPIs adequados.
295. Realizar o desmonte de rochas de maneira gradual e em etapas.

LD DA @ 25 26 92 01-22 GC PM



4.7.3. Operação

Atividade/Sistema: Extração do minério

Risco: Desabamentos das galerias

- 296. Manutenção contínua das estruturas de suporte nas galerias.
- 297. Monitoramento geotécnico e ajustes nas escavações conforme necessário.

Risco: Riscos de explosões de gases (metano)

- 298. Instalação de sistemas de ventilação eficazes para dissipar gases.
- 299. Monitoramento da concentração de metano.

Risco: Vibração e Ruídos excessivos

- 300. Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado.
- 301. Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.

Risco: Exposição a poeira

- 302. Uso de sistemas de aspersão de água ou controle de poeira.
- 303. Implementação de métodos de ventilação adequados.
- 304. Fornecimento de EPIs
- 305. Treinamento de uso de EPI's.

Risco: Falhas no Sistema de Ventilação

- 306. Instalação de sistemas de ventilação adequados, para manter o fluxo de ar constante.
- 307. Monitoramento contínuo da concentração de gases, nas áreas de trabalho.
- 308. Manutenção regular do sistema de ventilação, com inspeções periódicas e treinamento de pessoal.

Atividade/Sistema: Beneficiamento

Risco: Exposição a produtos químicos e substâncias tóxicas

- 309. Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).
- 310. Armazenamento seguro de produtos químicos de acordo com as normas de segurança
- 311. Capacitar os trabalhadores sobre como manusear produtos químicos de forma segura, incluindo procedimentos de primeiros socorros em caso de exposição.

Risco: Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas

- 312. Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas.
- 313. Sinalização adequada das vias e área operacional.
- 314. Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva
- 315. Treinamento de procedimentos de Emergência

12 DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



- 316. Implantação de checklists diários de operação
- 317. Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade.
- 318. Utilização de EPIs adequados.

Risco: Vibração e Ruídos excessivos

- 319. Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado.
- 320. Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.

Risco: Acidente com transportadores e correias

- 321. Inspeção regular dos transportadores, uso de EPIs (luvas, botas, capacetes),
- 322. Treinamento sobre segurança no manuseio e operação

Atividade/Sistema: Movimentação e Disposição de estéril

Risco: Instabilidade de pilhas de estéril

- 323. Monitoramento constante da estrutura das pilhas,
- 324. Implementar sistemas de drenagem.

Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas

- 325. Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas.
- 326. Sinalização adequada das vias e área operacional.
- 327. Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva
- 328. Treinamento de procedimentos de Emergência
- 329. Implantação de checklists diários de operação
- 330. Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade.
- 331. Utilização de EPIs adequados.

Risco: Exposição a poeira

- 332. Uso de sistemas de aspersão de água ou controle de poeira.
- 333. Implementação de métodos de ventilação adequados.
- 334. Fornecimento de EPIs respiratórios para os trabalhadores que possam estar expostos a poeira respirável
- 335. Treinamento de uso de EPI's.

Atividade/Sistema: Implantação e Utilização de Barragem para disposição de rejeitos de mineração

Risco: Falha no sistema de contenção (Barragem de rejeitos)

- 336. Monitoramento contínuo via revisão periódica de segurança de barragens.

12 DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



- 337. Inspeções visuais regulares das estruturas de contenção.
- 338. Plano de manutenção preventiva para todas as estruturas de contenção
- 339. Manutenções preventivas periódicas
- 340. Elaboração e Implementação do PAEBM (Plano de Atendimento a Emergências de Barragens de Mineração)

Risco: Rompimento da Barragem

- 341. Adotar as seguintes medidas previstas no Plano de Gestão de Barragens da Vale:
- 342. Elaborar projetos básico e executivo com base na norma ABNT NBR 13028 e demais normas vigentes.
- 343. Manter ao longo de toda a obra da barragem fiscais de campo, tanto um funcionário da Vale para acompanhamento do andamento da obra, quanto um funcionário da empresa projetista, para orientar a empreiteira durante a execução da obra.
- 344. Promover auditorias e revisões técnicas periódicas de segurança abordando os critérios geotécnicos e ambientais.
- 345. Realizar a vegetação dos taludes visando evitar ravinamentos e erosão.
- 346. Implantar sistema de drenagem superficial objetivando disciplinar a condução de águas pluviais.

Risco: Deslizamento ou instabilidade geotécnica

- 347. Implementação de estudos geotécnicos detalhados e atualizados periodicamente, incluindo análises de estabilidade, testes de permeabilidade e modelagem de cenários críticos para avaliar as condições do terreno.
- 348. Implementação de sistema de drenagem adequada e controle de águas superficiais
- 349. Estabelecimento de coberturas vegetais nas áreas de taludes e encostas para minimizar a erosão e aumentar a resistência do solo.
- 350. Plano de Gestão de Riscos Geotécnicos: Desenvolver e aplicar um plano abrangente que inclua a capacitação contínua das equipes, inspeções regulares dos taludes e zonas de deposição, além de protocolos de evacuação para cenários de emergência.

Risco: Contaminação ambiental

- 351. Sistema de drenagem adequado,
- 352. Monitorar as áreas de drenagem e pontos de saída de água para detectar qualquer sinal de contaminação.

Atividade/Sistema: Utilização da Barragem

Risco: Ruptura da barragem

- 353. Inspeções regulares,
- 354. Controle da estabilidade,

LD DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



355. Sistema de alerta.

Atividade/Sistema: Oficina de manutenção de veículos e equipamentos

Risco: Explosões ou incêndios

356. Armazenamento seguro de materiais inflamáveis:
357. Sistemas de extinção de incêndio
358. Treinamento em prevenção de incêndios
359. Circulação de pessoas autorizadas

Risco: Exposição a produtos químicos e substâncias tóxicas

360. Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).
361. Armazenamento seguro de produtos químicos de acordo com as normas de segurança
362. Capacitar os trabalhadores sobre como manusear produtos químicos de forma segura, incluindo procedimentos de primeiros socorros em caso de exposição.

Risco: Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas

363. Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas.
364. Sinalização adequada das vias e área operacional.
365. Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva
366. Treinamento de procedimentos de Emergência
367. Implantação de checklists diários de operação
368. Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade.
369. Utilização de EPIs adequados.

Risco: Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos

370. Sinalização adequada.
371. Estabelecer limites de velocidade
372. Utilizar sinais de alerta sonoros e luzes para avisar sobre a aproximação de veículos ou equipamentos.
373. Proporcionar treinamentos regulares para motoristas e operadores de veículos.
374. Treinar os trabalhadores sobre os riscos de atropelamento, a necessidade de sempre usar os caminhos de pedestres e de estarem atentos ao tráfego de veículos.

Atividade/Sistema: Manutenção Industrial e Elétrica

Risco: Contato com áreas e equipamentos energizados

375. Instalação de sistemas de aterramento adequados e dispositivos de proteção contra sobrecarga.

LD DA @ 25 26 92 Of- RD GC PM



- 376. Inspeções regulares nas instalações elétricas para evitar curtos-circuitos ou falhas.
- 377. Isolamento das áreas energizadas para pessoas não autorizadas.

Risco: Vazamento/Derramamento de Efluente Industrial

- 378. Implementar sistemas adequados de tratamento de efluentes.
- 379. Realizar o monitoramento regular e controle dos sistemas de tratamento.

Atividade/Sistema: Estação de Tratamento de Esgoto

Risco: Disposição inadequada de efluentes

- 380. Implementar sistemas adequados de tratamento de efluentes.
- 381. Realizar o monitoramento regular e controle dos sistemas de tratamento.

Atividade/Sistema: Sistema de drenagem

Risco: Falhas nas bombas e sistemas de drenagem

- 382. Realizar manutenções preventivas nas bombas, válvulas, e outros componentes.
- 383. Inspeções periódicas para verificar obstruções ou falhas mecânicas
- 384. Treinamento e equipamentos adequados para as equipes responsáveis para realizar os reparos.

Risco: Contaminação ambiental

- 385. Monitorar as áreas de drenagem e pontos de saída de água para detectar qualquer sinal de contaminação.

Atividade/Sistema: Central de Materiais Descartáveis

Risco: Exposição a materiais contaminados ou infectantes

- 386. Armazenamento adequado de materiais contaminados:
- 387. Rotular e sinalizar os materiais contaminados ou potencialmente infectantes, seguindo as normas.
- 388. Utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).
- 389. Implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)

Risco: Incêndio ou Explosão

- 390. Armazenar os materiais em áreas específicas e ventiladas de acordo com as normas de segurança contra incêndio.
- 391. Instalar extintores, sprinklers e sistemas automáticos de detecção de incêndios.

Risco: Contaminação Ambiental

- 392. Implementar PGRS que oriente a adoção de sistema de separação de resíduos, com recipientes específicos para cada tipo de material.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



393. Seguir as normas e regulamentos ambientais para o descarte de materiais contaminantes e utilizar serviços especializados para o tratamento e disposição final

Atividade/Sistema: Ambulatório/Atendimento médico

Risco: Exposição a substâncias perigosas

394. Usar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados.
395. Estabelecer protocolos de higienização e desinfecção das instalações e equipamentos médicos, garantindo que todos os materiais sejam esterilizados adequadamente.

Risco: Geração de resíduos perigosos

396. Estabelecer um sistema de separação dos resíduos no local de geração, identificando os resíduos perigosos e não perigosos.
397. Utilizar recipientes apropriados e sinalizados para o descarte de resíduos perigosos.
398. Treinamentos sobre a gestão de resíduos e os procedimentos corretos para descarte.
399. Uso adequado de EPIs
400. Implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)

Atividade/Sistema: Transporte e movimentação de materiais e maquinários pesados

Risco: Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos

401. Sinalização adequada.
402. Utilizar sinais de alerta sonoros e luzes piscantes para avisar sobre a aproximação de veículos ou equipamentos.
403. Proporcionar treinamentos regulares para motoristas e operadores de veículos sobre procedimentos de segurança e direcionamento de tráfego.
404. Treinar os trabalhadores sobre os riscos de atropelamento, a necessidade de sempre usar os caminhos de pedestres e de estarem atentos ao tráfego de veículos.
405. Estabelecer limites de velocidade.

Risco: Vazamento de Combustíveis

406. Inspeção e manutenção regular dos veículos.

Risco: Vibração e Ruídos excessivos

407. Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado.
408. Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.

Atividade/Sistema: Posto de Abastecimento

Risco: Explosões ou incêndios

409. Armazenamento seguro de materiais inflamáveis:

LD DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



- 410. Sistemas de extinção de incêndio
- 411. Treinamento em prevenção de incêndios
- 412. Circulação de pessoas autorizadas

Risco: Exposição a produtos químicos e substâncias tóxicas

- 413. Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).
- 414. Armazenamento seguro de produtos químicos de acordo com as normas de segurança
- 415. Capacitar os trabalhadores sobre como manusear produtos químicos de forma segura, incluindo procedimentos de primeiros socorros em caso de exposição.

Risco: Vazamento de Combustíveis

- 416. Inspeção e manutenção regular das bombas de abastecimento e de veículos.

4.7.4. Fechamento

Atividade/Sistema: Demolições

Risco: Desmoronamentos e afundamento do solo

- 417. Reforço das áreas que permanecem estáveis após o fechamento e monitoramento contínuo.
- 418. Utilização de técnicas de fechamento que garantam a estabilidade do solo.

Risco: Acidentes com máquinas, equipamentos pesados e ferramentas

- 419. Inspeções periódicas e manutenção nos equipamentos, ferramentas e máquinas.
- 420. Sinalização adequada das vias e área operacional.
- 421. Implantação de um Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva
- 422. Treinamento de procedimentos de Emergência
- 423. Implantação de checklists diários de operação
- 424. Treinamentos regulares sobre a utilização correta de ferramentas manuais e equipamentos, além de promover o uso de ferramentas adequadas para cada atividade.
- 425. Utilização de EPIs adequados.

Risco: Queda de materiais e detritos

- 426. Uso de barreiras e telas de proteção,
- 427. Sinalização visível das áreas de risco,
- 428. EPIs adequados
- 429. Limpeza regular do local.

Risco: Exposição a poeira

- 430. Uso de sistemas de aspersão de água ou controle de poeira.
- 431. Implementação de métodos de ventilação adequados.

LD DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



- 432. Fornecimento de EPIs
- 433. Treinamento de uso de EPI's.

Atividade/Sistema: Obras civis de drenagem

Risco: Falhas nas bombas e sistemas de drenagem

- 434. Realizar manutenções preventivas nas bombas, válvulas, e outros componentes.
- 435. Inspeções periódicas para verificar obstruções ou falhas mecânicas
- 436. Treinamento e equipamentos adequados para as equipes responsáveis para realizar os reparos.

Risco: Contaminações

- 437. Monitorar as áreas de drenagem e pontos de saída de água para detectar qualquer sinal de contaminação.

Atividade/Sistema: Bombeamento e tratamento da água existente no lago do reservatório

Risco: Falha no sistema de bombeamento

- 438. Manutenção preventiva dos sistemas de bombeamento,
- 439. Realizar o bombeamento de forma gradual.

Atividade/Sistema: Transporte e movimentação de materiais e maquinários pesados

Risco: Atropelamentos ou colisões com veículos e equipamentos

- 440. Sinalização adequada.
- 441. Utilizar sinais de alerta sonoros e luzes piscantes para avisar sobre a aproximação de veículos ou equipamentos.
- 442. Proporcionar treinamentos regulares para motoristas e operadores de veículos sobre procedimentos de segurança e direcionamento de tráfego.
- 443. Treinar os trabalhadores sobre os riscos de atropelamento, a necessidade de sempre usar os caminhos de pedestres e de estarem atentos ao tráfego de veículos.
- 444. Estabelecer limites de velocidade.

Vazamento de Combustíveis

- 445. Inspeção e manutenção regular dos veículos.

Risco: Vibração e Ruídos excessivos

- 446. Realização de manutenções periódicas nas máquinas para garantir o funcionamento adequado.
- 447. Fornecimento de protetores auditivos para os trabalhadores envolvidos.

LD DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



Atividade/Sistema: Descaracterização de Barragens

Risco: Colapso da Barragem (ruptura)

- 448. Monitoramento constante da barragem,
- 449. Planejamento detalhado,
- 450. Drenagem controlada,
- 451. Uso de escoramentos temporários

Risco: Deslizamento de Terra

- 452. Análise geotécnica do solo,
- 453. Uso de taludes de contenção,
- 454. Drenagem adequada

4.8. PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCOS (PGR)

O Programa de Gerenciamento de Riscos descreve os procedimentos e práticas adotadas visando a manutenção de um nível satisfatório de segurança operacional, prevenindo a ocorrência ou reduzindo as consequências de incidentes danosos à integridade de pessoas, das instalações e do meio ambiente.

As recomendações e medidas de controle apresentadas no Estudo de Análise de Risco (EAR) devem ser consideradas partes integrantes do processo de gerenciamento de riscos. Entretanto, independente da adoção dessas medidas, um Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR) deve ser implementado com o propósito de operar e manter a unidade, ao longo de sua vida útil visando à prevenção de acidentes.

O Estudo de Análise de Risco contemplou as diretrizes básicas a serem adotadas no Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) e no Plano de Atendimento a Emergências (PAE), parte integrante do PGR.

4.8.1. Objetivos

Apresentar os procedimentos e práticas que visem à prevenção de acidentes, mantendo um nível satisfatório de segurança operacional, prevenindo a ocorrência ou reduzindo as consequências de incidentes danosos à integridade das pessoas, das instalações e do meio ambiente.

4.8.2. Requisitos Legais

Com a publicação da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), nº 01 de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986), que instituiu a necessidade de realização do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, os Estudos de Análise de Riscos passaram a ser incorporados neste processo, de forma que, além dos aspectos relacionados com ao meio ambiente, a prevenção de grandes acidentes também fosse contemplada no processo de licenciamento.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



4.8.3. Metas

O PGR tem como meta reduzir a ocorrência de acidentes, bem como a gravidade dos mesmos mediante adoção de ações preventivas.

4.8.4. Indicadores de Desempenho

Os indicadores de desempenho serão os registros de ocorrência de acidentes por períodos mensais, semestrais e anuais, e da gravidade deles, registrando-se os tempos de afastamento, quando for o caso.

4.8.5. Metodologia

O PGR está baseado em análise de informações que visam minimizar a probabilidade de ocorrência dos cenários de risco identificados, a definição de atividades para minimização dos riscos, e ações de gestão das ocorrências. É constituído pelas seguintes etapas interligadas, que se desdobram em ações específicas:

- Informações em Saúde, Segurança, Meio Ambiente e Requisitos Legais;
- Análise e Gerenciamento de Riscos e Mudanças;
- Manutenção da Integridade Física das Instalações e Equipamentos;
- Controle Operacional;
- Desenvolvimento Comportamental e Capacitação em Saúde e Segurança;
- Investigação de Acidentes e Tratamento de Desvios;
- Auditorias e Inspeções;

Apresenta-se a seguir a metodologia, os critérios e os procedimentos que serão adotados para a avaliação das consequências decorrentes de possíveis eventos acidentais envolvendo a liberação de produtos químicos com potencial de inflamabilidade e/ou toxicidade.

Definição dos cenários críticos com base nas análises de perigos e vulnerabilidades já apresentadas.

Seleção dos efeitos físicos relevantes, tais como: radiação térmica (incêndios), sobrecarga de pressão (explosões) e concentração tóxica no ar (liberações químicas).

Realização de Análise por Árvore de Eventos (AAE) para caracterizar o desenvolvimento de cada cenário acidental.

Uso de softwares reconhecidos internacionalmente, como PHAST, ALOHA ou ferramentas similares, para cálculo das zonas de impacto.

A modelagem terá como referência o nível de 1% de probabilidade de fatalidade, sendo apresentadas distâncias alcançadas para cada efeito físico, por cenário avaliado. Os resultados serão mostrados em tabelas e mapas georreferenciados compondo o Mapeamento de Vulnerabilidade.

4.8.5.1. Identificação de Cenários Acidentais Relevantes

A seleção dos cenários acidentais considerou os seguintes critérios:

12 DA @ 25 28 92 01-22 GC PM



- Produtos químicos presentes nas diferentes áreas operacionais da mina, tais como: Diesel, Hipoclorito de Sódio, Policloreto de Alumínio (PAC), Amil Xantato, Explosivos (emulsões), entre outros.
- Características físico químicas das substâncias (inflamabilidade, toxicidade, estado físico).
- Quantidades armazenadas e formas de manipulação.
- Histórico de acidentes em empreendimentos similares.
- Modos de falha potenciais, com base na experiência operacional e nas boas práticas de engenharia.

A identificação de cenários também foi complementada pela análise de situações de emergência abordadas nesta análise de risco, tais como falhas estruturais, rompimentos e extravasamentos.

Os principais cenários selecionados para análise de consequências químicas são; Incêndio em tanque de Diesel; Explosão acidental de emulsões explosivas armazenadas; Vazamento e dispersão atmosférica de Hipoclorito de Sódio; Vazamento de óleo hidráulico com possibilidade de incêndio; Acidente com produto químico de flotação (ex: Amil Xantato) com impacto tóxico ao ambiente;

4.8.5.2. Metodologia de Análise de Consequências

Para cada cenário identificado, será realizada uma Análise por Árvore de Eventos (AAE) visando identificar as possíveis sequências de eventos decorrentes de uma falha inicial. A AAE permitirá estabelecer os desdobramentos acidentais e os efeitos físicos associados.

A modelagem das consequências será feita utilizando ferramentas aceitas internacionalmente, tais como:

- PHAST (*Process Hazard Analysis Software Tool*) – Software referência para simulações de dispersão de nuvens tóxicas, radiação térmica e sobrepressão de explosões.
- ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*) – Ferramenta desenvolvida pela EPA e NOAA para modelagem de dispersões químicas e incêndios.
- RISKCURVES ou RISKPLOT – Para cálculos de frequência versus consequência, quando aplicável.

A modelagem considerará as condições meteorológicas típicas da região (velocidade e direção do vento, estabilidade atmosférica, temperatura ambiente) para simulação de dispersões e efeitos térmicos.

4.8.5.3. Critério de Avaliação de Fatalidade

O parâmetro mínimo a ser avaliado será a distância correspondente ao nível de 1% de probabilidade de fatalidade, conforme estabelecido no Termo de Referência. Quando tecnicamente aplicável, serão também avaliadas distâncias para outros níveis de efeito (ex.: limiar de dor térmica, sobrepressão para dano estrutural, efeitos tóxicos reversíveis). Para cada cenário, os efeitos físicos previstos são:

- Radiação térmica (para incêndios e explosões).
- Sobrecarga de pressão (blast) (para explosões de materiais energéticos).

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Dispersão e concentração de substâncias tóxicas no ar (para produtos com risco de inalação tóxica).

Os resultados da modelagem serão apresentados em:

- Tabelas, contendo as distâncias estimadas para os níveis de impacto analisados.
- Mapas de Vulnerabilidade, sobrepostos à planta geral do Projeto Alemão, representando graficamente as zonas de impacto.
- Descrição técnica dos cenários, com premissas, parâmetros utilizados e hipóteses de modelagem.
- Curvas de risco, caso seja necessária uma avaliação adicional de risco individual.

A Tabela 83 apresenta os exemplos dos resultados a serem obtidos por meio da modelagem.

Tabela 83 Exemplo de Resultados

Cenário Acidental	Produto	Efeito Físico	Distância para 1% de Fatalidade (m)	Outras Distâncias Relevantes (m)
Incêndio em tanque de Diesel	Diesel S10	Radiação térmica	50	100 (limiar de dor), 150 (lesão irreversível)
Explosão de emulsões	Emulsões Explosivas	Sobrepresão	30	80 (dano estrutural leve)
Vazamento de Hipoclorito	Hipoclorito de Sódio	Toxicidade	120	250 (efeito reversível), 300 (odor perceptível)
Vazamento de Amil Xantato	Amil Xantato	Toxicidade	80	150 (efeitos irritantes)

Obs.: Os valores apresentados acima são meramente ilustrativos. Os valores finais serão definidos após a execução das modelagens específicas.

4.8.5.4. Estimativa e Avaliação dos Riscos

A etapa de Estimativa e Avaliação dos Riscos tem como objetivo quantificar os riscos associados aos cenários acidentais identificados com potencial de extrapolar os limites físicos do empreendimento e, consequentemente, impor riscos de fatalidades em áreas externas à Mina do Alemão.

Inicialmente, os cenários acidentais considerados foram selecionados com base na análise de perigos realizada nas fases anteriores, priorizando aqueles que, de acordo com a modelagem de consequências, apresentaram distâncias de impacto superiores aos limites do empreendimento. Esses cenários incluem, principalmente, acidentes envolvendo substâncias químicas com características de inflamabilidade, toxicidade ou potencial explosivo.

A estimativa das frequências de ocorrência desses eventos será fundamentada em dados extraídos de bancos de dados internacionais reconhecidos, como o TNO *Purple Book*, o CCPS *Process Safety Data* e os bancos de dados da HSE (*Health and Safety Executive* – Reino Unido). Além disso, quando tecnicamente aplicável, será utilizada a técnica de Análise por Árvore de Falhas (AAF) para detalhar o encadeamento de causas que podem levar à ocorrência de cada evento.

Outro aspecto fundamental para a quantificação dos riscos é a caracterização da ocupação humana na área de influência do empreendimento. A Mina do Alemão está inserida na região da Floresta Nacional de Carajás (FLONA Carajás), que possui restrição de ocupação permanente. Assim, a avaliação preliminar indica que não há comunidades residentes dentro da área potencialmente afetada. Entretanto,

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



a análise considerará qualquer presença transitória de pessoas, como trabalhadores da unidade ou visitantes autorizados.

A partir da integração entre os dados de frequência de ocorrência, os resultados das modelagens de consequências e a caracterização populacional, será realizada a quantificação dos riscos individual e social. O risco individual será representado pela probabilidade anual de uma pessoa hipotética, localizada em diferentes pontos no entorno do empreendimento, sofrer uma fatalidade decorrente de um dos cenários acidentais avaliados. Já o risco social será expresso por meio de uma curva FN (Frequência versus Número de Fatalidades), permitindo a análise do número potencial de vítimas em função da frequência dos acidentes.

A avaliação final dos riscos será realizada com base nos critérios de aceitabilidade definidos na Norma CETESB P4.261/2011 – Risco de Acidente de Origem Tecnológica, que estabelece limites para risco individual e social em função do uso e da ocupação do solo. Esses critérios permitirão classificar os riscos como aceitáveis, toleráveis ou inaceitáveis.

Caso os riscos calculados se situem em faixas de tolerabilidade ou inaceitabilidade, serão propostas medidas adicionais de redução de riscos, com posterior reavaliação para verificar a efetividade das ações implementadas. Os resultados serão apresentados em mapas de isorisco (curvas de risco individual), tabelas de risco social e gráficos de comparação com os limites definidos pela norma de referência.

4.8.5.5. Medidas para Redução dos Riscos e Recalculo dos Riscos

A partir dos resultados obtidos na etapa de estimativa e avaliação dos riscos social e individual, será realizada uma análise crítica dos níveis de risco calculados, com base nos critérios de aceitabilidade estabelecidos pela Norma CETESB P4.261/2011. Caso algum dos cenários acidentais avaliados se enquadre na faixa de tolerabilidade condicionada ou na faixa de inaceitabilidade, serão propostas medidas adicionais de redução de riscos, visando a mitigação das consequências e/ou a redução das frequências de ocorrência dos eventos.

As medidas de redução poderão envolver diferentes níveis de intervenção, incluindo:

- Adoção de medidas de engenharia, como reforço de barreiras físicas, instalação de sistemas de contenção secundária, automação de processos críticos e implementação de sistemas de detecção e alarme precoce.
- Melhorias operacionais, como revisão de procedimentos de operação, manutenção preventiva de equipamentos e aumento da frequência de inspeções em áreas críticas.
- Substituição de substâncias perigosas, quando tecnicamente viável, por alternativas com menor potencial de risco.
- Redução de inventários, com reavaliação das quantidades de produtos químicos estocados, de forma a minimizar a severidade dos cenários potenciais.
- Capacitação e treinamento das equipes operacionais, com foco em prevenção e resposta rápida a emergências.

Após a definição e detalhamento das medidas de mitigação, será realizado um reprocessamento das

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



análises de risco, incorporando as novas condições operacionais e as barreiras adicionais implementadas. Este processo de recálculo permitirá quantificar a redução efetiva dos riscos, demonstrando a eficiência das medidas adotadas na migração dos cenários para faixas de risco aceitáveis.

Os resultados revisados serão novamente comparados aos critérios de aceitabilidade estabelecidos, garantindo que os riscos residuais estejam dentro dos limites permitidos para a continuidade segura das operações do empreendimento.

Esse processo de reavaliação será documentado e fará parte integrante do ciclo contínuo de gerenciamento de riscos da Mina do Alemão.

4.8.5.6. Integração com o Plano de Ação de Emergência (PAE)

O desenvolvimento da Estimativa das Consequências para o Projeto Alemão seguirá as melhores práticas internacionais de análise de riscos tecnológicos, com foco em cenários envolvendo produtos químicos perigosos. As informações geradas subsidiarão o planejamento de medidas de prevenção, mitigação e resposta, promovendo a segurança de trabalhadores, comunidades vizinhas e o meio ambiente.

Os resultados finais da modelagem serão incorporados ao Relatório de Análise Quantitativa de Riscos (AQR), com as devidas validações técnicas e apresentação de mapas temáticos de vulnerabilidade.

4.8.5.7. Segurança de Processos

A Mina do Alemão seguirá as diretrizes da Política de Gestão de Riscos da Vale (POL 00009G) e demais normas corporativas, com foco na prevenção de acidentes tecnológicos. Será adotada a abordagem de Gestão de Segurança de Processos (PSM), que contempla:

- Revisão de análise de riscos de processos (APR/HAZOP): A cada 5 anos ou após modificações significativas.
- Atualização de limites operacionais seguros: Anualmente.
- Treinamentos de operadores em segurança de processos: Anualmente, com carga horária mínima de 16 horas.
- Simulados de emergência de processo: Pelo menos uma vez ao ano, com envolvimento das equipes operacionais e de resposta a emergências.

4.8.5.8. Gerenciamento de Modificações (MOC)

Será adotado o procedimento corporativo PNR 000066 – Gerenciamento de Resposta a Emergência, que prevê a gestão rigorosa de modificações em processo, layout ou infraestrutura, garantindo que toda alteração passe por:

- Análise prévia de riscos (APR específica para mudança).
- Revisão de documentos operacionais afetados.
- Atualização dos treinamentos de equipe.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Avaliação de impacto nas barreiras de segurança existentes.
- Frequência de revisão do sistema MOC: Anual, com auditorias internas.

4.8.5.9. Procedimentos Operacionais

Os Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) serão estruturados conforme a PNR 000069 – Requisitos de Atividades Críticas (RAC) e abrangendo:

- Operações com explosivos, combustíveis, reagentes de flotação, entre outros;
- Inspeções de rotina;
- Situações de emergência.

Revisões de Procedimentos:

- Anualmente, ou sempre que houver alterações significativas;
- Incluindo obrigatoriamente lições aprendidas de incidentes;
- Treinamento nos Procedimentos: Reciclagem anual obrigatória para todos os envolvidos em atividades críticas.

4.8.5.10. Auditorias e Investigação de Incidentes

Auditorias Internas de Segurança de Processo e Emergência: Semestrais, com base nos requisitos da PNR 000066 e PGS 003123.

Auditorias externas: A cada 3 anos, ou conforme exigências legais.

Investigação de Incidentes: Todo incidente será investigado em até 5 dias úteis após a ocorrência.

A metodologia será baseada na Análise de Causa Raiz (RCA) e nos formulários padronizados ICS do sistema Vale. As conclusões gerarão planos de ação com prazos definidos.

Revisão de desempenho das investigações: Trimestralmente, com elaboração de relatório de tendências.

4.8.5.11. Manutenção de Sistemas Críticos

A Mina do Alemão implementará um Plano de Manutenção e Integridade para Sistemas Críticos de Segurança, incluindo:

- Equipamentos cobertos:
- Sistemas de combate a incêndio (hidrantes, LGE, RTI, bombas).
- Sistemas de detecção e alarme de incêndio e gases.
- Válvulas de segurança de processo.
- Barreiras de contenção (bacias de contenção de óleo/diesel e químicos).

A Periodicidades de Inspeção e Testes é apresentada na Tabela 84.

LD DA @ 20 20 92 01-22 GC PM



Tabela 84 Periodicidades de Inspeção e Testes

Tipo de Atividade	Periodicidade
Inspeção visual de integridade física	Mensal
Testes funcionais de detectores/alarme	Trimestral
Teste de sistema de combate a incêndio (SPCI)	Semestral
Calibração de instrumentos críticos	Semestral
Manutenção preventiva de válvulas e barreiras	Anual
Simulados práticos de resposta a emergências	Anual (obrigatório)

Controle de Registros: Todos os registros de inspeções, testes e manutenções serão arquivados por um período mínimo de 5 anos, com acompanhamento via sistema de gestão de manutenção informatizado.

4.8.6. Responsáveis pela Implantação do Programa

- 1ª Linha de Defesa – Responsabilidades gerais:
 - Garantir o conhecimento apropriado em gerenciamento de riscos, participar dos treinamentos de riscos estabelecidos pelas áreas normativas e cumprir com os padrões normativos aplicáveis;
 - Identificar e monitorar os riscos de forma integrada;
 - Monitorar periodicamente os indicadores de gestão de risco, adotando medidas corretivas;
 - Buscar apoio técnico das 2ªs Linhas de Defesa ou áreas normativas (tributárias, relações institucionais etc.) e/ou do Comitê(s) Executivo de Risco correspondente, sempre que necessário;
 - Apoiar a 2ª Linha de Defesa no desdobramento das diretrizes dos documentos normativos;
 - Adotar imediatamente as ações adequadas, no caso de qualquer ameaça de materialização de risco, retificando posteriormente o processo de aprovação, se necessário;
 - Paralisar a operação em caso de indisponibilidade parcial ou total de controles críticos que possam levar a uma materialização de risco;
 - Assegurar a implementação dos Planos de Resposta a Emergências, Crises, Negócios e Continuidade Operacional, quando aplicáveis, seguindo os respectivos documentos normativos.
- Donos de Riscos – Responsabilidades específicas:
 - Identificar, avaliar, registrar e tratar os riscos, aprovados no sistema;
 - Nomear donos de controle;
 - Avaliar e revisar tempestivamente os riscos, refletidos na apólice de seguro correspondente, quando aplicável;
 - Implementar ações preventivas e/ou mitigadoras para reduzir o nível do risco de acordo com a Estratégia de Resposta ao Risco;
 - Preparar o orçamento considerando planos de ação para gestão de riscos, acompanhando sua aderência e possíveis desvios;
 - Reportar os riscos e seu tratamento ao(s) órgão(s) de governança da Vale, sempre que solicitado.
- Donos de Controles - Responsabilidades específicas:

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Implementar os controles necessários para mitigar possíveis exposições a riscos, aprovando-os no sistema;
- Gerenciar os controles atribuídos, acompanhando sua execução e buscando as ações corretivas, em caso de falha dos mesmos ou deficiência do controle;
- Efetuar os testes dos controles críticos e não críticos, de acordo com sua periodicidade. Recomenda-se o arquivamento das evidências dos testes de controle no Sistema de Gestão de Riscos;
- Envolver o dono do risco quando forem identificadas deficiências nos testes de controle;
- Desenvolver planos de ação para melhorar ou corrigir os controles que não estão funcionando corretamente;
- Buscar a melhoria contínua dos controles, com foco na automação, quando aplicável.
 - Funções de suporte - Responsabilidades adicionais:
 - Fornecer suporte técnico e orientação padronizada sobre gerenciamento de riscos;
 - Verificar os controles e planos de ação, de acordo com o planejamento definido;
 - Disseminar conhecimento e fomentar boas práticas, assegurando tratamento padronizado para riscos semelhantes;
 - Assegurar que as recomendações apropriadas das seguradoras sejam consideradas no processo de gestão de risco.
 - 2ª Linha de Defesa Especialista:
 - Apoiar a 1ª Linha de Defesa no mapeamento e análise dos riscos, incluindo severidade e probabilidade, e na definição dos controles e indicadores adequados para auxiliá-los no cumprimento de requerimentos internos e externos;
 - Prover modelo contemplando causas, controles e indicadores para riscos semelhantes e monitorar sua implementação, quando aplicável;
 - Definir a metodologia e os padrões técnicos para a 1ª Linha de Defesa, incluindo aqueles para seleção de controles críticos, e fornecer treinamento e ferramentas de risco;
 - Executar verificações independentes, com foco nos controles críticos, de acordo com o escopo planejado, definindo ações corretivas imediatas e paralisando a operação, quando aplicável;
 - Monitorar os riscos classificados como “Muito Alto” e “Alto”, avaliando a eficácia de seus controles críticos e indicadores chave de risco e recomendar melhorias, quando necessário;
 - Participar, quando solicitado, do(s) Comitê(s) Executivo(s) de Riscos, reportando eventuais riscos relevantes que exijam a implementação de ações preventivas.
 - 2ª Linha de Defesa Especialista Responsabilidades adicionais da VP de Segurança e Excelência Operacional Gestão dos Riscos Operacionais:
 - Fornecer orientação técnica relacionada à gestão de emergência, crise e continuidade e Segurança de Processos Ocupacionais e Industriais, Geotecnia e Integridade de Ativos;

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Definir normas para os processos de gestão de ativos críticos e verificar a sua implementação e a eficácia dos controles aplicáveis para os riscos existentes;
- Promover e auxiliar na implementação das melhores práticas de gestão de riscos operacionais;
- Monitorar e reportar o desempenho dos riscos operacionais classificados como "Crítico" e "Muito Crítico" (MUE) em sua severidade para o(s) Comitê(s) de Assessoramento do Conselho de Administração, de acordo com a área de atuação;

A 2ª Linha de Defesa Especialista poderá realizar os testes dos controles, incluindo o registro de apontamentos, quando da identificação de desvios e melhorias. Nesta situação, a 1ª Linha de Defesa não é obrigada a executar os testes, mas deve definir e implementar plano de ação para solucionar o problema identificado.

- 3ª Linha de Defesa:

- Avaliar a efetividade do processo de gerenciamento dos riscos prioritários da Companhia, conforme estabelecido pelo Conselho de Administração;
- Avaliar os processos de governança, conformidade e controles internos, incluindo a efetividade da atuação das 1ª e 2ª Linha de Defesa;
- Comunicar aos gestores responsáveis e órgãos de governança competentes sobre eventuais exposições a riscos significativos e/ou deficiências de controle.

Quanto à responsabilidade de implantação do PAE, as equipes do Complexo Minerador da Mina do Alemão serão responsáveis pela coordenação e aplicação do PAE, sendo que a coordenação geral do plano ficará a cargo de supervisores e gerentes de área, com apoio da alta direção da empresa.

As atribuições e responsabilidades de cada componente da equipe de controle às situações de emergência deverão estar claramente definidas e conhecidas por cada um de seus integrantes, para assegurar o desencadeamento de ações de controle da emergência. A seguir são apresentadas as principais atribuições e responsabilidades de cada participante da equipe de atendimento a emergências.

- Central de Controle e Comunicação de Emergência (CECOM)

- Priorizar o acionamento da emergência, conforme procedimento existente e orientações recebidas;
- Repassar dados necessários para acionamento das equipes de emergência, em caso de emergências ocorridas nas áreas de apoio;
- Manter registros de todas as emergências atendidas.

- Bombeiro Líder

É o líder da brigada e tem apoio do suporte técnico da área, sendo suas principais atribuições:

- Substituir o coordenador geral;
- Coordenar as atividades da brigada, mantendo contato permanente com integrantes das equipes de controle da emergência;
- Solicitar reforços à Central de Controle a Emergências (CECOM);

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Verificar a ocorrência de vítima fatal e/ou danos patrimoniais às instalações;
- Comunicar o término da emergência a todos.
 - Plano de Auxílio Mútuo (PAM)

Apoio à área em que ocorreu o cenário de emergência (acionado somente através de decisão do coordenador geral).

- Brigada de emergência

A brigada de emergência deverá ser composta por profissionais previamente treinados e capacitados para atuar no primeiro atendimento às emergências, sob a coordenação do supervisor/encarregado, ou do técnico ou engenheiro de Segurança do Trabalho, e serão responsáveis por:

- Orientar o abandono da área para locais seguros;
- Auxiliar os portadores de necessidades especiais no abandono do local;
- Realizar o primeiro atendimento às emergências;
- Apoiar as equipes especializadas no atendimento às emergências;
- Executar manobras operacionais de controle e a interrupção da fonte geradora do acidente;
- Atender chamados e convocações emergenciais, dirigindo-se ao ponto de encontro determinado pelo líder da brigada;
- Identificar e balizar a área sinistrada com os meios disponíveis;
- Conduzir a retirada das pessoas não envolvidas no atendimento à emergência;
- Solicitar recursos humanos e materiais necessários;
- Auxiliar a operação de equipamentos para contenção de vazamentos de produtos ou substâncias em corpos hídricos ou solo;
- Deixar o local da emergência somente após autorização do coordenador da emergência.
 - Segurança empresarial
- Controlar a entrada, movimentação de pessoal e veículos na área da ocorrência;
- Isolar e evacuar as áreas de emergência;
- Acompanhar a perícia policial;
- Após a emergência, registrar a ocorrência com detalhes relativos às vítimas;
- Providenciar a guarda de resíduos e produtos perigosos expostos;
- Apoiar a elaboração de relação dos bens patrimoniais atingidos e/ou perdidos;
- Auxiliar no abandono do local;
- Determinar às portarias a restrição de entrada, tal como a liberação para representantes de órgãos, empresas, recursos e especialistas externos, acionados para a emergência.
 - Empresas contratadas
- Atender o estabelecido no PAE do da Mina do Alemão;

12 DA @ 20 20 92 01-22 GC PM



- Identificar cenários pertinentes às suas atividades e solicitar se necessário, que sejam feitas adequações no PAE visando atender os novos cenários identificados;
- Comunicar qualquer alteração à gerenciadora;
- Manter equipes de Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), treinadas e capacitadas para auxiliar no atendimento às emergências;
- Manter materiais, equipamentos, instalações e instrumentos em condições adequadas para auxiliar no atendimento às emergências;
- Dispor de pessoas e recursos para atendimento à emergência em suas equipes.
 - Medicina do trabalho e serviço social
- Assessorar as equipes de emergência e prestar atendimento médico às vítimas;
- Dirigir-se aos hospitais ou clínicas para acompanhamento da evolução dos casos das vítimas;
- Orientar clínicas/hospitais quanto aos atendimentos especiais;
- Acompanhar e cadastrar as vítimas internadas nos hospitais;
- Após a emergência, registrar a ocorrência, com detalhes relativos às vítimas e aos atendimentos médicos;
- Comunicar o ocorrido aos familiares dos trabalhadores, quando estes forem vítimas de acidentes decorrentes da emergência;
- Definir necessidades de remoção área, se necessário.
 - Meio Ambiente
- Atuar preventivamente para evitar possíveis falhas de equipamento de proteção e de monitoramento ambiental;
- Fazer avaliação ambiental das áreas afetadas pela emergência;
- Realizar o levantamento, quando necessário, junto às comunidades afetadas, avaliando os impactos sobre elas;
- Acompanhar as ações de atendimento a emergência, visando minimizar os impactos ambientais;
- Coordenar e acompanhar a implementação de medidas para recuperação das áreas afetadas;
- Fornecer subsídios sobre a emergência para comunicação aos órgãos ambientais;
- Acompanhar e prestar informações aos representantes dos órgãos ambientais (IBAMA, ICMBio);
- Comunicar a emergência à Agência Nacional de Mineração (ANM);
- Orientar a Brigada de Emergência quanto à emergência ambiental, caso se faça necessário;
- Orientar e acompanhar a destinação dos resíduos gerados e limpeza da área;
- Acompanhar a investigação do evento;

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Realizar, caso necessário, reuniões com líderes comunitários e órgãos competentes, sob orientação da Relação Institucional da Operação;
- Manter contato, caso necessário, com órgãos fiscalizadores externos de meio ambiente durante e após o desencadeamento da emergência, sempre em conjunto com a operação do PAE.
 - Segurança do trabalho
- Prestar assessoria às equipes para atendimento às emergências;
- Avaliar e orientar as equipes quanto aos riscos relacionados ao evento;
- Verificar a adequação dos EPIs e EPCs, utilizados no controle da emergência;
- Participar na demarcação da área de acesso restrito ao pessoal de atendimento;
- Verificar não-conformidades relativas à segurança, ocorridas durante o atendimento a emergência;
- Participar da investigação e análise dos acidentes;
- Acompanhar as atividades até o final da operação do evento;
- Coordenar os trabalhos da brigada de emergência, em conjunto com o líder da brigada;
- Coordenar os trabalhos do CECOM;
- Manter contato, se necessário, com os órgãos externos fiscalizadores de saúde e segurança durante e após o desencadeamento da emergência.

4.9. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE)

O Plano de Atendimento de Emergências (PAE) do Projeto Alemão foi elaborado em dezembro/2020 com sua última revisão realizada em maio/2023, e define para cada cenário acidental considerado, quais procedimentos e ações deverão ser realizados para combate imediato a uma situação de emergência, caso ela se concretize.

Nesse documento são definidas as responsabilidades no atendimento à emergência, procedimentos de resposta a acidentes, contatos, procedimento para execução de simulações e critérios para revisão dos padrões após a execução da simulação e/ou ocorrência de um cenário acidental.

4.9.1. Objetivo

O Plano de Atendimento a Emergência (PAE) contribui na atuação de maneira preventiva, estando preparado para atender a possíveis eventos indesejados e inesperados no Projeto Alemão durante as etapas de planejamento, implantação, operação e fechamento.

O plano deve propiciar respostas rápidas e efetivas em eventuais situações emergenciais que possam causar danos às instalações, equipamentos, meio ambiente e circunvizinhança da instalação.

Além da definição dos procedimentos emergenciais, o plano tem como objetivos:

- Definir as atribuições e responsabilidades das funções envolvidas na resposta às situações emergenciais, por meio de uma estrutura organizacional específica;

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



- Promover a integração das ações de resposta às emergências com outras instituições.

4.9.2. Cenários Acidentais

Durante as fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento, diversas atividades envolvem riscos associados ao uso de máquinas e equipamentos pesados, manuseio de substâncias perigosas, escavações, movimentação de solo, transporte de materiais, entre outros.

Esses riscos, quando materializados, podem gerar eventos indesejados com consequências significativas à saúde e segurança dos trabalhadores, à integridade das instalações e ao meio ambiente. Os cenários acidentais levantados abrangem desde acidentes com veículos e maquinários até situações críticas como explosões, deslizamentos, rompimento de barragens e contaminações ambientais.

Cada cenário identificado foi analisado com base em seus eventos iniciadores, modos de detecção e efeitos potenciais, considerando ainda a frequência estimada de ocorrência e a severidade dos impactos. Essa abordagem permite não apenas compreender a natureza dos riscos envolvidos, mas também orientar a definição de medidas preventivas e de mitigação adequadas a cada situação.

A Tabela 85 apresenta os principais cenários acidentais associados às diferentes áreas e atividades do projeto, estruturada para apoiar o planejamento de respostas emergenciais e o aprimoramento contínuo das condições de segurança operacional.

Tabela 85 – Cenário acidentais

Evento Iniciador	Descrição do Cenário Acidental	Área/Atividade
Remoção de vegetação / falha de drenagem	Erosão do solo, assoreamento e degradação ambiental	Supressão vegetal / Terraplenagem
Uso inadequado de fogo / condições ambientais	Incêndio florestal ou em estoques de madeira	Supressão vegetal
Ausência de EPIs / presença de animais	Ataques de animais peçonhentos ou selvagens com risco de lesões	Supressão vegetal / Obras civis
Falha no uso de equipamentos / ausência de treinamento	Acidentes com máquinas, ferramentas ou veículos pesados	Todas as atividades (Implantação, Operação, Fechamento)
Falta de sinalização / visibilidade reduzida	Atropelamento ou colisão com veículos/equipamentos	Transporte / Obras civis / Oficina
Fenômenos naturais / ausência de abrigo	Acidentes com descargas atmosféricas	Atividades externas
Esforço repetitivo / ausência de pausas	Lesões musculoesqueléticas, distúrbios ergonômicos	Todas as atividades manuais
Trânsito de veículos / movimentação de solo	Emissão de poeira e material particulado	Terraplenagem / Operação
Uso de equipamentos ruidosos	Exposição a ruído e vibração	Operação / Beneficiamento / Transporte
Contato com áreas energizadas	Choques elétricos, incêndios	Montagem eletromecânica / Manutenção elétrica
Vazamento em tanques / bombas	Vazamento de combustíveis com risco de incêndio ou contaminação ambiental	Transporte / Oficina / Posto de abastecimento
Uso de explosivos / falhas no desmonte	Vibração excessiva, lançamento de fragmentos de rocha, desmoronamentos	Desmonte de rochas
Instabilidade geotécnica / falta de drenagem	Deslizamentos e colapsos	Galerias / Barragens / Pilhas de estéril
Armazenamento inadequado / falha de ventilação	Explosão ou incêndio com dano humano e material	Refeitório / Beneficiamento / Oficina
Armazenamento ou descarte indevido de resíduos/efluentes	Contaminação do solo, água ou ar	Oficina / ETE / Barragens / Central de Resíduos
Acúmulo de gases tóxicos / falhas na ventilação	Intoxicação ou explosão por acúmulo de gases em áreas confinadas	Operação subterrânea / Comissionamento

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Evento Iniciador	Descrição do Cenário Acidental	Área/Atividade
Manuseio de substâncias tóxicas	Intoxicação ou exposição a produtos químicos	Beneficiamento / Posto / Ambulatório
Ruptura de barragem	Colapso com destruição ambiental, perdas humanas e impactos secundários	Barragens / Implantação / Descaracterização
Falha de sistemas de bombeamento	Alagamento, falha na drenagem	Obras civis de drenagem / ETE / Bombeamento de reservatórios
Colapso durante demolições	Queda de estruturas, detritos ou afundamento	Fechamento

4.9.3. Estrutura Organizacional de Resposta à Emergência

A Figura 25 é a representação esquemática da estrutura organizacional de Resposta à Emergência, onde é apresentada a ordem de acionamento dos envolvidos no atendimento à emergência.

Em concordância com o Manual de Gerenciamento de Emergências Baseado no *Incident Command System* (ICS) (“Manual ICS Vale”), a Estrutura Organizacional de Resposta (EOR) da VALE para emergências a partir das atividades da Mina do Alemão será baseada no Sistema de Comando de Incidentes (em inglês, *Incident Command System – ICS*), sendo composta por duas equipes funcionais: a Equipe de Gerenciamento de Emergência (em inglês, *Incident Management Team – IMT*) e a Equipe de Resposta Tática (em inglês, *Tactical Response Team – TRT*).

A EOR apresenta uma composição flexível e dinâmica, capaz de ser mobilizada de forma diferenciada para atender a cada cenário acidental, considerando as especificidades da emergência e das ações de resposta. Por exemplo, emergências de pequena magnitude e complexidade poderão ser gerenciadas e concluídas no nível da TRT, demandando apenas o apoio de membros da IMT nas notificações regulatórias. Por outro lado, emergências de maior complexidade e magnitude poderão exigir ações multidisciplinares e simultâneas, requerendo, portanto, esforço conjunto da TRT e IMT.

A Figura 25 apresenta o organograma simplificado da EOR prevista para a VALE, adaptado da metodologia do ICS, conforme realidade da empresa. Essa estrutura deve ser entendida como referência, podendo ser reduzida ou ampliada, tendo em vista que a metodologia prevê as posições que devem ser acionadas conforme a avaliação do Comandante do Incidente no momento da emergência, com base no cenário e potencial de agravamento da emergência.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM

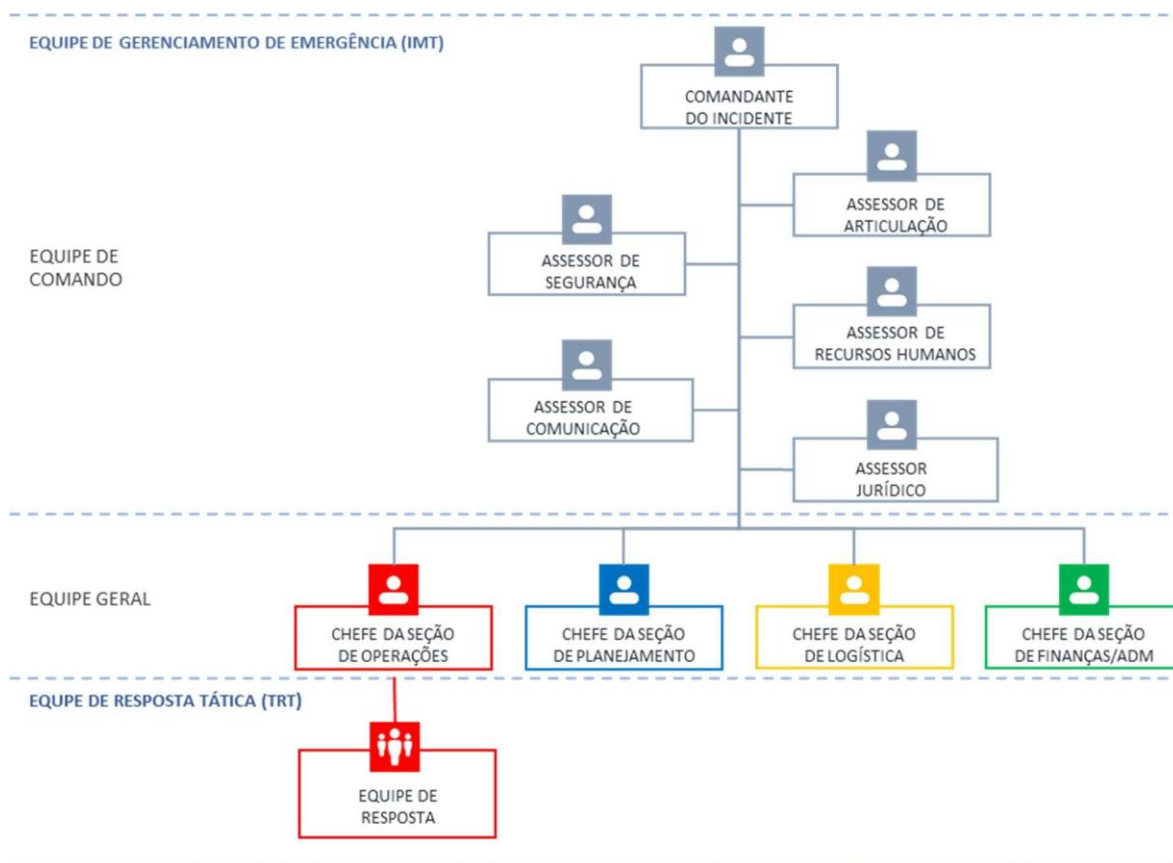


Figura 25 Fluxograma da Estrutura de Resposta a Emergência.

Fonte: Vale, 2023.

A gestão de emergências na Mina do Alemão será estruturada com base nos princípios do Sistema de Comando de Incidentes (SCI), devidamente adaptado à realidade operacional, ao porte e aos riscos associados ao empreendimento. A Estrutura Organizacional de Resposta à Emergência (EOR) será composta por uma equipe de gerenciamento estratégico e uma equipe tática de resposta em campo.

Equipe de Gerenciamento de Emergência (IMT – Incident Management Team)

A Equipe de Gerenciamento de Emergência (IMT) será responsável pela coordenação estratégica de todas as ações de resposta, garantindo a gestão integrada de recursos humanos, materiais e informacionais.

O Comandante do Incidente (IC) assumirá a liderança geral da resposta, com autoridade para tomar decisões críticas em situações de emergência. Este comando contará com o suporte de uma equipe de assessores diretos nas áreas de Segurança, Meio Ambiente, Comunicação, Jurídico e Recursos Humanos, que atuarão de forma consultiva e técnica.

Além disso, a IMT será estruturada em quatro seções funcionais:

- Seção de Operações: Responsável pela coordenação direta das ações de resposta em campo.
- Seção de Planejamento: Encaminhará o levantamento de informações, análise de cenários e definição de planos de ação.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Seção de Logística: Garantirá os recursos necessários à execução das ações, como equipamentos, transporte e alimentação.
- Seção de Administração/Finanças: Será responsável pelo controle de contratos, gestão de custos e documentação financeira vinculada à emergência.

Equipe de Resposta Tática (TRT – *Tactical Response Team*)

A Equipe de Resposta Tática (TRT) será responsável por executar as ações de contenção, resgate, combate a incêndios, atendimento a vítimas, controle de vazamentos e mitigação de impactos ambientais, diretamente nas áreas afetadas.

A TRT será liderada por um Líder da Equipe Tática, que coordenará os seguintes grupos operacionais:

- Bombeiros Industriais / Brigadistas Profissionais: Atuando no combate a incêndios, resgates e evacuações.
- Brigadistas Voluntários: Trabalhadores treinados para apoio imediato às ocorrências.
- Equipe de Atendimento PréHospitalar (APH): Com técnicos de enfermagem capacitados para o primeiro atendimento médico.
- Técnicos Ambientais: Atuando na contenção de produtos químicos, controle de efluentes e proteção ambiental.

Fluxo de Ativação da EOR e Classificação dos Níveis de Emergência

A ativação da estrutura de resposta ocorrerá de forma escalonada, considerando a gravidade e extensão da emergência.

As emergências serão classificadas nos seguintes níveis:

- Nível 1: Ocorrência controlável com recursos locais (TRT).
- Nível 2: Emergência que exigirá reforço de recursos da IMT e apoio de outras áreas internas.
- Nível 3: Emergência de grande porte, com potencial de impacto externo, exigindo o acionamento de órgãos externos (Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, entre outros).

O Centro de Controle de Emergência (CECOM) será o ponto de contato centralizado para o registro, monitoramento e comunicação de todas as ocorrências.

Organograma da Estrutura de Resposta à Emergência

A Figura 26 apresenta a estrutura hierárquica e funcional da EOR da Mina do Alemão, evidenciando a relação entre os níveis de comando, as assessorias e os grupos táticos de resposta.

12 DA @ 25 26 52 01-22 GC PM

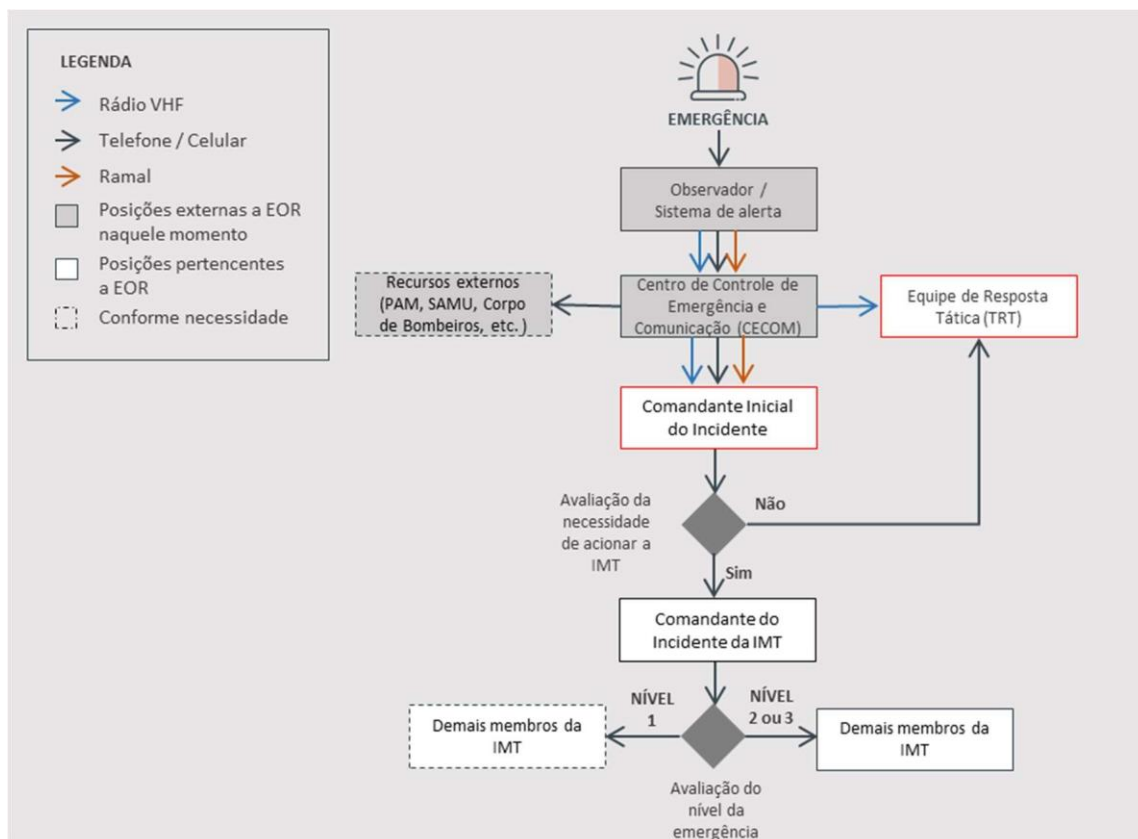


Figura 26 Fluxograma de mobilização da EOR da Unidade Operacional da Mina do Alemão

A gestão das ações de resposta a emergências será conduzida com base no compartilhamento, registro e arquivamento sistemático das informações críticas relativas à emergência, utilizando-se de canais de comunicação formais e informais, a serem estabelecidos pela Estrutura Organizacional de Resposta (EOR) do Projeto Alemão.

Comunicação Formal

Será adotado um fluxo de comunicação formal vinculado à hierarquia da cadeia de comando e aos protocolos previamente definidos. Este canal será utilizado para atribuição de tarefas, acompanhamento de resultados, solicitação de recursos e demais comunicações oficiais. As instruções formais deverão seguir os padrões estabelecidos no Sistema de Comando de Incidentes (SCI), garantindo rastreabilidade e clareza na gestão das informações.

Comunicação Informal

Paralelamente, será mantido um fluxo de comunicação informal, visando garantir a circulação rápida e livre de informações críticas entre as diferentes funções da EOR, favorecendo o alinhamento operacional e a tomada de decisão em tempo real.

Comunicação Interna

No momento da constatação de uma emergência, o observador deverá seguir as etapas que serão definidas no Plano de Resposta, para assegurar a implementação imediata de medidas de controle.

Ao receber a notificação inicial, o operador do Centro de Controle de Emergência e Comunicação



(CECOM) deverá realizar o registro das seguintes informações mínimas:

- Identificação do comunicante;
- Local de origem da emergência (com coordenadas geográficas, quando possível);
- Data e hora estimadas da ocorrência e/ou da primeira observação;
- Breve descrição da emergência;
- Ações iniciais de resposta já adotadas;
- Informações sobre vítimas, impactos ambientais visíveis e danos patrimoniais;
- Necessidade de recursos adicionais.

Em caso de derramamento de substâncias químicas, o comunicante também deverá informar, sempre que possível:

- Características da substância envolvida;
- Volume estimado derramado;
- Situação atual da descarga;
- Condições meteorológicas no local.

A comunicação inicial do incidente será feita verbalmente, e posteriormente será formalizada por meio do formulário ICS 2019, a ser implementado no empreendimento.

A lista de contatos de emergência deverá ser mantida atualizada e armazenada em meio digital (no diretório da rede corporativa) e físico (no CECOM). Essas informações estarão disponíveis para as partes interessadas, sempre que solicitado.

Além da comunicação formal, a EOR manterá um fluxo contínuo de informações internas, com alinhamento constante entre os responsáveis pelas diferentes seções e funções, garantindo uniformidade nas ações, nas prioridades e nas decisões estratégicas.

Comunicação Externa

Será estabelecida uma estratégia específica para a comunicação com partes externas durante a resposta a emergências. Esta estratégia contemplará a notificação inicial e o envio de atualizações sobre a evolução da emergência e as ações de resposta, direcionadas a órgãos públicos, autoridades locais, comunidades potencialmente afetadas, parceiros institucionais, imprensa e demais entidades interessadas.

A responsabilidade pela emissão de comunicados oficiais a órgãos públicos e entidades externas caberá ao Assessor de Articulação, com o suporte da Seção de Planejamento, conforme necessidade. O Assessor de Comunicação será responsável pelas interações com a mídia e pela comunicação interna com os empregados da unidade.

Assim que forem acionados, o Assessor de Articulação e o Assessor de Comunicação deverão realizar o mapeamento das partes interessadas envolvidas, considerando, entre outros: órgãos públicos, sociedade civil, parceiros institucionais e instalações vizinhas ao Projeto Alemão. Os canais de comunicação com essas partes serão estabelecidos e mantidos durante toda a gestão da emergência.

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



Por fim, todas as comunicações externas emitidas pela EOR deverão ser previamente avaliadas pelo Assessor Jurídico e submetidas à aprovação do Comandante do Incidente (IC) antes de seu envio.

A Figura 27 apresenta o fluxo de comunicação externa durante emergências na Mina do Alemão.

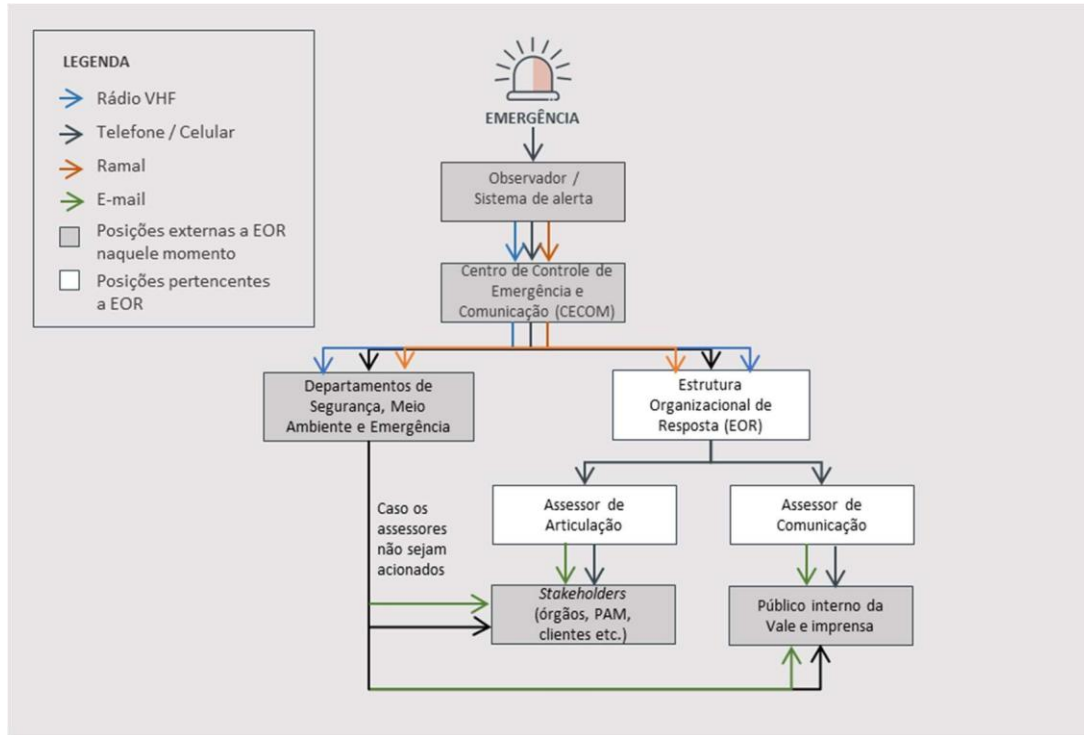


Figura 27 Fluxograma de comunicação externa durante emergências na Unidade Operacional.

Desta forma, a comunicação externa deve ser facilitada pela Assessoria de Articulação (em conjunto com a Assessoria de Comunicação, responsável por definir a mensagem chave) que, após aprovação do Assessor Jurídico e do Comandante do Incidente, deve disseminar a informação em modelos para cada uma das agências de interesse, podendo ser:

- Corpo de Bombeiros Militar;
- IBAMA;
- ICMBio
- Polícia Civil;
- Polícia Militar;
- Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Pará (CEDEC/PA);
- Defesa Civil Municipal;
- Prefeitura Municipal.

É importante ressaltar que as instituições a serem comunicadas dependem da tipologia da emergência, competindo à Assessoria de Articulação realizar esta análise. A lista de contatos das partes interessadas deve ser mantida atualizada, conforme informativo gerencial de mudança de estrutura.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



4.9.4. Área de abrangência do plano

A espacialização dos riscos (Figura 28) associados à fase de operação do Projeto Alemão foi realizada com base na análise das principais fontes de perigo previstas para o empreendimento. Foram elaborados mapas temáticos georreferenciados identificando as áreas com potencial de risco geotécnico (estabilidade de taludes e pilhas), hidrológico (barragem de rejeitos e sistemas de drenagem), químico (áreas de armazenamento e manipulação de reagentes e combustíveis), além de riscos operacionais (tráfego de equipamentos e veículos pesados). As áreas de risco foram classificadas conforme sua natureza e gravidade, com indicação das medidas de controle e mitigação correspondentes, integrando as informações com os Planos de Controle de Riscos e de Emergência do projeto.

10 DA @ 25 28 92 01-22 GC PM

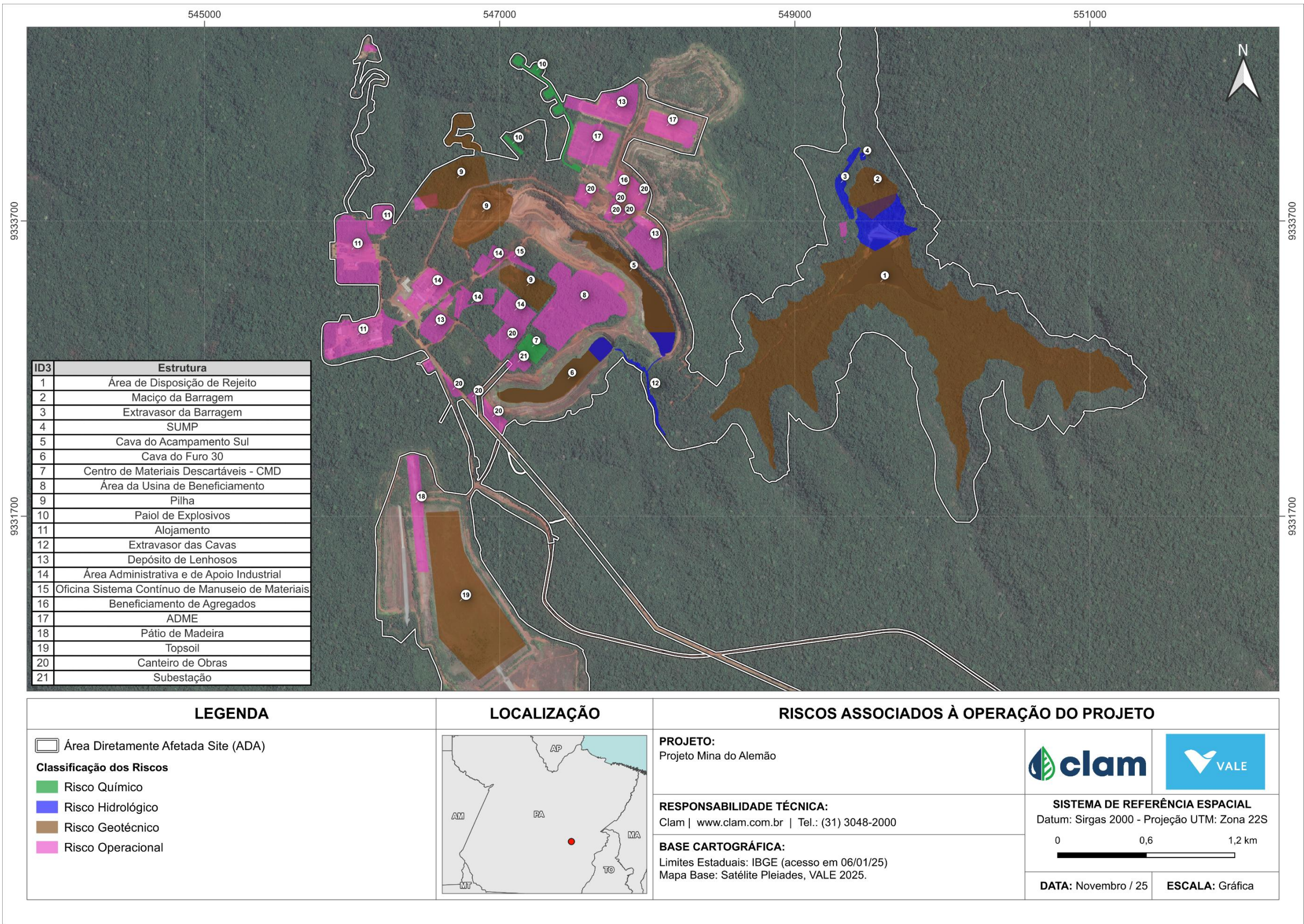


Figura 28 Espacialização dos Riscos

LD DA 23 28 32 37 42 47 52 57 62 67 72 77 82 87 92 97 102 107 112 117 122 127 132 137 142 147 152 157 162 167 172 177 182 187 192 197 202 207 212 217 222 227 232 237 242 247 252 257 262 267 272 277 282 287 292 297 302 307 312 317 322 327 332 337 342 347 352 357 362 367 372 377 382 387 392 397 402 407 412 417 422 427 432 437 442 447 452 457 462 467 472 477 482 487 492 497 502 507 512 517 522 527 532 537 542 547 552 557 562 567 572 577 582 587 592 597 602 607 612 617 622 627 632 637 642 647 652 657 662 667 672 677 682 687 692 697 702 707 712 717 722 727 732 737 742 747 752 757 762 767 772 777 782 787 792 797 802 807 812 817 822 827 832 837 842 847 852 857 862 867 872 877 882 887 892 897 902 907 912 917 922 927 932 937 942 947 952 957 962 967 972 977 982 987 992 997 1002 1007 1012 1017 1022 1027 1032 1037 1042 1047 1052 1057 1062 1067 1072 1077 1082 1087 1092 1097 1102 1107 1112 1117 1122 1127 1132 1137 1142 1147 1152 1157 1162 1167 1172 1177 1182 1187 1192 1197 1202 1207 1212 1217 1222 1227 1232 1237 1242 1247 1252 1257 1262 1267 1272 1277 1282 1287 1292 1297 1302 1307 1312 1317 1322 1327 1332 1337 1342 1347 1352 1357 1362 1367 1372 1377 1382 1387 1392 1397 1402 1407 1412 1417 1422 1427 1432 1437 1442 1447 1452 1457 1462 1467 1472 1477 1482 1487 1492 1497 1502 1507 1512 1517 1522 1527 1532 1537 1542 1547 1552 1557 1562 1567 1572 1577 1582 1587 1592 1597 1602 1607 1612 1617 1622 1627 1632 1637 1642 1647 1652 1657 1662 1667 1672 1677 1682 1687 1692 1697 1702 1707 1712 1717 1722 1727 1732 1737 1742 1747 1752 1757 1762 1767 1772 1777 1782 1787 1792 1797 1802 1807 1812 1817 1822 1827 1832 1837 1842 1847 1852 1857 1862 1867 1872 1877 1882 1887 1892 1897 1902 1907 1912 1917 1922 1927 1932 1937 1942 1947 1952 1957 1962 1967 1972 1977 1982 1987 1992 1997 2002 2007 2012 2017 2022 2027 2032 2037 2042 2047 2052 2057 2062 2067 2072 2077 2082 2087 2092 2097 2102 2107 2112 2117 2122 2127 2132 2137 2142 2147 2152 2157 2162 2167 2172 2177 2182 2187 2192 2197 2202 2207 2212 2217 2222 2227 2232 2237 2242 2247 2252 2257 2262 2267 2272 2277 2282 2287 2292 2297 2302 2307 2312 2317 2322 2327 2332 2337 2342 2347 2352 2357 2362 2367 2372 2377 2382 2387 2392 2397 2402 2407 2412 2417 2422 2427 2432 2437 2442 2447 2452 2457 2462 2467 2472 2477 2482 2487 2492 2497 2502 2507 2512 2517 2522 2527 2532 2537 2542 2547 2552 2557 2562 2567 2572 2577 2582 2587 2592 2597 2602 2607 2612 2617 2622 2627 2632 2637 2642 2647 2652 2657 2662 2667 2672 2677 2682 2687 2692 2697 2702 2707 2712 2717 2722 2727 2732 2737 2742 2747 2752 2757 2762 2767 2772 2777 2782 2787 2792 2797 2802 2807 2812 2817 2822 2827 2832 2837 2842 2847 2852 2857 2862 2867 2872 2877 2882 2887 2892 2897 2902 2907 2912 2917 2922 2927 2932 2937 2942 2947 2952 2957 2962 2967 2972 2977 2982 2987 2992 2997 3002 3007 3012 3017 3022 3027 3032 3037 3042 3047 3052 3057 3062 3067 3072 3077 3082 3087 3092 3097 3102 3107 3112 3117 3122 3127 3132 3137 3142 3147 3152 3157 3162 3167 3172 3177 3182 3187 3192 3197 3202 3207 3212 3217 3222 3227 3232 3237 3242 3247 3252 3257 3262 3267 3272 3277 3282 3287 3292 3297 3302 3307 3312 3317 3322 3327 3332 3337 3342 3347 3352 3357 3362 3367 3372 3377 3382 3387 3392 3397 3402 3407 3412 3417 3422 3427 3432 3437 3442 3447 3452 3457 3462 3467 3472 3477 3482 3487 3492 3497 3502 3507 3512 3517 3522 3527 3532 3537 3542 3547 3552 3557 3562 3567 3572 3577 3582 3587 3592 3597 3602 3607 3612 3617 3622 3627 3632 3637 3642 3647 3652 3657 3662 3667 3672 3677 3682 3687 3692 3697 3702 3707 3712 3717 3722 3727 3732 3737 3742 3747 3752 3757 3762 3767 3772 3777 3782 3787 3792 3797 3802 3807 3812 3817 3822 3827 3832 3837 3842 3847 3852 3857 3862 3867 3872 3877 3882 3887 3892 3897 3902 3907 3912 3917 3922 3927 3932 3937 3942 3947 3952 3957 3962 3967 3972 3977 3982 3987 3992 3997 4002 4007 4012 4017 4022 4027 4032 4037 4042 4047 4052 4057 4062 4067 4072 4077 4082 4087 4092 4097 4102 4107 4112 4117 4122 4127 4132 4137 4142 4147 4152 4157 4162 4167 4172 4177 4182 4187 4192 4197 4202 4207 4212 4217 4222 4227 4232 4237 4242 4247 4252 4257 4262 4267 4272 4277 4282 4287 4292 4297 4302 4307 4312 4317 4322 4327 4332 4337 4342 4347 4352 4357 4362 4367 4372 4377 4382 4387 4392 4397 4402 4407 4412 4417 4422 4427 4432 4437 4442 4447 4452 4457 4462 4467 4472 4477 4482 4487 4492 4497 4502 4507 4512 4517 4522 4527 4532 4537 4542 4547 4552 4557 4562 4567 4572 4577 4582 4587 4592 4597 4602 4607 4612 4617 4622 4627 4632 4637 4642 4647 4652 4657 4662 4667 4672 4677 4682 4687 4692 4697 4702 4707 4712 4717 4722 4727 4732 4737 4742 4747 4752 4757 4762 4767 4772 4777 4782 4787 4792 4797 4802 4807 4812 4817 4822 4827 4832 4837 4842 4847 4852 4857 4862 4867 4872 4877 4882 4887 4892 4897 4902 4907 4912 4917 4922 4927 4932 4937 4942 4947 4952 4957 4962 4967 4972 4977 4982 4987 4992 4997 5002 5007 5012 5017 5022 5027 5032 5037 5042 5047 5052 5057 5062 5067 5072 5077 5082 5087 5092 5097 5102 5107 5112 5117 5122 5127 5132 5137 5142 5147 5152 5157 5162 5167 5172 5177 5182 5187 5192 5197 5202 5207 5212 5217 5222 5227 5232 5237 5242 5247 5252 5257 5262 5267 5272 5277 5282 5287 5292 5297 5302 5307 5312 5317 5322 5327 5332 5337 5342 5347 5352 5357 5362 5367 5372 5377 5382 5387 5392 5397 5402 5407 5412 5417 5422 5427 5432 5437 5442 5447 5452 5457 5462 5467 5472 5477 5482 5487 5492 5497 5502 5507 5512 5517 5522 5527 5532 5537 5542 5547 5552 5557 5562 5567 5572 5577 5582 5587 5592 5597 5602 5607 5612 5617 5622 5627 5632 5637 5642 5647 5652 5657 5662 5667 5672 5677 5682 5687 5692 5697 5702 5707 5712 5717 5722 5727 5732 5737 5742 5747 5752 5757 5762 5767 5772 5777 5782 5787 5792 5797 5802 5807 5812 5817 5822 5827 5832 5837 5842 5847 5852 5857 5862 5867 5872 5877 5882 5887 5892 5897 5902 5907 5912 5917 5922 5927 5932 5937 5942 5947 5952 5957 5962 5967 5972 5977 5982 5987 5992 5997 6002 6007 6012 6017 6022 6027 6032 6037 6042 6047 6052 6057 6062 6067 6072 6077 6082 6087 6092 6097 6102 6107 6112 6117 6122 6127 6132 6137 6142 6147 6152 6157 6162 6167 6172 6177 6182 6187 6192 6197 6202 6207 6212 6217 6222 6227 6232 6237 6242 6247 6252 6257 6262 6267 6272 6277 6282 6287 6292 6297 6302 6307 6312 6317 6322 6327 6332 6337 6342 6347 6352 6357 6362 6367 6372 6377 6382 6387 6392 6397 6402 6407 6412 6417 6422 6427 6432 6437 6442 6447 6452 6457 6462 6467 6472 6477 6482 6487 6492 6497 6502 6507 6512 6517 6522 6527 6532 6537 6542 6547 6552 6557 6562 6567 6572 6577 6582 6587 6592 6597 6602 6607 6612 6617 6622 6627 6632 6637 6642 6647 6652 6657 6662 6667 6672 6677 6682 6687 6692 6697 6702 6707 6712 6717 6722 6727 6732 6737 6742 6747 6752 6757 6762 6767 6772 6777 6782 6787 6792 6797 6802 6807 6812 6817 6822 6827 6832 6837 6842 6847 6852 6857 6862 6867 6872 6877 6882 6887 6892 6897 6902 6907 6912 6917 6922 6927 6932 6937 6942 6947 6952 6957 6962 6967 6972 6977 6982 6987 6992 6997 7002 7007 7012 7017 7022 7027 7032 7037 7042 7047 7052 7057 7062 7067 7072 7077 7082 7087 7092 7097 7102 7107 7112 7117 7122 7127 7132 7137 7142 7147 7152 7157 7162 7167 7172 7177 7182 7187 7192 7197 7202 7207 7212 7217 7222 7227 7232 7237 7242 7247 7252 7257 7262 7267 7272 7277 7282 7287 7292 7297 7302 7307 7312 7317 7322 7327 7332 7337 7342 7347 7352 7357 7362 7367 7372 7377 7382 7387 7392 7397 7402 7407 7412 7417 7422 7427 7432 7437 7442 7447 7452 7457 7462 7467 7472 7477 7482 7487 7492 7497 7502 7507 7512 7517 7522 7527 7532 7537 7542 7547 7552 7557 7562 7567 7572 7577 7582 7587 7592 7597 7602 7607 7612 7617 7622 7627 7632 7637 7642 7647 7652 7657 7662 7667 7672 7677 7682 7687 7692 7697 7702 7707 7712 7717 7722 7727 7732 7737 7742 7747 7752 7757 7762 7767 7772 7777 7782 7787 7792 7797 7802 7807 7812 7817 7822 7827 7832 7837 7842 7847 7852 7857 7862 7867 7872 7877 7882 7887 7892 7897 7902 7907 7912 7917 7922 7927 7932 7937 7942 7947 7952 7957 7962 7967 7972 7977 7982 7987 7992 7997 8002 8007 8012 8017 8022 8027 8032 8037 8042 8047 8052 8057 8062 8067 8072 8077 8082 8087 8092 8097 8102 8107 8112 8117 8122 8127 8132 8137 8142 8147 8152 8157 8162 8167 8172 8177 8182 8187 8192 8197 8202 8207 8212 8217 8222 8227 8232 8237 8242 8247 8252 8257 8262 8267 8272 8277 8282 8287 8292 8297 8302 8307 8312 8317 8322 8327 8332 8337 8342 8347 8352 8357 8362 8367 8372 8377 8382 8387 8392 8397 8402 8407 8412 8417 8422 8427 8432 8437 8442 8447 8452 8457 8462 8467 8472 8477 8482 8487 8492 8497 8502 8507 8512 8517 8522 8527 8532 8537 8542 8547 8552 8557 8562 8567 8572 8577 8582 8587 8592 8597 8602 8607 8612 8617 8622 8627 8632 8637 8642 8647 8652 8657 8662 8667 8672 8677 8682 8687 8692 8697 8702 8707 8712 8717 8722 8727 8732 8737 8742 8747 8752 8757 8762 8767 8772 8777 8782 8787 8792 8797 8802 8807 8812 8817 8822 8827 8832 8837 8842 8847 8852 8857 8862 8867 8872 8877 8882 8887 8892 8897 8902 8907 8912 8917 8922 8927 8932 8937 8942 8947 8952 8957 8962 8967 8972 8977 8982 8987 8992 8997 9002 9007 9012 9017 9022 9027 9032 9037 9042 9047 9052 9057 9062 9067 9072 9077 9082 9087 9092 9097 9102 9107 9112 9117 9122 9127 9132 9137 9142 9147 9152 9157 9162 9167 9172 9177 9182 9187 9192 9197 9202 9207 9212 9217 9222 9227 9232 9237 9242 9247 9252 9257 9262 9267 9272 9277 9282 9287 9292 9297 9302 9307 9312 9317 9322 9327 9332 9337 9342 9347 9352 9357 9362 9367 9372 9377 9382 9387 9392 9397 9402 9407 9412 9417 9422 9427 9432 9437 9442 9447 9452 9457 9462 9467 9472 9477 9482 9487 9492 9497 9502 9507 9512 9517 9522 9527 9532 9537 9542 9547 9552 9557 9562 9567 9572 9577 9582 9587 9592 9597 9602 9607 9612 9617 9622 9627 9632 9637 9642 9647 9652 9657 9662 9667 9672 9677 9682 9687 9692 9697 9702 9707 9712 9717 9722 9727 9732 9737 9742 9747 9752 9757 9762 9767 9772 9777 9782 9787 9792 9797 9802 9807 9812 9817 9822 9827 9832 9837 9842 9847 9852 9857 9862 9867 9872 9877 9882 9887 9892 9897 9902 9907 9912 9917 9922 9927 9932 9937 9942 9947 9952 9957 9962 9967 9972 9977 9982 9987 9992 9997 10002 10007 10012 10017 10022 10027 10032 10037 10042 10047 10052 10057 10062 10067 10072 10077 10082 10087 10092 10097 10102 10107 10112 10117 10122 10127 10132 10137 10142 10147 10152 10157 10162 10167 10172 10177 10182 10187 10192 10197 10202 10207 10212 10217 10222 10227 10232 10237 10242 10247 10252 10257 10262 10267 10272 10277 10282 10287 10292 10297 10302 10307 10312 10317 10322 10327 10332 10337 10342 10347 10352 10357 10362 10367 10372 10377 10382 10387 10392 10397 10402 10407 10412 10417 10422 10427 10432 10437 10442 10447 10452 10457 10462 10467 10472 10477 10482 10487 10492 10497 10502 10507 10512 10517 10522 10527 10532 10537 10542 10547 10552 10557 10562 10567 10572 10577 10582 10587 10592 10597 10602 10607 10612 10617 10622 10627 10632 10637 10642 10647 10652 10657 10662 10667 10672 10677 10682 10687 10692 10697 10702 10707 10712 10717 10722 10727 10732 10737 10742 10747 10752 10757 10762 10767 10772 10777 10782 10787 10792 10797 10802 10807 10812 10817 10822 10827 10832 10837 10842 10847 10852 10857 10862 10867 10872 10877 10882 10887 10892 10897 10902 10907 10912 10917 10922 10927 10932 10937 10942 10947 10952 10957 10962 10967 10972 10977 10982 10987 10992 10997 11002 11007 11012 11017 11022 110



4.9.5. Produtos perigosos e formas de armazenamento

Os produtos perigosos são substâncias que apresentam riscos à saúde humana, ao meio ambiente ou à integridade física de instalações, podendo ser inflamáveis, tóxicos, corrosivos, reativos ou radioativos, conforme classificação da NBR 14725 e da legislação vigente (Decreto 10.088/2019 e Resolução ANTT nº 5.998/2022).

No contexto do empreendimento, o armazenamento desses produtos seguirá os critérios técnicos e legais, visando a prevenção de acidentes, o controle ambiental e a segurança dos trabalhadores. As principais diretrizes para o armazenamento seguro incluem:

- **Segregação por classe de risco:** Produtos incompatíveis devem ser armazenados separadamente para evitar reações químicas perigosas.
- **Estrutura física adequada:** Utilização de tanques, contêineres ou armários com contenção secundária, impermeabilizados e ventilados.
- **Sinalização e identificação:** Todos os recipientes devem conter rótulos e fichas com informações de risco, conforme o Sistema Globalmente Harmonizado (GHS).
- **Controle de acesso e ventilação:** Áreas de armazenamento devem ser restritas e possuir ventilação natural ou forçada para evitar a concentração de vapores.
- **Plano de resposta a emergências:** Deve se prever ações específicas para contenção de vazamentos, combate a incêndios e primeiros socorros.
- **Monitoramento e inspeção periódica:** Avaliações frequentes das condições de armazenamento e da integridade dos recipientes.

A Tabela 86 apresenta os principais produtos químicos a serem utilizados e sua forma de armazenamento.

Tabela 86 Estimativa de Produtos e armazenamento

Área	Atividades Envolvidas	Produtos Químicos Principais	Forma de Armazenamento	Forma de Manipulação
Paio de Explosivos	Recebimento, armazenamento, transporte interno e aplicação	Emulsões encartuchadas, emulsões bombeadas, cordel detonante, fulminantes, Nonel	Estruturas segregadas, com ventilação e segurança conforme Portaria 147 - COLOG	Transporte em veículos dedicados, carregamento de furos de detonação
Usina de Beneficiamento - Flotação e Espessamento	Dosagem em processos de concentração mineral	Amil xantato, Hostaflo 7800, Flotanol M28, Flotanol D25BR, Cal hidratada, floculantes	Armazenados em tanques, silos e bags, em áreas ventiladas, com contenção secundária	Diluição, dosagem automática por bombas, controle via instrumentação de processo
ETA – Estação de Tratamento de Água	Tratamento de água potável	Policloreto de Alumínio (PAC), Hipoclorito de Sódio, floculantes	Tanques e bags com contenção	Dosagem por bombas dosadoras, preparo de soluções
ETN – Estação de Tratamento de Efluentes	Neutralização e tratamento de efluentes de mina	Cal, floculantes, possíveis coagulantes	Silo para cal, bags para floculantes	Dosagem automática, mistura em tanques de reação
Oficina de Manutenção e Almoarifado de Lubrificantes	Abastecimento e manutenção de equipamentos móveis	Óleo hidráulico, lubrificantes, graxas	Tambores, containers e tanques dedicados com bacias de contenção	Abastecimento com bombas, uso manual de graxas
Posto de Abastecimento	Abastecimento de veículos leves e pesados	Diesel S10, Diesel S500, Etanol, Arla 32	Tanques metálicos verticais e horizontais com contenção e sistema de segurança	Abastecimento por bombas fixas, com controle de vazões e registros de consumo

12 DA @ 20 20 92 08-20 GC PM



Área	Atividades Envolvidas	Produtos Químicos Principais	Forma de Armazenamento	Forma de Manipulação
Áreas de Controle de Poeira	Supressão de pó em vias e pilhas	Supressores líquidos (ex: Cloreto de Cálcio, polímeros)	Containers/tanques específicos	Aplicação com caminhões-pipa ou sistema de aspersão

4.9.6. Tipos de Alertas Emergenciais

Para garantir a resposta rápida e eficaz diante das situações emergências serão utilizados os alertas emergenciais para garantir a segurança das pessoas, do meio ambiente e do patrimônio. Eles têm como objetivo comunicar, de forma clara e tempestiva, a ocorrência de um evento crítico e orientar a adoção de medidas de autoproteção.

Entre os principais tipos de alertas a serem utilizados, destacam-se:

Alerta Interno – Nível Localizado:

- Aplicável a emergências de pequeno porte, com efeitos restritos à área de ocorrência e sem potencial de propagação. Exemplos incluem: pequenos vazamentos de produtos perigosos, princípio de incêndio e acidentes com equipamentos.
- Meios de comunicação: rádio corporativo, sistema de alarme sonoro local, telefone e comunicação direta entre as equipes.

Alerta Interno – Nível Geral:

- Voltado para emergências que exigem a mobilização de múltiplas áreas da empresa ou que tenham potencial de afetar a segurança de um número maior de trabalhadores. Exemplos: incêndio de maiores proporções, explosões ou incidentes com produtos químicos em áreas operacionais.
- Meios de comunicação: sirenes internas de emergência, comunicação por rádio, telefonia corporativa e envio de mensagens via sistema interno.

Alerta Externo:

- Utilizado em situações com potencial de impacto para as comunidades vizinhas ou que demandem o acionamento de órgãos externos (Corpo de Bombeiros, Defesa Civil, etc.). Exemplos: grandes vazamentos, incêndios de grande porte, acidentes com transporte de produtos perigosos, ou qualquer evento que possa gerar risco à saúde pública ou ao meio ambiente fora dos limites da área operacional.
- Meios de comunicação: sirenes externas com sinal sonoro contínuo ou intermitente (conforme padrão de alerta definido), além de mobilização de veículos com sistema de som (carros de som), mensagens por rádio comunitário e envio de comunicados via Defesa Civil.

Alerta Preventivo:

- Utilizado em situações de risco potencial, para informar sobre condições operacionais anormais que possam evoluir para uma emergência. Exemplos: alerta de condições meteorológicas severas, aumento de nível de reservatórios, ou instabilidades detectadas em estruturas de contenção.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Meios de comunicação: emails corporativos, mensagens via rádio, reuniões de segurança (DDS), comunicados internos e boletins informativos.
- Alerta de Evacuação:
- Acionado quando houver a necessidade de evacuação imediata de áreas específicas ou de toda a planta operacional, em função da gravidade do evento. Exemplos: explosões, incêndios de grande escala, colapso de estruturas, entre outros.
- Meios de comunicação: sirenes de evacuação com sinal contínuo específico, comunicação por rádio, altofalantes e mensagens via sistema de emergência.

Alerta de Encerramento (Retorno à Normalidade):

- Emitido após a confirmação de que a situação de emergência foi controlada e que as condições de segurança foram restabelecidas.

Meios de comunicação: comunicação oficial via rádio, email, telefonia interna, boletins informativos e, se necessário, anúncio por altofalantes.

Cada um desses tipos de alerta segue protocolos específicos de ativação e meios de comunicação adequados, que podem incluir sirenes, sistemas de altofalantes, mensagens por rádio, telefonia, aplicativos de aviso ou veículos de som. O objetivo é assegurar que a informação chegue de forma clara, rápida e compreensível a todos os públicos envolvidos.

4.9.7. Procedimentos: isolamento, resposta, rescaldo

Para cada cenário de emergência identificado, tais como vazamentos de produtos perigosos, incêndios em estruturas, acidentes com múltiplas vítimas, emergências ambientais e incidentes com explosivos, são estabelecidos procedimentos operacionais padronizados que garantem a resposta eficiente e segura. Esses procedimentos englobam:

- **Avaliação da situação**, conduzida inicialmente pela Equipe de Resposta Tática (TRT), sob liderança do Comandante Inicial do Incidente, que realiza o reconhecimento do local, identificação de vítimas, análise da gravidade do evento e acionamento, se necessário, da Equipe de Gerenciamento de Emergência (IMT).
- **Isolamento da área**, com o bloqueio imediato do perímetro por meio de barreiras físicas e sinalização adequada, evitando o acesso de pessoas não autorizadas e minimizando o risco de exposição.
- **Ação direta**, que inclui o combate a incêndios com uso de hidrantes, espumas e agentes extintores, contenção de vazamentos de produtos perigosos, resgate de vítimas, estabilização de estruturas e interrupção de fontes de ignição, conforme a natureza do incidente.
- **Ações de rescaldo**, executadas após o controle da emergência, compreendendo o monitoramento de áreas afetadas, desmobilização segura dos recursos utilizados, descontaminação de materiais e elaboração de relatório final com lições aprendidas e medidas de prevenção para eventos futuros.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Essas ações serão conduzidas com base nos protocolos do Sistema de Comando de Incidentes (ICS) e utilizam os formulários e estruturas organizacionais recomendadas pela PNR 000066 – Gerenciamento de Resposta a Emergência, apresentado no Anexo 65.

4.9.8. Recursos humanos, materiais e agentes externos

A unidade contará com uma estrutura preparada para atuação em todos os níveis de emergência, distribuída estrategicamente nos diversos turnos operacionais. Entre os recursos humanos disponíveis, destacam-se:

- **Bombeiros Profissionais Civis e Técnicos de Enfermagem**, posicionados no Centro de Controle de Emergência e Comunicação (CECOM), prontos para resposta imediata.
- **Brigadistas Voluntários**, distribuídos nas áreas operacionais e administrativas, capacitados para primeiros socorros e combate inicial.
- **Equipe Médica e de Enfermagem**, localizada no ambulatório da unidade, com disponibilidade 24 horas.
- **Comandante do Incidente e equipe da IMT**, mobilizados conforme a gravidade da emergência, com apoio das áreas de Segurança, Meio Ambiente, Jurídico, Comunicação, Logística e Operações.

Quanto aos recursos materiais, destacam-se:

- **Sistema fixo e móvel de combate a incêndio**, com hidrantes externos e internos, unidades de espuma (LGE), bombas centrífugas com acionamento automático e tanques de reserva técnica de incêndio.
- **Equipamentos de contenção ambiental**, como barreiras de contenção, kits de absorção, mantas, EPIs específicos e sistemas de drenagem emergencial.
- **Equipamentos de resgate e atendimento à saúde**, como macas rígidas, cintas de salvamento, torniquetes, talas, kits de APH e conjuntos autônomos de respiração.

Esses recursos estão localizados nos principais pontos da planta industrial, como postos de combustível (leves e pesados), paiol de explosivos, galpão de reagentes e áreas de apoio, permitindo resposta rápida e integrada a qualquer tipo de emergência.

O dimensionamento e a manutenção desses recursos seguem os critérios da VALE e atendem à legislação vigente, garantindo a prontidão operacional para todas as situações previstas no Plano de Atendimento a Emergências. A Tabela 87 apresenta a estimativa de recursos a serem acionados em caso de situações de emergência.

Tabela 87 Estimativa de Recursos

Recurso Humanos ou material	Turno / Disponibilidade	Localização na Unidade
Bombeiros civis	Escala variável conforme demanda	Unidade operacional (não especificada)
Brigadista Voluntários (TRT)	Escala por emergência	Distribuídos por área
CECOM	24h	Instalação interna
Equipamentos de Resgate	Conforme necessidade	Distribuídos conforme plano de tarefa
Equipamentos de segurança de embarcações	Conforme uso	Distribuídos conforme plano de tarefa
Pontos de Encontro (PE)	Disponíveis a qualquer turno	Distribuídos por área

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



4.9.9. Treinamentos e simulados: cronograma e relatórios

Com o objetivo de garantir a capacitação contínua da equipe e a efetiva implementação do Plano de Atendimento a Emergências (PAE), o Projeto da Mina do Alemão contemplará um programa estruturado de treinamentos e simulados. As ações de capacitação serão conduzidas de forma periódica, com base nas diretrizes da Política de Gestão de Riscos da VALE e da norma PNR 000066 – Gerenciamento de Resposta a Emergência.

Os treinamentos teóricos e práticos devem abranger todos os públicos envolvidos no gerenciamento de emergências, desde visitantes até os membros da Equipe de Resposta Tática (TRT) e da Equipe de Gerenciamento de Emergência (IMT). Entre os principais treinamentos, destacam-se:

- Divulgação do PAE para visitantes – realizada no ingresso às instalações, com foco nas rotas de fuga, pontos de encontro e canais de acionamento;
- Treinamento Nível I – destinado a novos colaboradores, aborda as hipóteses acidentais e os procedimentos básicos de resposta;
- Treinamento Nível II – Brigadistas – capacitação anual em prevenção e combate a incêndio;
- Treinamento Nível II – Bombeiros Civis – formação conforme a Lei nº 11.901, com 210 horas de carga horária;
- Treinamentos específicos do ICS (*Incident Command System*) – voltados para membros da IMT, com foco em gerenciamento proativo, estrutura de comando, planejamento e resposta a incidentes em expansão.

O cronograma de treinamentos será elaborado anualmente e contemplará todas as atividades obrigatórias, além de atividades complementares baseadas na análise de risco da unidade. O cronograma será mantido atualizado e validado pela área de Segurança do Trabalho e Gestão de Riscos, com supervisão direta da coordenação do PAE.

Paralelamente aos treinamentos, serão realizados simulados práticos, que podem ser internos (envolvendo apenas a EOR) ou integrados (com participação de órgãos externos, como Corpo de Bombeiros, Defesa Civil, SAMU e Polícia Militar). Os tipos de simulados incluem:

- Exercício de mesa (*tabletop*) – simulação de cenários com foco em tomada de decisão;
- Exercício funcional – treinamento tático das equipes de resposta;
- Simulado completo e integrado – simulação realística envolvendo resposta tática, gerenciamento de crise e continuidade de negócios.

Todos os simulados serão documentados em relatórios técnicos, contendo:

- Descrição do cenário proposto;
- Cronologia das ações realizadas;
- Participantes e recursos empregados;
- Pontos fortes e oportunidades de melhoria;
- Planos de ação corretiva, quando aplicável.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Esses relatórios serão arquivados junto à Seção de Planejamento e utilizados como insumos para a revisão e aprimoramento contínuo do PAE. A sistemática de treinamentos e simulados assegura o alinhamento da equipe, a eficiência nas respostas e a conformidade com os requisitos legais e normativos aplicáveis à segurança operacional da unidade.

4.9.10. Plantas de apoio e mapas

Considerando que o Projeto da Mina do Alemão encontra-se em fase de planejamento, os anexos específicos para suporte ao atendimento emergencial, tais como plantas definitivas do empreendimento, mapas atualizados das instalações e os relatórios de avaliação dos treinamentos teóricos e práticos do PAE, ainda não podem ser apresentados neste momento.

Estes documentos serão elaborados e disponibilizados tão logo as etapas de implantação do empreendimento avancem para a fase de comissionamento e operação. A geração desses materiais está vinculada à consolidação da infraestrutura física da unidade, da definição dos pontos de apoio emergencial e da execução dos treinamentos previstos no cronograma formal do Plano de Atendimento a Emergências.

Dessa forma, fica formalizado que os anexos serão devidamente desenvolvidos, atualizados e apresentados antes do início das atividades operacionais da unidade, garantindo o pleno atendimento às exigências do Termo de Referência, bem como à legislação vigente aplicável às operações minerárias.

LO DA @ 25 28 92 01-22 GC PM



5 MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS OU COMPENSATÓRIAS – PROGRAMAS AMBIENTAIS

Neste item será apresentado a proposição dos Programas, Planos e Medidas de Mitigação dos impactos ambientais, levantados no capítulo de Avaliação de Impactos, considerados negativos e/ou medidas potencializadoras dos impactos positivos ao longo das diferentes fases do licenciamento ambiental do Projeto Alemão. As medidas propostas visam tornar os impactos esperados assimiláveis pelo meio ambiente e socialmente aceitáveis. Conforme USAID (2005) as medidas aqui indicadas podem ser classificadas como:

- **Mitigadora:** quando a ação resulta na redução dos efeitos do impacto ambiental negativo;
- **Controle:** quando a ação tem como objetivo acompanhar as condições do fator ambiental afetado de modo a validar a avaliação do impacto negativo identificado e/ou da eficácia da medida mitigadora proposta para este impacto, e servir de subsídio para proposição de mitigação ou mesmo para aumento do conhecimento tecnológico e científico;
- **Compensatória:** quando a ação objetiva compensar um impacto ambiental negativo significativo e não mitigável através de melhorias em outro local ou por novo recurso, dentro ou fora da área de influência do empreendimento;
- **Potencializadora:** quando a ação resulta no aumento dos efeitos do impacto ambiental positivo.

Além disso, as medidas mitigadoras podem ser avaliadas quanto ao caráter, podendo ser: I) preventiva: quando a ação resulta na prevenção da ocorrência total ou parcial do impacto ambiental negativo e, II) corretiva: quando a ação resulta na correção total ou parcial do impacto ambiental negativo que já ocorreu.

O documento em questão, é parte integrante dos estudos ambientais, que possuem como finalidade subsidiar os processos de licenciamento ambiental junto aos órgãos ambientais responsáveis. Destaca-se, que as atividades de manejo de fauna e flora a serem executadas pelas equipes em campo visam a conservação das espécies nativas, sobretudo buscando mitigar e/ou anular os impactos diretos e indiretos provenientes das atividades de implantação e operação do referido projeto, prevenindo a exposição aos riscos ou danos em função das atividades.

A Tabela 88 abaixo apresenta os planos e os programas propostos e executados para a mitigação e minimização dos impactos do Projeto Alemão.

LD DA @ 20 28 92 Of- RD GC PM



Tabela 88 Planos, Programas e Medidas para a mitigação e minimização de impactos

Impacto	Planos/Programas/Medidas	Meio
Impactos	Programa de Gestão Ambiental	Gestão
Alteração dos níveis de pressão sonora	Programa de Controle e Monitoramento de Ruído e Vibração	Físico
Alteração dos níveis de vibração	Programa de Controle e Monitoramento de Ruído e Vibração	
Alteração da qualidade do ar	Programa de Controle e Monitoramento das Emissões Atmosféricas e Qualidade do Ar	
Alteração da qualidade das águas superficiais	Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas Superficiais Programa de Monitoramento Qualitativo da Superfície Freática Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes	
Alteração da qualidade do solo	Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes	
Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Programa de Monitoramento Quantitativo da Superfície Freática Programa de Monitoramento Quantitativo das Águas Superficiais Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa	
Diminuição na disponibilidade hídrica superficial	Programa de Monitoramento Quantitativo das Águas Superficiais	
Diminuição na disponibilidade hídrica subterrânea	Programa de Monitoramento Quantitativo da Superfície Freática	
Perda do patrimônio espeleológico	Programa de Gestão Espeleológica – Subprograma de Resgate e Compensação Espeleológica	Espeleologia
Alteração da Integridade Física de cavidade	Programa de Gestão Espeleológica – Subprograma de monitoramento sismográfico	
Alteração de áreas de influência cavernícolas	Programa de Gestão Espeleológica – Subprograma de Acompanhamento de Áreas de Influência Cavernícolas	
Alteração de aporte hídrico, sedimentação e microclima a ambientes cavernícolas	Programa de Gestão Espeleológica – Subprograma de Monitoramento de Ambientes Cavernícolas	
Afugentamento da fauna e redução de diversidade do ambiente cavernícola e/ou seu entorno	Programa de Gestão Espeleológica – Subprograma de monitoramento de Fauna Cavernícola	
Afugentamento da Fauna	Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna	Fauna
Alteração das comunidades da biota aquática	Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas Superficiais Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores	
Atropelamento de Fauna	Programa de Monitoramento de Fauna Atropelada	
Desregulação Fisiológica de Indivíduos de Fauna	Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores	
Invasão Biológica	Programa de Detecção e Controle de Caramujo Africano / Programa de Controle da Dispersão de Espécies Exóticas de Peixes na Bacia do Igarapé Bahia	
Perda de habitat	Programa de Monitoramento de Ninho de Harpia	
Perda de indivíduos da Fauna	Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna	
Redução de passivo ambiental	Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores	
Retorno de espécies da Fauna	Programa de Monitoramento de Insetos Vetores / Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores	
Interferência em unidade de conservação	Plano de compensação ambiental; Programa de controle de espécies exóticas; Programa de plantio compensatório; Programa de prevenção e combate a incêndios florestais; Programa de monitoramento de bioindicadores.	Flora

LD DA @ 25 26 52 04-20 GC PM



Impacto	Planos/Programas/Medidas	Meio
Redução da cobertura vegetal	Plano de recuperação de áreas degradadas; Projeto de controle de espécies exóticas e invasoras; Programa de prevenção e combate a incêndios florestais; Programa de resgate de germoplasma; Plano de controle da supressão vegetal.	
Perda de indivíduos da flora	Programa de resgate de germoplasma; Plano de controle da supressão vegetal; Programa de plantio compensatório; Programa de controle de espécies exóticas e invasoras; Plano de recuperação de áreas degradadas.	
Aumento do efeito de borda	Programa de plantio compensatório; Plano de recuperação de áreas degradadas; Programa de controle de espécies exóticas e invasoras; Programa de prevenção e combate a incêndios florestais.	
Alteração da paisagem	Programa de plantio compensatório; Programa de controle de espécies exóticas; Programa de prevenção e combate a incêndios florestais; Plano de recuperação de áreas degradadas.	
Aumento da incidência de incêndios florestais	Programa de prevenção e combate a incêndios florestais; Plano de recuperação de áreas degradadas.	
Perda do banco de sementes	Plano de recuperação de áreas degradadas; Plano de controle da supressão vegetal; Programa de resgate de germoplasma.	
Perda de habitat	Plano de recuperação de áreas degradadas; Plano de controle da supressão vegetal; Programa de plantio compensatório; Programa de resgate de germoplasma.	
Redução do fluxo gênico em espécies vegetais	Programa de plantio compensatório; Plano de recuperação de áreas degradadas.	
Desregulação fisiológica de indivíduos florestais	Programa de monitoramento de bioindicadores	
Aumento de áreas verdes	Programa de resgate de germoplasma; Plano de controle da supressão vegetal; Programa de plantio compensatório; Plano de recuperação de áreas degradadas.	
Geração de expectativas e incertezas na população	Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança	Socioeconômico
	Programa de Comunicação Social (PCS)	
	Programa de Educação Ambiental (PEA)	
	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT)	
	Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás	
Alteração no fluxo migratório	Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança	
	Programa de Comunicação Social (PCS)	
	Programa de Educação Ambiental (PEA)	
	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT)	
	Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE)	
Alteração no nível de emprego e renda	Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás	
	Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança	
	Programa de Comunicação Social (PCS)	
	Programa de Educação Ambiental (PEA)	
	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT)	
Pressões na infraestrutura e na demanda por	Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE)	
	Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás	
	Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança	

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Impacto	Planos/Programas/Medidas	Meio
serviços e equipamentos sociais	Programa de Comunicação Social (PCS)	
	Programa de Educação Ambiental (PEA)	
	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT)	
	Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE)	
Alteração na dinâmica econômica	Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança	
	Programa de Comunicação Social (PCS)	
	Programa de Educação Ambiental (PEA)	
	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT)	
	Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE)	
	Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás	
Interferências no cotidiano da população	Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança	
	Programa de Comunicação Social (PCS)	
	Programa de Educação Ambiental (PEA)	
	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT)	
	Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE)	
	Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás	
Ocorrência de acidentes de trabalho nas frentes de serviço	Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança	
	Programa de Comunicação Social (PCS)	
	Programa de Educação Ambiental (PEA)	
Alteração na arrecadação pública	Programa de Comunicação Social (PCS)	
	Programa de Educação Ambiental (PEA)	
	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT)	
	Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE)	

5.1. PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL

5.1.1. Justificativa

A adoção de um Programa de Gestão Ambiental (PGA) é essencial para mitigar impactos significativos no meio ambiente. O PGA sistematizará ações preventivas, mitigatórias e compensatórias, assegurando a execução eficaz dos programas ambientais e uma gestão responsável. Além disso, promoverá a conformidade legal, a transparência, a eficiência operacional e a sustentabilidade, fortalecendo o compromisso da empresa com a responsabilidade ambiental.

5.1.2. Objetivo

O Plano de Gestão Ambiental (PGA) terá como objetivo principal resguardar a qualidade ambiental do empreendimento, garantindo a execução e operação dentro das condições pré-estabelecidas de prazo, custo e performance. Para isso, o PGA implementará técnicas que visam evitar, reduzir, remediar e

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



compensar impactos negativos, além de potencializar impactos positivos. Essas ações devem estar consistentes com os impactos identificados e as respectivas medidas ambientais planejadas.

5.1.3. Responsáveis pela implementação do PGA

A implementação do Plano de Gestão Ambiental (PGA) do Projeto Alemão será coordenada pela Vale S.A., responsável pelo cumprimento das ações previstas, alocação de recursos e articulação com os órgãos ambientais. A empresa, contará com equipe técnica interna e consultorias especializadas para a execução dos programas ambientais. Além da Vale, poderão ser envolvidos parceiros institucionais, como secretarias municipais e estaduais, instituições federais (ex: ICMBio), ONGs e universidades, conforme a natureza dos programas. Essas parcerias serão formalizadas por contratos, convênios ou termos de cooperação, com definição clara de atribuições, prazos e responsáveis legais.

5.1.4. Legislação e/ou requisitos

A estruturação e implementação do Plano de Gestão Ambiental (PGA) do Projeto Alemão estão fundamentadas em um robusto arcabouço legal e normativo que regula as atividades potencialmente causadoras de impacto ambiental. A identificação e aplicação dos dispositivos legais pertinentes foram realizadas com base em uma análise sistemática das exigências preconizadas pelas normas federais, estaduais e municipais.

Cada medida ambiental proposta no PGA estará ancorada em um ou mais dispositivos legais específicos, os quais determinam a adoção de métodos de controle, a definição de metas de desempenho ambiental, e o estabelecimento de indicadores de monitoramento ambiental. Essas obrigações são organizadas de forma a garantir conformidade legal, eficiência técnica e rastreabilidade durante todas as fases do empreendimento. Na Tabela 89, estão detalhadas as principais leis, requisitos e normas pertinentes ao Programa de Gestão Ambiental.

Tabela 89 Requisitos Legais e Normativos PGA

ÂMBITO	REQUISITO APLICÁVEL	ESCOPO REQUISITO
Constituição Federal	Constituição Federal de 1988.	Art 225. parágrafo 2º: e impõe a todos os que explorarem recursos minerais a obrigação de recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.
Federal	Portaria Ibama nº 1.729, de 28 de julho de 2020	Estabelece a estrutura mínima esperada para os Planos de Gestão Ambiental no âmbito do Licenciamento Ambiental Federal (LAF)
	Lei Federal Nº 6.938/81.	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
	Lei Nº 12.305/2010	Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).
	Lei Nº 9.605/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
	Lei 6.902 /1981	Estabelece as diretrizes para a criação das Estações Ecológicas e as Áreas de Proteção Ambiental (APA's).
	Lei Nº 9.433/1997	Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH).
	Lei Nº 9.985/2000	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.
	Lei Nº 12.651/2012	Código Florestal Brasileiro.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



ÂMBITO	REQUISITO APLICÁVEL	ESCOPO REQUISITO
Resolução Federal do Conselho Nacional do Meio Ambiente	Resolução CONAMA N° 357/2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
	Resolução CONAMA N° 491/2018	Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.
	Resolução CONAMA N° 418/2009	Estabelece critérios para a elaboração de planos de controle de poluição veicular-pcpv, para a implantação de programas de inspeção e manutenção de veículos em uso - i/m pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente, determinar novos limites de emissão e procedimentos para a avaliação do estado de manutenção de veículos em uso.
	Resolução CONAMA N° 420/2009	Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.
	Resolução CONAMA N° 430/2011	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.
Requisitos Voluntários	ABNT NBR ISO 14001:2015	Sistema de gestão ambiental _ Requisitos com orientações para o uso.
	ABNT NBR ISO 14004:2018	Sistema de gestão ambiental _ Diretrizes gerais para a implantação.
	ABNT NBR ISO 14031:2015	Gestão ambiental _ Avaliação de desempenho ambiental _Diretrizes.
	ABNT NBR ISO 14040:2009	Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura.
Portaria GM/MS	Portaria GM/MS N° 888/2021	Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Elaborado por Clam, 2024.

No âmbito estadual, o PGA observa as diretrizes da SEMAS/PA e da legislação ambiental do Estado do Pará, incluindo normas relacionadas à conservação da biodiversidade, uso do solo, recursos hídricos e áreas especialmente protegidas.

Adicionalmente, a Vale incorpora ao PGA requisitos voluntários decorrentes de compromissos corporativos e padrões internacionais, como:

- Princípios do ICMM (International Council on Mining and Metals) – com diretrizes para desempenho ambiental e social responsável na mineração;
- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS/ONU) – cujos princípios norteiam metas associadas à conservação ambiental, inclusão social e governança;
- Políticas internas da Vale em meio ambiente, saúde, segurança e relacionamento comunitário – integradas às metas operacionais da empresa.

5.1.5. Escopo

Os potenciais impactos ambientais associados à implantação, operação e descomissionamento do Projeto Alemão já foram amplamente identificados, caracterizados e avaliados no Estudo de Impacto Ambiental (EIA), inclusive com a atribuição de atributos como natureza, duração, abrangência, reversibilidade e relevância, conforme metodologia descrita na Seção 09 do referido estudo.

Como resultado dessa análise, foram estabelecidas medidas de controle, mitigação e compensação

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



ambiental que fundamentam a estrutura do presente Plano de Gestão Ambiental (PGA). Tais medidas conceituais estão consolidadas em programas e subprogramas ambientais, que visam garantir o acompanhamento e a efetividade da gestão ambiental do empreendimento em todas as suas fases.

Projeto Alemão

5.1.6. Abrangência

As medidas ambientais previstas neste Plano de Gestão Ambiental (PGA) devem ser elaboradas com base nas áreas de influência delimitadas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Projeto Alemão.

A delimitação geográfica considera elementos como limites municipais, bacias hidrográficas locais, comunidades próximas e áreas ambientalmente sensíveis, conforme caracterizado no EIA. Dessa forma, o PGA deve garantir que suas medidas de controle, mitigação, compensação e gestão ambiental estejam espacialmente compatíveis com os potenciais efeitos do empreendimento, atendendo à abrangência necessária para o acompanhamento e a efetividade das ações previstas.

5.1.7. Materiais e Métodos

O Plano de Gestão Ambiental (PGA) do Projeto Alemão terá como objetivo principal gerenciar os impactos socioambientais em todas as fases do projeto, desde o planejamento até o fechamento.

Para alcançar esses objetivos, o PGA estabelecerá um conjunto de medidas e responsabilidades para todas as partes envolvidas, especificando a metodologia e os procedimentos a serem seguidos.

A metodologia central do PGA é o ciclo PDCA, conforme a norma ISO 14001, que promove a melhoria contínua dos processos ambientais. O ciclo PDCA é amplamente utilizado para controlar e melhorar as atividades organizacionais, padronizando informações e minimizando erros nas análises.

Além da ISO 14001, o PGA também adotará o Vale Production System (VPS), um modelo dinâmico que guia a empresa na criação e compartilhamento de valor. O VPS é essencial para a cultura organizacional da Vale, incentivando o desenvolvimento pessoal, a padronização das melhores práticas e a disciplina operacional.

O ciclo PDCA e o VPS incluem as seguintes etapas:

Ciclo PDCA:

1. **PLAN:** Estabelecimento de um plano baseado nas diretrizes ou políticas da empresa. Esta fase inclui a definição dos objetivos, o caminho para atingi-los e o método a ser utilizado. Um bom planejamento evita falhas e perdas de tempo nas fases seguintes do ciclo.
2. **DO:** Execução do plano, que envolve o treinamento dos envolvidos, a implementação das ações e a coleta de dados para análise posterior. É crucial que o planejamento seja rigorosamente seguido.
3. **CHECK:** Verificação dos resultados alcançados e dos dados coletados. Esta análise pode ocorrer durante a execução do plano para garantir que o trabalho está sendo feito corretamente, ou após a execução, através de análises estatísticas e verificação dos itens de controle. Nesta

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



fase, podem ser detectados erros ou falhas.

4. **ACT ou ACTION:** Análise crítica dos resultados, comparando o planejado com o alcançado. Após essa análise, devem ser tomadas ações para corrigir as falhas identificadas e os desvios em relação aos objetivos e metas planejados, visando melhorar continuamente o desempenho ambiental e o método de trabalho.

Vale Production System (VPS):

- **Liderança:**
 - Comportamentos e compromisso da liderança;
 - Gestão de pessoas;
 - Desenho organizacional.
- **Técnico:**
 - Percepção e gerenciamento de riscos;
 - Saúde, segurança, meio ambiente e comunidades;
 - Projetos e construções;
 - Operação;
 - Manutenção.
- **Gestão:**
 - Desdobramento da estratégia;
 - Gerenciamento da rotina;
 - Processos e padronização;
 - Solução de problemas e melhoria contínua;
 - Avaliação do modelo de gestão e resultados.

A implementação do Plano de Gestão Ambiental (PGA) e do Vale Production System (VPS) no Projeto Alemão é fundamental para garantir a sustentabilidade das operações e a conformidade com as normas ambientais, esta organização não apenas minimiza os impactos ambientais, mas também promove uma cultura de melhoria contínua e responsabilidade socioambiental.

A Figura 29 apresenta um ciclo dinâmico do PDCA, que serve como suporte para o programa.

12 DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



CICLO PDCA

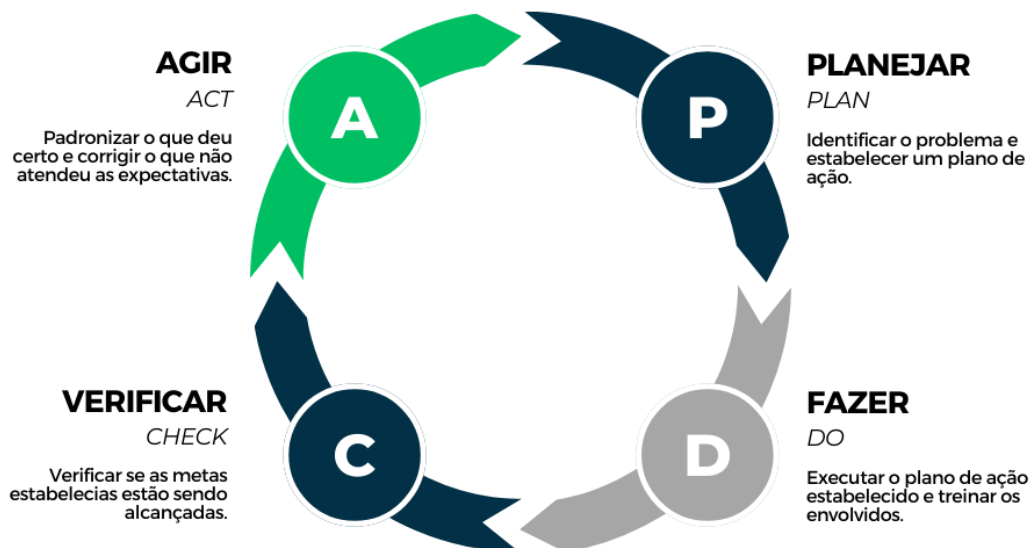


Figura 29 Detalhamento do Ciclo PDCA para o Sistema de Gestão Ambiental.

O PGA abrange todas as áreas operacionais e administrativas do Projeto Alemão, sempre alinhado ao VPS. Ele é uma ferramenta crucial para minimizar os impactos ambientais, implementando políticas, procedimentos e práticas que garantem operações responsáveis e conformidade com as leis e regulamentações ambientais.

5.1.7.1. Público-alvo

O Programa de Gestão Ambiental (PGA) do Projeto Alemão terá um público-alvo diversificado, que inclui:

- **Acionistas/Instituições financeiras:** Investidores e instituições financeiras que têm interesse no desempenho sustentável e financeiro do Projeto Alemão.
- **Sociedade Civil:** Grupos e organizações da sociedade civil que têm interesse nas práticas ambientais e sociais da Projeto Alemão.
- **Fornecedores:** Empresas que fornecem bens e serviços para o Projeto Alemão e que são impactadas pelas políticas e práticas ambientais da empresa.
- **Colaboradores:** Todos os funcionários do Projeto Alemão, que têm um papel na promoção de uma cultura organizacional que valorize a gestão ambiental.
- **Organizações não governamentais:** ONGs que trabalham em áreas relacionadas ao meio ambiente e sustentabilidade e que podem colaborar ou monitorar as atividades da Projeto Alemão.

LO DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- **Seguradoras:** Empresas de seguros que fornecem cobertura para as operações da Projeto Alemão e que têm interesse na gestão de riscos ambientais.

5.1.7.2. Estrutura Organizacional

Para realizar as futuras atividades previstas, a estrutura organizacional será responsável por gerenciar os elementos que compõem o plano de gestão ambiental, que incluem planejamento, organização, implementação e controle.

Para esse programa, a estrutura organizacional da Projeto Alemão contará com uma equipe multidisciplinar sempre que necessário. Essa equipe será composta por profissionais com formação e experiência no acompanhamento de empreendimentos minerários, garantindo assim uma gestão ambiental integrada.

5.1.7.3. Planejamento

No ciclo PDCA (Planejar-Fazer-Verificar-Agir), o planejamento é uma etapa vital para garantir o sucesso de qualquer iniciativa de melhoria contínua. Durante essa fase, são estabelecidos os objetivos e metas, além das estratégias e ações necessárias para alcançá-los. O planejamento inclui a análise detalhada do problema, a identificação das causas principais e a criação de um plano de ação bem estruturado.

5.1.7.4. Conscientização e Treinamento

A capacitação e a conscientização são componentes essenciais na fase de implantação de um sistema de gestão ambiental. Todos os funcionários envolvidos devem receber treinamento adequado sobre suas responsabilidades, procedimentos e práticas ambientalmente corretas. Isso inclui treinamentos específicos, como gerenciamento de resíduos, conservação de energia e uso eficiente de recursos naturais. É crucial que o treinamento seja documentado, com registros que evidenciem a competência e participação dos empregados.

5.1.7.5. Comunicação

Na fase de planejamento, é essencial que a comunicação seja clara e detalhada, envolvendo todos os stakeholders para definir objetivos e metas. Juran (1992) destaca que a comunicação eficaz durante o planejamento é crucial para alinhar expectativas e garantir que todos compreendam suas responsabilidades. Durante a execução, a comunicação contínua e transparente é vital. Fornecer feedback regular e manter todos informados sobre o progresso ajuda a identificar problemas rapidamente e permite ajustes necessários.

Na etapa de verificação, a comunicação deve focar na análise dos resultados obtidos em comparação com os objetivos planejados. Ishikawa (1985) ressalta que a comunicação clara dos resultados da verificação é essencial para identificar desvios e oportunidades de melhoria.

Finalmente, na fase de ação, a comunicação deve orientar sobre as correções e melhorias a serem implementadas. Crosby (1979) enfatiza que a comunicação eficaz na fase de ação garante que as lições

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



aprendidas sejam disseminadas e aplicadas em futuros ciclos PDCA.

5.1.7.6. Documentação do Sistema de Gestão Ambiental

A documentação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é crucial para o desenvolvimento adequado da gestão ambiental. Ela inclui procedimentos, políticas, planos e requisitos do sistema, como manuais de procedimentos, políticas ambientais, planos de ação e registros de monitoramento ambiental. A documentação deve ser clara, atualizada e acessível a todos os envolvidos, garantindo o entendimento, eficácia e aplicação das práticas estabelecidas. Na Vale, a criação e atualização da documentação do SGA será realizada de forma colaborativa, envolvendo todas as partes interessadas. Conforme a norma ISO 14001, a participação de todos os níveis da organização assegura que as informações sejam precisas e relevantes.

5.1.7.7. Controle de Documentos

O controle de documentos é vital em todas as fases do ciclo de gestão, garantindo que todas as informações relevantes estejam organizadas e acessíveis, facilitando a comunicação e a coordenação entre as equipes. Um sistema eficaz de controle de documentos ajuda a evitar erros, duplicações e a perda de informações críticas.

A implementação de um sistema de controle de documentos envolve várias etapas:

1. **Identificação e Classificação:** Todos os documentos devem ser identificados e classificados conforme sua importância e uso, incluindo políticas, procedimentos, registros e relatórios.
2. **Armazenamento e Acesso:** Os documentos devem ser armazenados de forma segura e organizada, garantindo fácil acesso para quem precisa deles. O uso de sistemas de gerenciamento eletrônico de documentos é altamente benéfico.
3. **Revisão e Atualização:** É crucial revisar e atualizar os documentos regularmente para refletir mudanças nos processos e políticas, garantindo que todas as informações estejam corretas e atualizadas.
4. **Controle de Versões:** Manter um controle de versões evita confusões e garante que todos utilizem a versão mais recente dos documentos.
5. **Treinamento e Conscientização:** Todos os funcionários devem ser treinados sobre a importância do controle de documentos e como utilizar o sistema de gerenciamento de documentos corretamente.

A implementação eficaz do controle de documentos traz diversos benefícios, incluindo:

- **Melhoria da Qualidade:** Documentos bem gerenciados contribuem para a melhoria contínua da qualidade dos processos e produtos.
- **Maior Eficiência:** Acesso rápido e fácil às informações necessárias aumenta a eficiência operacional.
- **Conformidade:** Ajuda a garantir a conformidade com normas e regulamentos, evitando penalidades e melhorando a reputação da organização.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- **Redução de Riscos:** Minimiza os riscos associados à perda de informações e erros de comunicação.

O controle da informação documentada é essencial para manter a integridade e acessibilidade dos documentos do SGA. De acordo com a ABNT NBR ISO 14001, a comunicação clara dos procedimentos de controle documental assegura que todos os documentos sejam facilmente acessíveis e atualizados conforme necessário. No Projeto Alemão, todas as premissas apresentadas neste item serão realizadas para o efetivo controle de documentos.

5.1.7.8. Controle Operacional

A Vale estabelece seus controles operacionais com base em avaliações de riscos, aspectos ambientais, oportunidades e outras questões prioritárias relacionadas ao contexto da organização e aos requisitos das partes interessadas relevantes. Esses controles serão implementados em conformidade com os requisitos legais aplicáveis e os compromissos estabelecidos na Política da empresa.

Além disso, as medidas específicas de controle ambiental associadas a cada aspecto identificado, conforme informado anteriormente, serão detalhadas nos programas ambientais do Plano Básico Ambiental PBA, a ser apresentado na solicitação de licença ambiental para a etapa de implantação. Dessa forma, os controles operacionais serão estruturados para garantir a prevenção e a mitigação de efeitos adversos, promovendo a melhoria contínua do desempenho ambiental do empreendimento.

5.1.8. Monitoramento e Avaliação

O monitoramento e a avaliação constituem elementos fundamentais de qualquer plano de gestão ambiental, sendo essenciais para garantir a efetividade das medidas propostas, o cumprimento dos requisitos legais e a promoção de práticas sustentáveis. Esses processos possibilitam a coleta contínua de dados relevantes e sua posterior análise crítica, permitindo a identificação de desvios, a adoção de ações corretivas e a melhoria contínua das estratégias implementadas.

O monitoramento sistemático fornece subsídios para a tomada de decisão técnica e a correção de eventuais falhas no processo de gestão, enquanto a avaliação permite verificar se os objetivos ambientais estão sendo atingidos de forma eficaz. A articulação entre essas duas dimensões é indispensável para o fortalecimento da gestão ambiental ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento.

No contexto da gestão de não conformidades, estabelece-se um procedimento formal para identificação, registro, tratamento e prevenção de eventos ou condições que representem desvios em relação às obrigações ambientais, de saúde, segurança, qualidade ou sociais. A gestão dessas não conformidades deve contemplar mecanismos de análise de causa, definição de ações corretivas e verificação de sua efetividade, assegurando que os aprendizados gerados se revertam em melhoria contínua dos processos.

Recomenda-se, como boa prática, que o processo de gestão seja amplamente difundido entre as equipes envolvidas por meio de treinamentos e estratégias de comunicação interna, promovendo o engajamento das áreas temáticas e garantindo a aderência aos procedimentos estabelecidos.

A definição dos indicadores relacionados à gestão de desempenho ambiental e à gestão de não conformidades será realizada com base em diretrizes corporativas e normativas internacionais

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



aplicáveis, como a ISO 14001, considerando a integração entre os diferentes sistemas e processos organizacionais. A consolidação e o acompanhamento desses indicadores serão de responsabilidade das instâncias competentes, de forma a garantir a rastreabilidade, a consistência e a transparência dos resultados reportados.

O ciclo de gestão das não conformidades compreende etapas sequenciais, a serem detalhadas nos instrumentos de gestão do empreendimento, incluindo a identificação, registro, análise, tratamento, verificação e comunicação dos desvios identificados.

5.1.8.1.1. Registros

A identificação de não conformidades é um processo essencial em sistemas de gestão ambiental e deve ser estruturada de maneira a promover a ampla participação dos envolvidos, independentemente de sua função, vínculo ou área de atuação no empreendimento. A abertura para que colaboradores próprios, terceiros, auditores internos ou externos, bem como órgãos fiscalizadores e certificadores possam identificar e comunicar desvios reforça a cultura de responsabilidade compartilhada e transparência.

Uma vez identificada, a não conformidade deve ser formalmente registrada em sistema apropriado de gestão, conforme o procedimento institucional adotado, seguindo fluxos previamente estabelecidos que garantam a rastreabilidade das informações e a adequada responsabilização das partes envolvidas.

A responsabilidade pelo registro da não conformidade poderá ser atribuída à área que identificou o desvio ou à área técnica diretamente relacionada ao tema, conforme o tipo e a origem do evento. Essa flexibilidade visa garantir que o registro ocorra de forma tempestiva, com o devido alinhamento entre os setores envolvidos e respeitando as competências temáticas.

A formalização do registro de uma não conformidade deve contemplar, de forma estruturada, as seguintes informações mínimas: descrição clara do desvio, data e local de ocorrência, unidade organizacional envolvida e demais dados pertinentes à sua rastreabilidade. Essas informações servirão de base para a posterior análise da não conformidade, definição de ações corretivas, avaliação de causas e verificação da eficácia das medidas adotadas.

A abordagem conceitual desse processo visa assegurar que o sistema de gestão ambiental atue de forma preventiva, responsiva e sistemática, promovendo a melhoria contínua e o alinhamento com os princípios das normas internacionais de gestão (como a ISO 14001). O fluxo completo de tratamento das não conformidades será descrito nos instrumentos técnicos específicos do projeto, respeitando as diretrizes do IBAMA.

5.1.8.1.2. Análise Crítica do Sistema de Gestão Ambiental

A análise crítica da gestão ambiental no Projeto Alemão consistirá em um processo essencial para consolidar os resultados qualitativos e quantitativos de todas as áreas envolvidas.

Os resultados dessas análises devem ser transformados em ações concretas, registradas e monitoradas até sua completa implementação. Todas as deliberações, incluindo aquelas que não resultarem em ações de melhoria, bem como as entradas e saídas das reuniões, devem ser documentadas na ata de reunião.

Devem ser identificadas oportunidades de melhoria contínua, bem como eventuais necessidades de

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



mudanças no sistema, recursos adicionais, ações corretivas caso os objetivos ambientais não sejam alcançados e suas implicações para o direcionamento estratégico da organização.

5.1.8.1.3. Acompanhamento e Avaliação do PGA

O Plano de Gestão Ambiental (PGA) do Projeto Alemão visará garantir a aplicação correta e eficiente dos programas ambientais, além de monitorar o desempenho por meio de objetivos e metas definidos e acompanhados por indicadores. A avaliação do programa será realizada com base na consolidação das informações dos indicadores, que orientam a tomada de decisões com foco na melhoria contínua e no cumprimento de condicionantes e requisitos legais. O acompanhamento dos indicadores é crucial para otimizar o tempo de resposta a não conformidades, trazendo inovação e agilidade na solução de problemas operacionais.

O modelo de gestão utilizado, em conjunto com outras ferramentas de controle, é o Vale Production System (VPS). Este sistema permite identificar problemas e avaliar as melhores soluções, com sugestões de melhorias vindas diretamente dos trabalhadores da área. Esse método auxilia na implementação de medidas que garantem a segurança na execução e a melhoria das estratégias.

O Plano de Controle Ambiental (PCA) deve ser atualizado a cada cinco anos para incorporar novas medidas e normas, garantindo que todas as esferas de interesse estejam alinhadas com as melhores práticas. Cada área possui seus próprios indicadores, permitindo o acompanhamento dos pontos críticos dos processos e a implementação de melhorias ou a manutenção das boas práticas.

5.1.8.1.4. Objetivos, Metas e Indicadores

Com base nas diretrizes estabelecidas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA), nos requisitos legais aplicáveis e nas boas práticas de gestão socioambiental, foram estruturados os programas que compõem o Plano de Gestão Ambiental (PGA) do Projeto Alemão, apresentados no item 5. Esses programas têm como objetivo assegurar a minimização dos impactos negativos identificados, o fortalecimento dos efeitos positivos e o cumprimento das exigências normativas e condicionantes do licenciamento ambiental.

A estruturação dos programas ambientais considerou uma abordagem integrada e preventiva, alinhada aos princípios da gestão ambiental prevista na NBR ISO 14001:2015 e às recomendações metodológicas de autores como Sánchez (2013), especialmente no que se refere à definição futura de indicadores de desempenho, metas e métodos de monitoramento.

Embora os indicadores específicos não sejam apresentados nesta fase por se tratar de um PGA conceitual, cabe ressaltar que sua definição será realizada de forma a garantir a rastreabilidade, a comparabilidade e a mensurabilidade dos efeitos e das ações propostas, contemplando os diferentes meios ambientais (físico, biótico e socioeconômico). Os indicadores serão definidos com base em critérios técnicos, na caracterização dos impactos e na viabilidade operacional, assegurando o monitoramento eficaz dos programas.

Além disso, os indicadores e respectivas metas serão organizados por temática ambiental, abrangendo tópicos como gestão ambiental corporativa, qualidade do ar, controle de ruído e vibração, estabilidade

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



geotécnica, qualidade da água, resíduos, biodiversidade, educação ambiental, saúde e segurança, entre outros. A definição da periodicidade de monitoramento, bem como dos métodos e técnicas associadas, será detalhada na fase de elaboração do Plano Básico Ambiental (PBA), os quais serão submetidos à aprovação do órgão ambiental licenciador durante a etapa de Licença de Instalação (LI).

Essa abordagem conceitual é compatível com o nível de detalhamento requerido nesta fase do licenciamento ambiental, garantindo a flexibilidade necessária para ajustes metodológicos com base em informações atualizadas, além de assegurar o alinhamento com as diretrizes do IBAMA, as especificidades dos impactos identificados e as características locais da área de influência do empreendimento.

5.1.8.1.5. Recursos

A execução do Plano de Gestão Ambiental (PGA) contará com equipe multidisciplinar composta por profissionais das áreas de engenharia (ambiental, florestal, civil, segurança), biologia, geologia, ciências sociais e comunicação, além de técnicos especializados em campo.

Serão utilizados recursos como veículos, equipamentos de monitoramento ambiental, EPIs, softwares de SIG e infraestrutura de apoio. Os quantitativos específicos serão definidos conforme a demanda de cada programa e etapa do cronograma.

A Vale reafirma que possui plena capacidade técnica, operacional e financeira para executar todas as ações previstas no PGA, assegurando os recursos necessários para sua implementação e eventuais ações corretivas.

5.1.9. Cronograma

O Plano de Gestão Ambiental (PGA) será implementado de forma progressiva durante as fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento, conforme as diretrizes estabelecidas neste estudo. As ações e programas previstos serão detalhados nos Planos Básicos Ambientais (PBAs), que definirão prazos, responsabilidades e formas de monitoramento.

Na fase de implantação, serão executadas ações preventivas e estruturantes. Durante a operação, os programas serão mantidos, avaliados e ajustados conforme os resultados obtidos. No fechamento, serão priorizadas ações de recuperação ambiental e desmobilização. Essa abordagem assegura o cumprimento das exigências legais e a efetiva gestão dos impactos ambientais ao longo de todo o ciclo do projeto.

5.2. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO MEIO FÍSICO

5.2.1. Programa de Controle e Monitoramento das Emissões Atmosféricas e Qualidade do Ar

5.2.1.1. Justificativa

As atividades previstas para o Projeto Alemão como construção e demolição de estruturas de alvenaria

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



e concreto; execução de cortes, aterros e terraplanagem; beneficiamento mineral; trânsito de veículos e equipamentos; e desmonte com fogo (detonação) podem gerar a emissão de materiais particulados e gases de combustão que podem alterar a qualidade do ar. Os receptores estão limitados ao alojamento interno do Projeto e a Floresta Nacional dos Carajás serve como uma barreira natural, reduzindo a dispersão para áreas externas. Dessa forma, têm-se a necessidade de identificar as fontes emissoras de particulados e executar o Programa de Controle e Monitoramento das Emissões Atmosféricas e Qualidade do Ar, visando minimizar os impactos.

5.2.1.2. Objetivo

Este programa tem como objetivo controlar e monitorar as emissões atmosféricas geradas pelas atividades previstas para o Projeto Alemão, além de acompanhar a qualidade do ar, garantindo o cumprimento dos padrões estabelecidos pelas legislações vigentes relacionadas à qualidade do ar e às emissões.

5.2.1.3. Responsável pela implementação do Programa

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

Os procedimentos de monitoramento, que incluem o ensaio e a elaboração dos relatórios consolidados, poderão ser realizados por empresa terceirizada especialista, que deverá contar com equipe técnica habilitada. Todos os ensaios deverão ser realizados em laboratórios que possuem no mínimo o reconhecimento de competência, conforme ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2017 (Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio de calibração) e que adotem, comprovadamente, os princípios de Boas Práticas de Laboratório (BPL).

5.2.1.4. Legislação e/ou outros requisitos

Apresenta-se a seguir, na Tabela 90, as leis, requisitos e normas aplicáveis ao Programa de Controle e Monitoramento das Emissões Atmosféricas e Qualidade do Ar.

Tabela 90 Requisitos legais aplicáveis ao Programa de Controle e Monitoramento das Emissões Atmosféricas e Qualidade do Ar

LEI ESTADUAL	
Lei Estadual nº 5.887/1995	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências.
RESOLUÇÃO CONAMA	
Resolução CONAMA nº 05/1989	Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR.
Resolução CONAMA nº 418/2009	Dispõe sobre critérios para a elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular PCPV e para a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e determina novos limites de emissão e procedimentos para a avaliação do estado de manutenção de veículos em uso.
Resolução CONAMA nº 491/2018	Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.
Resolução CONAMA nº 506/2024	Estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e fornece diretrizes para sua aplicação.
NORMA ABNT	
ABNT NBR 6.016:2015	Gás de escapamento de motor Diesel - Avaliação de teor de fuligem com a escala de Ringelmann

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



ABNT NBR 13.037:2001	Veículos rodoviários automotores - Gás de escapamento emitido por motor diesel em aceleração livre - Determinação da opacidade
INSTRUÇÃO NORMATIVA FEDERAL	
Instrução Normativa IBAMA nº 06/2010	Estabelece os requisitos técnicos para regulamentar os procedimentos para avaliação do estado de manutenção dos veículos em uso.

5.2.1.5. Escopo

O Programa de Controle e Monitoramento das Emissões Atmosféricas e Qualidade do Ar se relaciona ao impacto de alteração da qualidade do ar, que ocorrerá nas fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão. O impacto foi classificado como de baixa magnitude e irrelevante para a geração de material particulado, considerando que não existem receptores no entorno do projeto, enquanto para a geração de gases de combustão o impacto foi de média magnitude e relevante, tendo em vista a abrangência regional, pela inexistência de barreiras para sua dispersão e as interações com a atmosfera, podendo atingir áreas distantes.

5.2.1.6. Abrangência

O programa deve abranger a área de influência direta (AID) do Projeto Alemão, mais especificamente as áreas no entorno da ADA, considerando a inexistência de receptores no entorno do projeto.

5.2.1.7. Materiais e Métodos

Durante as fases de desenvolvimento do Projeto, estão previstas diversas fontes geradoras de emissões atmosféricas, especialmente material particulado na Área Diretamente Afetada (ADA). Considerando as particularidades de cada etapa do processo, é fundamental a implementação de estratégias de controle de emissões compatíveis com as características das fontes envolvidas.

O monitoramento de emissões de fontes fixas deve ser realizado por meio de amostragem contínua ou descontínua, conforme a criticidade e o potencial poluidor da fonte. Já o monitoramento de fontes móveis em veículos e equipamentos poderá ser realizado por meio de ensaios de opacidade ou avaliação da emissão de fumaça preta.

O monitoramento da qualidade do ar deverá ser implementado de forma pontual ou contínua, com base nos pontos de amostragem que serão definidos estrategicamente. A escolha dos pontos deve considerar variáveis como direção e intensidade dos ventos, topografia local, distâncias das fontes emissoras e a localização de potenciais receptores, tendo em vista a inexistência de receptores no entorno imediato do projeto.

5.2.1.8. Avaliação e Monitoramento

Para avaliação da qualidade do ar, dos parâmetros monitorados serão confrontados com os Valores Máximos Permitidos (VMP) estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 506/2024. Para fins comparativos, são observados os valores para padrão intermediário 2 para todos os poluentes, com exceção da fração PTS que apresenta apenas o limite para padrão final, como mostra a Tabela 91.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Tabela 91 Padrões e limites legais estabelecidos para avaliação da qualidade do ar

Parâmetros	Padrão	Valor
Partículas Totais em Suspensão - PTS	PF – Concentração média geométrica anual	80 µg/m³
	PF – Concentração média de 24 horas	240 µg/m³
Material Particulado - MP ₁₀	PI-2 – Concentração média aritmética anual	35 µg/m³
	PI-2 – Concentração média de 24 horas	100 µg/m³
Material Particulado – MP _{2,5}	PI-2 – Concentração média aritmética anual	17 µg/m³
	PI-2 – Concentração média de 24 horas	50 µg/m³

Além disso, a partir dos resultados obtidos deve-se determinar o Índice de Qualidade do Ar (IQAr) observado na estação de monitoramento. Para isso, é utilizado o cálculo disposto na Resolução CONAMA Nº 491/2018 e o resultado é comparado com a tabela de IQAr apresentada pelo Guia Técnico para o Monitoramento e Avaliação de Qualidade do Ar, do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2020). Abaixo constam a fórmula para obtenção do índice de qualidade do ar e a Tabela 92 para fim comparativo.

$$IQ_{ar} = I_{ini} + \frac{I_{fin} + I_{ini}}{C_{fin} - C_{ini}} \times (C - C_{ini})$$

Tabela 92 Padrão Nacional para avaliação do índice de qualidade do ar

Qualidade	Índice	MP10 (µg/m³) 24h	MP2,5 (µg/m³) 24h
N1 - Boa	0 - 40	0 – 50	0 – 25
N2 - Moderada	41 - 80	>50 – 100	>25 – 50
N3 - Ruim	81 - 120	>100 – 150	>50 – 75
N4 - Muito Ruim	121 - 200	>150 – 250	>75 – 125
N5 - Péssima	201 - 400	>250 – 600	>125 – 300

Este Programa deverá estar vigente durante as fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão, com frequência trimestral.

Caso ocorra qualquer condição anormal nos monitoramentos e que implique na alteração da qualidade do ar, caberá ao empreendedor adotar medidas de mitigação dos impactos e monitoramento mais frequente na maior brevidade possível, com comunicação aos órgãos ambientais competentes.

Metas e Indicadores

As metas têm por finalidade propor ações específicas a serem cumpridas e os indicadores poderão mensurar qual a efetividade dessas ações no cumprimento dos objetivos do programa. Na Tabela 93 são apresentadas as metas e os indicadores associados aos objetivos específicos.

IQ DA @ 25 26 52 27-28 GC PM



Tabela 93 Objetivo, metas e indicadores do Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas e Qualidade do Ar

Objetivos	Metas	Indicadores
Garantir o bom funcionamento dos veículos e equipamentos utilizados.	Aumento do n° de resultados de opacidade obtidos abaixo do VMP conforme legislação, ao longo de 1 ano (mês a mês), comparado ao ano anterior (mês a mês).	Opacidade = $[\text{n}^\circ \text{ de resultados de opacidade conformes} / \text{n}^\circ \text{ total de resultados}] \times 100$
Controlar a emissão de particulados provenientes de fontes difusas.	Manter em 100% a realização das umectações previstas, ao longo de 1 ano (mês a mês), comparado ao ano anterior (mês a mês)	Umectação = $[\text{n}^\circ \text{ de dias com umectações realizadas} / \text{n}^\circ \text{ de dias previstos para umectação}] \times 100$
Garantir a qualidade do ar em conformidade com os limites legais exigidos.	Reduzir os n° de não conformidades dos parâmetros analisados com relação aos VMPs definidos pela legislação, ao longo de 1 ano (a cada trimestre), comparado ao ano anterior (a cada trimestre)	Conformidade = $[\text{n}^\circ \text{ de parâmetros não conformes} / \text{n}^\circ \text{ total de amostragens}] \times 100$
	Aumentar o n° pontos de monitoramento com IQAR avaliados como “moderada” e/ou “boa”, ao longo de 1 ano (a cada trimestre), comparados ano anterior (a cada trimestre)	IQAR = $[\text{n}^\circ \text{ de pontos de monitoramento com IQA entre as faixas “moderada” e “boa”} / \text{n}^\circ \text{ total de pontos de monitoramento avaliados com IQAR}] \times 100$

5.2.1.9. Cronograma

O cronograma relacionado ao Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas e Qualidade do Ar é apresentado na Tabela 94.

Tabela 94 Cronograma do Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas e Qualidade do Ar

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Monitoramento de emissões de fontes fixas												
Monitoramento da Qualidade do Ar												
Controle de emissões												

5.2.2. Programa de Controle e Monitoramento de Ruído e Vibração

5.2.2.1. Justificativa

A emissão de ruído e vibração ocorrerá nas atividades de implantação, nos processos de lavra e beneficiamento de minério, e no fechamento, devido à constante movimentação de máquinas e trânsito de veículos e equipamentos nas áreas do empreendimento, principalmente as atividades realizadas nas estruturas superficiais. A ADA está localizada na Floresta Nacional dos Carajás, em uma região isolada e longe de centros habitacionais e comunidades, com a vegetação funcionando como uma barreira natural, atenuando o alcance do som para áreas fora do perímetro do empreendimento. No entanto, apesar de não haver outros receptores, o alojamento do empreendimento se insere próximo às demais estruturas do empreendimento, de forma que é fundamental que o controle e monitoramento de ruído e vibração sejam realizados e aperfeiçoados.

LO DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.2.2.2. Objetivo

O objetivo geral deste programa é controlar e monitorar os possíveis impactos relacionados aos ruídos gerados no Projeto Alemão, com base nos padrões estabelecidos pelas legislações pertinentes.

5.2.2.3. Responsável pela implementação do Programa

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

Os procedimentos de monitoramento, que incluem o ensaio e a elaboração dos relatórios consolidados, poderão ser realizados por empresa terceirizada especialista, que deverá contar com equipe técnica habilitada. Todos os ensaios deverão ser realizados em laboratórios que possuem no mínimo o reconhecimento de competência, conforme ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2017 (Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio de calibração) e que adotem, comprovadamente, os princípios de Boas Práticas de Laboratório (BPL).

5.2.2.4. Legislação e/ou outros requisitos

Apresenta-se a seguir, na Tabela 95, as leis, requisitos e normas aplicáveis ao Programa de Controle e Monitoramento de Ruído e Vibração.

Tabela 95 Requisitos legais aplicáveis ao Programa de Controle e Monitoramento de Ruído e Vibração	
INSTRUÇÃO NORMATIVA FEDERAL	
Instrução Normativa IBAMA nº 06/2010	Estabelece os requisitos técnicos para regulamentar os procedimentos para avaliação do estado de manutenção dos veículos em uso.
LEI ESTADUAL	
Lei Estadual nº 5.887/1995	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências.
RESOLUÇÃO CONAMA	
Resolução CONAMA nº 01/1990	Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.
NORMA ABNT	
ABNT NBR 10.151:2019 (Revisão 2020)	Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral.
ABNT NBR 9.653:2018	Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas.
PORTARIA DNPM	
Portaria DNPM nº 237/2001	Aprova as Normas Reguladoras de Mineração - NRM, de que trata o Art. 97 do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967.
NORMA INTERNACIONAL	
Norma DIN 4150-3/1999	Vibrações na construção - Parte 3: Efeitos nas estruturas

5.2.2.5. Escopo

O Programa de Controle e Monitoramento de Ruído e Vibração se relaciona aos impactos de alteração dos níveis de pressão sonora e alteração dos níveis de vibração, que ocorrerão nas fases de implantação,

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



operação e Desativação do Projeto Alemão. Os impactos foram classificados como de baixa magnitude e irrelevante, considerando que não existem receptores no entorno do projeto.

5.2.2.6. Abrangência

O programa deve abranger a área de influência direta (AID) do Projeto Alemão, mais especificamente as áreas no entorno da ADA, considerando a inexistência de receptores no entorno do projeto.

5.2.2.7. Materiais e Métodos

Considerando as especificidades de cada etapa de desenvolvimento do projeto, é imprescindível a adoção de medidas preventivas, corretivas e de manutenção programada dos equipamentos utilizados, com o objetivo de minimizar os impactos acústicos e vibratórios sobre o meio ambiente.

O monitoramento de ruído será realizado em pontos definidos estrategicamente, tendo em vista a inexistência de receptores no entorno imediato do projeto. Já o monitoramento de vibração deve ser realizado de forma concomitante ao desmonte com fogo, para possibilitar a correlação direta entre o evento e os níveis registrados, permitindo a análise da eficácia do plano de fogo e a adoção de ajustes operacionais caso os níveis ultrapassem os limites técnicos ou legais.

5.2.2.8. Avaliação e Monitoramento

Os monitoramentos de ruído devem ser realizados conforme metodologia disposta na Norma ABNT NBR 10151:2019 (revisão 2020) e os resultados obtidos devem ser comparados com os limites por ela estabelecidos. Essa norma adota a classificação das áreas monitoradas em função das atividades desenvolvidas na região, tendo limite mais restritivo em regiões onde existem residências ou receptores sensíveis e mais elevados em regiões industriais, conforme apresente a Tabela 96.

Tabela 96 Limites de ruído em função dos tipos de área - Norma ABNT NBR 10.151:2019 (revisão 2020)

Tipos de áreas	Limite por Período (dB)	
	Diurno	Noturno
Área de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT NBR 10.151:2019 (revisão 2020).

O monitoramento de vibração deve ser avaliado em conformidade com os limites estabelecidos na norma ABNT NBR 9.653:2018 - “*Guia Para Avaliação dos Efeitos Provocados Pelo Uso de Explosivos nas Minerações em Áreas Urbanas*”.

Os limites para a velocidade de vibração de partícula de pico, acima dos quais podem ocorrer danos

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



induzidos por vibrações do terreno, de acordo com a ABNT NBR 9.653:2018 estão transcritos na Tabela 97.

Tabela 97 Limite de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência – NBR 9653:2018

Faixa de Frequência (Hz)	Limite de Vibração de Partícula de Pico – Vp (mm/s)
4 a 15	Iniciando em 15, aumenta linearmente até 20
15 a 40	Acima de 20, aumentando linearmente até 50
Acima de 40	50

Fonte: NBR 9653/2005 (Adaptado).

Este Programa deverá estar vigente durante as fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão, com frequência anual para o monitoramento de ruído, enquanto o monitoramento de vibração deve ter frequência definida pelo plano de fogo previsto.

Metas e Indicadores

As metas têm por finalidade propor ações específicas a serem cumpridas e os indicadores poderão mensurar qual a efetividade dessas ações no cumprimento dos objetivos do programa. Na Tabela 98 são apresentadas as metas e os indicadores associados aos objetivos específicos.

Tabela 98 Objetivo, metas e indicadores do Programa de Controle e Monitoramento de Ruído e Vibração

Objetivos específicos	Metas	Indicadores
Garantir os níveis de ruído em conformidade com os limites legais exigidos.	Reduzir o n° de não conformidades dos parâmetros analisados com relação aos VMPs definidos pela legislação, durante as etapas de implantação e operação do projeto.	Conformidade ruído = $[\text{n}^\circ \text{ de resultados não conformes} / \text{n}^\circ \text{ total de resultados}] \times 100$
Garantir a vibração em conformidade com os limites legais exigidos.	Reduzir o n° de não conformidades dos parâmetros analisados com relação aos VMPs definidos pela legislação, durante as etapas de implantação e operação do projeto.	Conformidade vibração = $[\text{n}^\circ \text{ de resultados não conformes} / \text{n}^\circ \text{ total de resultados}] \times 100$

5.2.2.9. Cronograma

O cronograma relacionado ao Programa de Controle e Monitoramento de Ruído e Vibração é apresentado na Tabela 99.

Tabela 99 Cronograma do Programa de Controle e Monitoramento de Ruído e Vibração

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Manutenção dos veículos e equipamentos												
Monitoramento de ruído												
Monitoramento de vibração	Concomitante às detonações											

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.2.3. Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas Superficiais

5.2.3.1. Justificativa

As atividades previstas para as fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento podem favorecer a exposição dos solos, que interferem no escoamento superficial à medida que deixam-no vulnerável às ações do intemperismo e à precipitação. Especialmente no período chuvoso o carreamento de sedimentos, além da lixiviação de compostos e materiais sólidos para o corpo hídrico são intensificadas. A geração de efluentes sanitários e oleosos do canteiro de obras, oficina, pontos de abastecimento, refeitório e demais áreas operacionais ou administrativas, se lançados de maneira inadequada podem alterar as características e a qualidade das águas das sub-bacias do igarapé Bahia, igarapé Sergipe e igarapé Pernambuco. Dessa maneira, são necessárias ações mitigadoras no intuito de monitorar e conservar a qualidade dos corpos d'água a jusante do empreendimento.

5.2.3.2. Objetivo

O objetivo geral deste programa é monitorar a qualidade das águas superficiais na área de influência do empreendimento, assegurando a preservação de suas características e a continuidade dos diversos usos dos recursos hídricos superficiais pertencentes à bacia do rio Itacaiúnas.

5.2.3.3. Responsável pela implementação do Programa

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

Os procedimentos de monitoramento, que incluem o ensaio e a elaboração dos relatórios consolidados, poderão ser realizados por empresa terceirizada especialista, que deverá contar com equipe técnica habilitada. Todos os ensaios deverão ser realizados em laboratórios que possuem no mínimo o reconhecimento de competência, conforme ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2017 (Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio de calibração) e que adotem, comprovadamente, os princípios de Boas Práticas de Laboratório (BPL).

5.2.3.4. Legislação e/ou outros requisitos

Apresenta-se a seguir, na Tabela 100, as leis, requisitos e normas aplicáveis ao Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas Superficiais.

Tabela 100 Requisitos legais aplicáveis ao Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas Superficiais

LEI FEDERAL	
Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



LEI ESTADUAL	
Lei Estadual nº 5.887/1995	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências.
Lei Estadual nº 6.381/2001	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
RESOLUÇÃO CONAMA	
Resolução CONAMA nº 357/2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
NORMA ABNT	
ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017	Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.
GUIAS E MÉTODOS	
Guia nacional de coleta e preservação de amostras.	Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos/Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Brandão et al. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. Agência Nacional das Águas – ANA. 2011
<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.</i>	<i>American Public Health Association (APHA), 2023. 24ª Edição</i>

5.2.3.5. Escopo

O Programa de Monitoramento Qualitativo de Águas Superficiais se relaciona ao impacto de alteração da qualidade das águas superficiais, que ocorrerá nas fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão. O impacto foi classificado como de média magnitude e relevante, considerando os aspectos de geração de material solto, efluentes líquidos e resíduos sólidos.

Outros programas inter-relacionados ao mesmo impacto são: Programa de Gestão de Resíduos Sólidos; Programa de Monitoramento Quantitativo de Águas Superficiais; Programa de Monitoramento de Efluentes; e Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa.

5.2.3.6. Abrangência

O programa deve abranger as áreas de influência direta e indireta (AID e AII) do Projeto Alemão, mais especificamente, as bacias do igarapé Alemão, igarapé Bahia, igarapé Sergipe, igarapé Pernambuco e rio Itacaiúnas.

5.2.3.7. Materiais e Métodos

O monitoramento de qualidade das águas superficiais deverá ser realizado em pontos de amostragem estrategicamente determinados, com malha de parâmetros que represente o cenário a montante e a jusante do empreendimento, evidenciando sua influência nos cursos d'água do entorno.

A Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará estabelece que os corpos de água estaduais serão enquadrados em classes segundo os usos preponderantes, visando assegurar que a água tenha qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, diminuindo assim os custos de combate/tratamento a poluição das águas, mediante ações preventivas e corretivas. Ponderando a inexistência de rede de monitoramento hídrico oficial e de comitês de bacia, o estado do Pará ainda não implementou esse instrumento e não possui enquadramento das águas superficiais. Dessa forma, as

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



águas superficiais nas sub-bacias a jusante do empreendimento serão consideradas como Classe 2, conforme estabelecido pelo art. 42 da Resolução CONAMA nº 357/2005, para comparativo das amostragens realizadas.

5.2.3.8. Avaliação e Monitoramento

Para a avaliação da qualidade das águas superficiais, os resultados dos parâmetros monitorados serão confrontados com os Valores Máximos Permitidos (VMP) estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, considerando a classe 2 para águas doces.

Além da comparação com os limites da legislação supracitada, deve ser calculado o Índice de Qualidade das Águas (IQA), de acordo com metodologia criada pela CETESB (2022). O índice varia numa escala de 0 a 100, conforme apresentado na Tabela 101.

Tabela 101 Escala de classificação do IQA

Qualidade da Água	Ponderação
ÓTIMA	$79 < IQA \leq 100$
BOA	$51 < IQA \leq 79$
REGULAR	$36 < IQA \leq 51$
RUIM	$19 < IQA \leq 36$
PÉSSIMA	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB, 2022.

O IQA é um indicador que incorpora nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, e hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país (ANA, s.d.). Esse índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas. A criação do IQA se baseou em uma pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas que selecionou nove parâmetros indicadores: Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Totais e Turbidez. Ressalta-se que no caso de não se dispor do valor de alguma das nove variáveis, o cálculo do IQA é inviabilizado.

Na fórmula utilizada para o cálculo do IQA, é utilizada a pontuação estabelecida para a qualidade (q), que varia de 0 a 100 para cada uma das nove variáveis que entram na composição do índice, sendo este valor elevado à ponderação (w) correspondente à importância da variável. O IQA é obtido conforme apresentado na equação a seguir.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA – Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

n – número de variáveis que entram no cálculo do IQA (para o IQA CETESB, n=9);

qi – qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de

IQA @ 20 20 50 100 20 20 50 100



variação de qualidade, em função de sua concentração ou medida;

wi – peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

O Programa deverá estar vigente durante as fases de implantação, operação e fechamento, com frequência trimestral. Caso ocorra qualquer condição anormal nos monitoramentos e que implique na alteração da qualidade das águas, caberá ao empreendedor adotar medidas de mitigação dos impactos e monitoramento mais frequente na maior brevidade possível, com comunicação aos órgãos ambientais competente.

Metas e Indicadores

As metas têm por finalidade propor ações específicas a serem cumpridas e os indicadores poderão mensurar qual a efetividade dessas ações no cumprimento dos objetivos do programa. Na Tabela 102 são apresentadas as metas e os indicadores associados aos objetivos específicos.

Tabela 102 Objetivo, metas e indicadores do Programa de Monitoramento Qualitativo de Águas Superficiais

Objetivo específico	Metas	Indicadores
Monitorar a qualidade da água superficial no empreendimento.	Manter em 100% a realização dos monitoramentos de qualidade previstos, ao longo de 1 ano (mês a mês), comparado ao ano anterior (mês a mês)	Monitoramentos = [quantidade de campanhas de monitoramento realizadas] / [quantidade total de campanhas de monitoramento previstas] x 100.

5.2.3.9. Cronograma

O cronograma relacionado ao Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas Superficiais é apresentado na Tabela 103.

Tabela 103 Cronograma do Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas Superficiais

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Monitoramento das águas superficiais												

5.2.4. Programa de Monitoramento Quantitativo das Águas Superficiais

5.2.4.1. Justificativa

As atividades de implantação, operação e fechamento do empreendimento necessitam de água, seja nos seus processos industriais ou para lavagem de equipamentos e máquinas. A captação de água, juntamente com os efeitos das atividades que podem afetar a dinâmica hídrica e o bombeamento de águas subterrâneas para rebaixamento da superfície freática, podem comprometer a disponibilidade hídrica dos corpos d'água, influenciando nos recursos hídricos da região de influência. Dessa maneira, faz-se necessário o acompanhamento da vazão dos corpos hídricos, visando a concordância com as vazões de referência.

12 DA @ 20 20 92 02-20 GC PM



5.2.4.2. Objetivo

O objetivo geral desse Programa é monitorar a disponibilidade hídrica das águas superficiais na área de influência do empreendimento, por meio de medidas que visam garantir os diversos usos das águas e as vazões de referência dos recursos hídricos superficiais.

5.2.4.3. Responsável pela implementação do Programa

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

Os procedimentos de monitoramento, que incluem o ensaio e a elaboração dos relatórios consolidados, poderão ser realizados por empresa terceirizada especialista, que deverá contar com equipe técnica habilitada. Todos os ensaios deverão ser realizados em laboratórios que possuem no mínimo o reconhecimento de competência, conforme ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2017 (Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio de calibração) e que adotem, comprovadamente, os princípios de Boas Práticas de Laboratório (BPL).

5.2.4.4. Legislação e/ou outros requisitos

Apresenta-se a seguir, na Tabela 104, as leis, requisitos e normas aplicáveis ao Programa de Monitoramento Quantitativo de Águas Superficiais.

Tabela 104 Requisitos legais aplicáveis ao Programa de Monitoramento Quantitativo de Águas Superficiais

CONSTITUIÇÃO FEDERAL	
Constituição da República Federativa do Brasil de 1988	Capítulo VI - Do Meio Ambiente. Artigo 225
LEI FEDERAL	
Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
LEI ESTADUAL	
Lei Estadual nº 5.887/1995	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências.
Lei Estadual nº 6.381/2001	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
RESOLUÇÃO CONAMA	
Resolução CONAMA nº 357/2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
GUIAS E MÉTODOS	
Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico	Rede Hidrometeorológica Nacional - Levantamentos Topobatimétricos e Geodésicos aplicados na Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN)

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.2.4.5. Escopo

O Programa de Monitoramento Quantitativo de Águas Superficiais se relaciona aos impactos de alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea, diminuição na disponibilidade hídrica superficial e diminuição na disponibilidade hídrica subterrânea, que ocorrerão nas fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão. Os impactos foram classificados como de média magnitude e relevante, considerando os aspectos de geração de áreas impermeabilizadas, geração de demanda de captação de água subterrânea e geração de interferência no escoamento superficial.

Outros programas inter-relacionados ao mesmo impacto são: Programa de Monitoramento Qualitativo de Águas Superficiais; Programa de Monitoramento Quantitativo de Águas Subterrâneas e Programa de Monitoramento de Efluentes.

5.2.4.6. Abrangência

O programa deve abranger as áreas de influência direta e indireta (AID e AII) do Projeto Alemão, mais especificamente, as bacias do igarapé Alemão, igarapé Bahia, igarapé Sergipe, igarapé Pernambuco e rio Itacaiúnas.

5.2.4.7. Materiais e Métodos

O monitoramento quantitativo dos recursos hídricos superficiais é uma ferramenta fundamental para a avaliação da disponibilidade hídrica, o acompanhamento das modificações no regime de escoamento, suporte à gestão integrada da bacia e a avaliação de eventuais interferências do empreendimento.

O monitoramento quantitativo nos cursos hídricos pode ser realizado por meio de diferentes instrumentos e métodos, visando garantir a precisão e representatividade dos dados obtidos, como estações fluviométricas com instalação de réguas linimétricas, vertedouros de geometria conhecida e/ou medição de vazões diretas por meio de micromolinetes, *flowtracker* ou outros equipamentos similares.

As medições ocorrerão em instrumentos já instalados ou em novas localidades a serem determinadas, à medida em que as operações se desenvolvam, considerando a alteração no uso do solo e a dinâmica do regime hidrológico local.

5.2.4.8. Avaliação e Monitoramento

O monitoramento quantitativo deve ser realizado mensalmente, para abranger o todo o período hidrológico. Os dados deverão ser comparados às vazões de referência para cada curso hídrico.

Metas e Indicadores

As metas têm por finalidade propor ações específicas a serem cumpridas e os indicadores poderão mensurar qual a efetividade dessas ações no cumprimento dos objetivos do programa. Na Tabela 105 são apresentadas as metas e os indicadores associados aos objetivos específicos.

LD DA @ 20 20 92 06-20 GC PM



Tabela 105 Objetivo, metas e indicadores do Programa de Monitoramento Quantitativo de Águas Superficiais

Objetivo específico	Metas	Indicadores
Monitorar os cursos de água em pontos específicos de acordo com a área de drenagem do empreendimento.	Manter em 100% a realização dos monitoramentos de vazão previstos, ao longo de 1 ano (mês a mês), comparado ao ano anterior (mês a mês)	Monitoramentos = [quantidade de campanhas de monitoramento realizadas] / [quantidade total de campanhas de monitoramento previstas] x 100.

5.2.4.9. Cronograma

O cronograma relacionado ao Programa de Monitoramento Quantitativo de Águas Superficiais é apresentado na Tabela 106.

Tabela 106 Cronograma do Programa de Monitoramento Quantitativo de Águas Superficiais

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Monitoramento de vazão												

5.2.5. Programa de Monitoramento Qualitativo da Superfície Freática

5.2.5.1. Justificativa

As atividades previstas para o Projeto Alemão, como abertura e melhoria de acessos, construção/reforma de estruturas de apoio ou controle, e a execução de cortes, aterros e terraplenagem tendem a favorecer a exposição dos solos, especialmente no período chuvoso que, eventualmente, podem provocar a infiltração de compostos para a superfície freática. O bombeamento de águas subterrâneas que irá viabilizar a lavra subterrânea e demais atividades correlatas devem ser executadas de forma a preservar a qualidade das águas e do solo. Ademais, os efluentes sanitários e oleosos gerados nos canteiros de obras, oficinas, áreas operacionais ou administrativas, podem infiltrar no solo e alcançar as águas subterrâneas. Dessa maneira, são necessárias ações mitigadoras no intuito de conservar a qualidade das águas.

5.2.5.2. Objetivo

O objetivo geral desse programa é monitorar a qualidade das águas subterrâneas na área de influência do empreendimento visando assegurar os diversos usos das águas e a manutenção das características naturais e a integridade dos aquíferos.

5.2.5.3. Responsável pela implementação do Programa

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

Os procedimentos de monitoramento, que incluem o ensaio e a elaboração dos relatórios consolidados, poderão ser realizados por empresa terceirizada especialista, que deverá contar com equipe técnica habilitada. Todos os ensaios deverão ser realizados em laboratórios que possuem no mínimo o reconhecimento de competência, conforme ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2017 (Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio de calibração) e que adotem, comprovadamente, os princípios

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



de Boas Práticas de Laboratório (BPL).

5.2.5.4. Legislação e/ou outros requisitos

Apresenta-se a seguir, na Tabela 107, as leis, requisitos e normas aplicáveis ao Programa de Monitoramento Qualitativo da Superfície Freática.

Tabela 107 Requisitos legais aplicáveis ao Programa de Monitoramento Qualitativo da Superfície Freática	
LEI FEDERAL	
Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
LEI ESTADUAL	
Lei Estadual nº 5.887/1995	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências.
Lei Estadual nº 6.381/2001	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
RESOLUÇÃO CONAMA	
Resolução CONAMA nº 396/2008	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências
NORMAS ABNT	
Norma ISO 5667-11:2009	Water Quality Sampling – Part 1: Guidance on Sampling of Groundwater
Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017	Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.
GUIAS E MÉTODOS	
Guia nacional de coleta e preservação de amostras	Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos/Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Brandão et al. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. Agência Nacional das Águas – ANA. 2011
<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i>	<i>American Public Health Association (APHA), 2023. 24ª Edição</i>
RESOLUÇÃO CNRH	
Resolução CERH Nº 10/2010	Dispõe sobre os critérios para análise de Outorga Preventiva e de Direito de Uso de Recursos Hídricos e dá outras providências.
Resolução CNRH nº 16/2001	Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos.
Resolução CNRH nº 65/2006	Estabelece diretrizes de articulação dos procedimentos para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com os procedimentos de licenciamento ambiental.

5.2.5.5. Escopo

O Programa de Monitoramento Qualitativo da Superfície Freática se relaciona ao impacto de alteração da qualidade das águas superficiais, que ocorrerá nas fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão. O impacto foi classificado como de média magnitude e relevante, considerando os aspectos de geração de material solto, efluentes líquidos e resíduos sólidos.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Outros programas inter-relacionados ao mesmo impacto são: Programa de Monitoramento Qualitativo de Águas Superficiais; Programa de Monitoramento de Efluentes; e Programa de Monitoramento Quantitativo de Águas Subterrâneas.

5.2.5.6. Abrangência

O programa deve abranger a área de influência direta (AID) do Projeto Alemão, mais especificamente, as bacias do igarapé Alemão, igarapé Bahia, igarapé Sergipe e igarapé Pernambuco, que se inserem no entorno da ADA *on site*.

5.2.5.7. Materiais e Métodos

Para o monitoramento das águas subterrâneas serão utilizados os instrumentos já instalados e distribuídos ao longo das áreas da mina, além da manutenção e melhoria da malha sempre que necessário.

5.2.5.8. Avaliação e Monitoramento

O monitoramento qualitativo de águas subterrâneas é essencial para a avaliação de possíveis interferências do projeto sobre a superfície freática local. Deverá ser realizado em instrumentos já instalados ou em novas localidades a serem determinadas, à medida em que as operações se desenvolvam, considerando a alteração no uso do solo e a dinâmica do regime hidrológico local. A seleção dos pontos de amostragem deverá considerar a direção do fluxo subterrâneo, a proximidade com áreas operacionais e as condições geológicas locais.

Os resultados do monitoramento de qualidade das águas subterrâneas realizado no Projeto Alemão serão comparados aos limites definidos pela Resolução CONAMA nº 396, de 03 de março de 2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes para o enquadramento das águas subterrâneas.

O Programa deverá estar vigente durante as fases de implantação, operação e fechamento, com frequência trimestral. Caso ocorra qualquer condição anormal nos monitoramentos e que implique na alteração da qualidade das águas, caberá ao empreendedor adotar medidas de mitigação dos impactos e monitoramento mais frequente na maior brevidade possível, com comunicação aos órgãos ambientais competentes.

Metas e Indicadores

As metas têm por finalidade propor ações específicas a serem cumpridas e os indicadores poderão mensurar qual a efetividade dessas ações no cumprimento dos objetivos do programa. Na Tabela 108 são apresentadas as metas e os indicadores associados aos objetivos específicos.

LD DA @ 25 28 92 01-22 GC PM



Tabela 108 Objetivo, metas e indicadores do Programa de Monitoramento Qualitativo da Superfície Freática

Objetivo específico	Metas	Indicadores
Monitorar a qualidade da água subterrânea no empreendimento.	Manter em 100% a realização dos monitoramentos de qualidade previstos, ao longo de 1 ano (a cada trimestre), comparado ao ano anterior (a cada trimestre)	Monitoramentos = [quantidade de campanhas de monitoramento realizadas] / [quantidade total de campanhas de monitoramento previstas] x 100.

5.2.5.9. Cronograma

O cronograma relacionado ao Programa de Monitoramento Qualitativo da Superfície Freática é apresentado na Tabela 109.

Tabela 109 Cronograma do Programa de Monitoramento Qualitativo da Superfície Freática

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Monitoramento das águas subterrâneas												

5.2.6. Programa de Monitoramento Quantitativo da Superfície Freática

5.2.6.1. Justificativa

As atividades de implantação, operação e fechamento previstas para o Projeto Alemão podem interferir na dinâmica hídrica superficial e subterrânea em função das atividades que promovem a remoção da cobertura vegetal e das camadas superficiais do solo, além do bombeamento de águas subterrâneas, necessário à evolução das atividades de lavra. Assim, torna-se essencial o monitoramento do nível da água subterrânea para subsidiar decisões e acompanhar a dinâmica hídrica subterrânea.

5.2.6.2. Objetivo

O objetivo geral desse Programa é monitorar o nível da superfície freática na área do empreendimento, por meio de medidas que visam garantir os diversos usos das águas.

5.2.6.3. Responsável pela implementação do Programa

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

Os procedimentos de monitoramento, que incluem o ensaio e a elaboração dos relatórios consolidados, poderão ser realizados por empresa terceirizada especialista, que deverá contar com equipe técnica habilitada. Todos os ensaios deverão ser realizados em laboratórios que possuem no mínimo o reconhecimento de competência, conforme ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2017 (Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio de calibração) e que adotem, comprovadamente, os princípios de Boas Práticas de Laboratório (BPL).

5.2.6.4. Legislação e/ou outros requisitos

Apresenta-se a seguir, na Tabela 110, as leis, requisitos e normas aplicáveis ao Programa de

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Monitoramento Quantitativo da Superfície Freática.

Tabela 110 Requisitos legais aplicáveis ao Programa de Monitoramento Quantitativo da Superfície Freática

LEI FEDERAL	
Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
LEI ESTADUAL	
Lei Estadual nº 5.887/1995	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências.
Lei Estadual nº 6.381/2001	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
RESOLUÇÃO CONAMA	
Resolução CONAMA nº 396/2008	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências
RESOLUÇÃO CNRH	
Resolução CERH Nº 10/2010	Dispõe sobre os critérios para análise de Outorga Preventiva e de Direito de Uso de Recursos Hídricos e dá outras providências.
Resolução CNRH nº 16/2001	Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos.
Resolução CNRH nº 65/2006	Estabelece diretrizes de articulação dos procedimentos para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com os procedimentos de licenciamento ambiental.

5.2.6.5. Escopo

O Programa de Monitoramento Quantitativo da Superfície Freática se relaciona aos impactos de alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea e diminuição na disponibilidade hídrica subterrânea, que ocorrerão nas fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão. Os impactos foram classificados como de média magnitude e relevante, considerando os aspectos de geração de áreas impermeabilizadas, geração de demanda de captação de água subterrânea e geração de interferência no escoamento superficial.

Outros programas inter-relacionados ao mesmo impacto são: Programa de Monitoramento Qualitativo de Águas Subterrâneas; e Programa de Monitoramento de Quantitativo de Águas Superficiais.

5.2.6.6. Abrangência

O programa deve abranger a área de influência direta (AID) do Projeto Alemão, mais especificamente, as bacias do igarapé Alemão, igarapé Bahia, igarapé Sergipe e igarapé Pernambuco, que se inserem no entorno da ADA *on site*.

5.2.6.7. Materiais e Métodos

O monitoramento quantitativo das águas subterrâneas deverá ser realizado em instrumentos já instalados ou em novas localidades a serem determinadas, à medida em que as operações se desenvolvam, considerando a alteração no uso do solo e a dinâmica do regime hidrológico local. A seleção dos pontos

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



de amostragem deverá considerar a direção do fluxo subterrâneo, a proximidade com áreas operacionais e as condições geológicas locais.

As manutenções periódicas como limpeza do local, reposição de placa de identificação e verificação da integridade dos equipamentos devem ser planejadas para ocorrer no período de seca, entre os meses de junho e outubro, de forma a facilitar o acesso.

5.2.6.8. Avaliação e Monitoramento

O monitoramento quantitativo deve ser realizado mensalmente, para abranger o todo o período hidrológico.

A avaliação dos dados deve ocorrer de forma integrada aos dados de qualidade, visando a análise de cenários de risco e adoção de medidas preventivas e corretivas, uma vez que eventuais alterações na carga hidráulica podem influenciar diretamente os fluxos e padrões de migração de contaminantes.

Metas e Indicadores

As metas têm por finalidade propor ações específicas a serem cumpridas e os indicadores poderão mensurar qual a efetividade dessas ações no cumprimento dos objetivos do programa. Na Tabela 111 são apresentadas as metas e os indicadores associados aos objetivos específicos.

Tabela 111 Objetivo, metas e indicadores do Programa de Monitoramento Quantitativo da Superfície Freática

Objetivo específico	Metas	Indicadores
Acompanhar potenciais alterações na carga hidráulica decorrente das ações do empreendimento, em todas as suas fases, em relação às variações sazonais naturais.	Manter em 100% a realização do número de monitoramentos de nível previstos a serem realizados mensalmente.	Monitoramentos = [quantidade de campanhas de monitoramento realizadas] / [quantidade total de campanhas de monitoramento previstas] x 100.

5.2.6.9. Cronograma

O cronograma relacionado ao Programa de Monitoramento Quantitativo da Superfície Freática é apresentado na Tabela 112.

Tabela 112 Cronograma do Programa de Monitoramento Quantitativo da Superfície Freática

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Manutenção corretiva/preventiva												
Monitoramento de nível												

5.2.7. Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes

5.2.7.1. Justificativa

A atividades previstas para as fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão irão gerar efluentes líquidos que, se lançados de maneira inadequada, podem alterar as características e a qualidade das águas das sub-bacias do igarapé Bahia, igarapé Alemão, igarapé Sergipe e igarapé

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Pernambuco. Dessa maneira, as ações mitigadoras necessárias para manter os efluentes gerados nos padrões adequados de lançamento devem ser estabelecidas e implementadas no empreendimento.

5.2.7.2. Objetivo

O objetivo desse programa é garantir o tratamento e a destinação adequados dos efluentes gerados nas fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão, adotando procedimentos e diretrizes técnicas de acordo com cada fonte geradora.

5.2.7.3. Responsável pela implementação do Programa

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

Os procedimentos de monitoramento, que incluem o ensaio e a elaboração dos relatórios consolidados, poderão ser realizados por empresa terceirizada especialista, que deverá contar com equipe técnica habilitada. Todos os ensaios deverão ser realizados em laboratórios que possuem no mínimo o reconhecimento de competência, conforme ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2017 (Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio de calibração) e que adotem, comprovadamente, os princípios de Boas Práticas de Laboratório (BPL).

5.2.7.4. Legislação e/ou outros requisitos

Apresenta-se a seguir, na Tabela 113, as leis, requisitos e normas aplicáveis ao Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes.

Tabela 113 Requisitos legais aplicáveis ao Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes

CONSTITUIÇÃO FEDERAL	
Constituição da República Federativa do Brasil de 1988	Capítulo VI - Do Meio Ambiente. Artigo 225
LEI FEDERAL	
Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
LEI ESTADUAL	
Lei Estadual nº 5.887/1995	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências.
Lei Estadual nº 6.381/2001	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
RESOLUÇÃO CONAMA	

12 DA 25 26 92 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



Resolução CONAMA nº 430/2011	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).
NORMA ABNT	
ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017	Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.
GUIAS E MÉTODOS	
Guia nacional de coleta e preservação de amostras.	Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos/Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Brandão et al. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. Agência Nacional das Águas – ANA. 2011
<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.</i>	<i>American Public Health Association (APHA), 2023. 24ª Edição</i>

5.2.7.5. Escopo

O Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes se relaciona aos impactos de alteração da qualidade das águas superficiais e alteração da qualidade do solo, que ocorrerão nas fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão. O impacto nas águas foi classificado como de média magnitude e relevante, considerando os aspectos de geração de material solto, efluentes líquidos e resíduos sólidos, enquanto o impacto nos solos foi classificado como de baixa magnitude e irrelevante.

Outros programas inter-relacionados ao mesmo impacto são: Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas Superficiais e Programa de Monitoramento Qualitativo de Águas Subterrâneas.

5.2.7.6. Abrangência

O programa deve abranger a área de influência direta (AID) do Projeto Alemão, mais especificamente, as bacias do igarapé Alemão, igarapé Bahia, igarapé Sergipe e igarapé Pernambuco.

5.2.7.7. Materiais e Métodos

A gestão dos efluentes se baseia na identificação dos efluentes gerados, definição de métodos de tratamento e destinação dos efluentes, manutenção de estruturas, dentre outras atividades.

Para a gestão de efluentes sanitários, serão utilizados banheiros químicos e contêineres sanitários acoplados com reservatório para armazenamento de efluentes, na fase de implantação, até o início do funcionamento das ETE's. Para a fase de operação está prevista a instalação de Sistema de Tratamento Efluentes Sanitários, com lançamento do efluente tratado em cursos d'água superficiais, além do uso de biodigestores nas estruturas isoladas do empreendimento, onde haverá baixa contribuição sanitária.

Os efluentes líquidos oleosos gerados serão enviados para sistemas de separação de água e óleo e a disposição final do efluente tratado será por sistema de infiltração. Para o tratamento de Efluentes Oleosos, na fase de operação, foi projetada uma Estação de Tratamento de Efluentes Oleosos (ETEO), para tratar os efluentes provenientes do lavador de peças da Oficina de Manutenção, do lavador de veículo, além de outras edificações que possam ter drenagem oleosa.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Os efluentes industriais gerados nos canteiros principais e avançados, na fase de implantação, serão destinados para sistemas de tratamento industrial e a disposição final do efluente tratado será reutilização e/ou infiltração. Os efluentes da barragem de rejeitos serão tratados na Estação de Tratamento da Barragem (ETEBR), com disposição final no igarapé Bahia.

Com relação aos efluentes de drenagem pluvial, toda a contribuição contaminada com minérios será direcionada por canaletas e decantada em Bacia de Sedimentação ou *Sump's* antes de ser descartada no meio ambiente.

O monitoramento de efluentes será realizado nas estruturas onde estão previstos lançamentos de efluentes tratados em solos ou águas superficiais.

5.2.7.8. Avaliação e Monitoramento

Para a avaliação da qualidade dos efluentes, os resultados dos parâmetros monitorados serão confrontados com os Valores Máximos Permitidos (VMP) estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011, de 03 de março de 2008, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, com frequência mensal.

É importante ressaltar que as limpezas devem ser realizadas conforme necessidade e capacidade de cada sistema de tratamento, pois estas contribuem com as eficiências de tratamento dos sistemas de tratamento.

A avaliação será conduzida por uma equipe multidisciplinar que será responsável por analisar os dados, interpretar os resultados e propor melhorias no programa. Reuniões periódicas serão realizadas para revisar o andamento das atividades e garantir que estejam alinhadas aos objetivos estratégicos e aos padrões de sustentabilidade do empreendimento.

Metas e Indicadores

As metas têm por finalidade propor ações específicas a serem cumpridas e os indicadores poderão mensurar qual a efetividade dessas ações no cumprimento dos objetivos do programa. Na Tabela 114 são apresentadas as metas e os indicadores associados aos objetivos específicos.

Tabela 114 Objetivo, metas e indicadores do Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes

Objetivos específicos	Metas	Indicadores
Garantir a qualidade dos efluentes gerados em conformidade com os limites legais exigidos.	Reduzir os nº de não conformidades dos parâmetros analisados com relação aos VMPs definidos pela legislação, ao longo de 1 ano (mês a mês), comparado ao ano anterior (mês a mês), no Projeto Alemão.	Conformidade = $[\text{nº de parâmetros não conformes} / \text{nº total de amostragens}] \times 100$
Monitorar a qualidade dos efluentes no empreendimento.	Manter em 100% a realização dos monitoramentos de qualidade previstos, ao longo de 1 ano (mês a mês), comparado ao ano anterior (mês a mês)	Monitoramentos = $[\text{quantidade de campanhas de monitoramento realizadas}] / [\text{quantidade total de campanhas de monitoramento previstas}] \times 100$.

5.2.7.9. Cronograma

O cronograma relacionado ao Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes é apresentado na Tabela 115.

LD DA @ 20 20 02 Of- RD GC PM



Tabela 115 Cronograma do Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Monitoramento de efluentes												

5.2.8. Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

5.2.8.1. Justificativa

O Projeto Alemão irá gerar resíduos sólidos de diversas tipologias e classificações que, se não forem devidamente acondicionados, armazenados ou dispostos, podem contaminar o solo e as águas superficiais, alterando suas características e qualidade. O PGRS se justifica pela necessidade de ações voltadas para a Teoria dos 5 Rs (Repensar, Recusar, Reduzir, Reutilizar e Reciclar) visando a redução dos impactos gerados.

5.2.8.2. Objetivo

O objetivo geral deste programa é subsidiar o processo de gerenciamento adequado dos resíduos sólidos gerados nas fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão. Ele abrange as etapas de geração, classificação, segregação, manuseio, armazenamento, transporte e destinação final dos resíduos, visando minimizar sua geração e impactos, promover a redução do consumo de recursos naturais e assegurar uma disposição final adequada e sustentável.

5.2.8.3. Responsável pela implementação do Programa

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

Os procedimentos de monitoramento, que incluem o ensaio e a elaboração dos relatórios consolidados, poderão ser realizados por empresa terceirizada especialista, que deverá contar com equipe técnica habilitada. Todos os ensaios deverão ser realizados em laboratórios que possuem no mínimo o reconhecimento de competência, conforme ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2017 (Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio de calibração) e que adotem, comprovadamente, os princípios de Boas Práticas de Laboratório (BPL).

5.2.8.4. Legislação e/ou outros requisitos

Apresenta-se a seguir, na Tabela 116, as leis, requisitos e normas aplicáveis ao Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Tabela 116 Requisitos legais aplicáveis ao Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

LEI FEDERAL	
Lei Federal nº 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos
Lei Federal nº 15.088/2025	Altera a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (Lei de Resíduos Sólidos), para proibir a importação de resíduos sólidos e de rejeitos, ressalvados os casos que especifica

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



DECRETO FEDERAL	
Decreto Nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
LEI ESTADUAL	
Lei Estadual nº 6517/2002	Dispõe sobre a responsabilidade por acondicionamento, coleta e tratamento dos Resíduos de Serviços de Saúde no Estado do Pará.
RESOLUÇÃO CONAMA	
Resolução CONAMA nº 237/97	Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e no exercício da competência, bem como as atividades e empreendimento sujeitos ao licenciamento ambiental.
Resolução CONAMA nº 275/2001	Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos e recomenda sua adoção na identificação de coletores e transportadores
Resolução CONAMA nº 313/2002	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos
Resolução CONAMA nº 316/2002	Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos
Resolução CONAMA nº 358/2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências
Resolução CONAMA nº 416/2009	Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada
Resolução CONAMA nº 420/2009	Estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas em decorrência de atividades antrópicas
Resolução CONAMA nº 450/2012	Altera a Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005, que dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleos lubrificantes usados ou contaminados
NORMA ABNT	
ABNT NBR 10.004:2024	Resíduos Sólidos. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2024.
ABNT NBR 17.100:2023	Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2023.
ABNT NBR 10.006:2004	Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2004.
ABNT NBR 10.007:2004	Amostragem de Resíduos Sólidos. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2004.
ABNT NBR 11.174:1990	Armazenamento de Resíduos Sólidos. Classes II – Não Inertes e III – Inertes. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1990.
ABNT NBR 12.807:1993	Resíduos de Serviços de Saúde - Terminologia. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993.
ABNT NBR 12.808:1993	Resíduos de Serviços de Saúde - Classificação. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993.
ABNT NBR 12.809:2013	Resíduos de Serviços de Saúde - Manuseio de Serviços de Saúde - Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
ABNT NBR 12.810:2020	Resíduos de Serviços de Saúde - Manuseio de Serviços de Saúde - Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
ABNT NBR 12.235:1992	Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1992.
ABNT NBR 13.221:2003	Transporte Terrestre de Resíduos. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2003.
GUIAS E MÉTODOS	
PGS-003922	Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PRO-022144	Guia para Segregação, Armazenamento e Destinação de Resíduos Sólidos

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



INSTRUÇÃO NORMATIVA	
Instrução Normativa IBAMA nº 13:2021	Regulamenta a obrigação de inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais e revoga os atos normativos consolidados, em atendimento ao Decreto nº 10.139, de 28 de novembro de 2019.

5.2.8.5. Escopo

O Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos se relaciona aos impactos de alteração da qualidade das águas superficiais e alteração da qualidade do solo, que ocorrerão nas fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão. O impacto nas águas foi classificado como de média magnitude e relevante, considerando os aspectos de geração de material solto, efluentes líquidos e resíduos sólidos, enquanto o impacto nos solos foi classificado como de baixa magnitude e irrelevante.

Outros programas inter-relacionados ao mesmo impacto são: Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas Superficiais, Programa de Monitoramento Qualitativo de Águas Subterrâneas, Programa de Gestão e Monitoramento de Efluentes e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

5.2.8.6. Abrangência

O programa deve abranger a área de influência direta (AID) do Projeto Alemão, englobando todas as atividades geradoras de resíduos nas bacias do igarapé Alemão, igarapé Bahia, igarapé Sergipe e igarapé Pernambuco.

5.2.8.7. Materiais e Métodos

O Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do empreendimento será executado com base nas etapas de geração (origem e quantidade), segregação, coleta, armazenamento, transporte interno e externo e destinação final ambientalmente adequada e sustentável dos resíduos.

O PGRS deve englobar um modelo baseado na hierarquia do gerenciamento de resíduos sólidos da ABNT NBR 17.100:2023, que visa:

- A não geração de resíduos sólidos;
- Redução da geração de resíduos;
- Redução da toxicidade dos resíduos;
- Reuso dos resíduos;
- Reciclagem/ Recuperação dos resíduos;
- Redução do volume de resíduos;
- Destinação final adequada.

Os procedimentos de gerenciamento de resíduos deverão ser elaborados e definidos com base nas seguintes etapas, e considerando as características dos resíduos gerados em cada área e processo previsto para o Projeto:

- Prevenção, Minimização e não geração;

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Geração e classificação dos resíduos;
- Segregação;
- Manuseio, acondicionamento e armazenamento;
- Transporte interno e externo; e
- Destinação final.

5.2.8.8. Avaliação e Monitoramento

A avaliação e o acompanhamento da gestão de resíduos devem ser realizados por meio de inspeções periódicas e sistemáticas dos recipientes de coleta seletiva e nos locais de armazenamento e destinação dos resíduos, nas áreas geradoras, de forma a garantir a eficácia das ações.

A avaliação será conduzida por uma equipe multidisciplinar que será responsável por analisar os dados, interpretar os resultados e propor melhorias no programa. Reuniões periódicas serão realizadas para revisar o andamento das atividades e garantir que estejam alinhadas aos objetivos estratégicos e aos padrões de sustentabilidade do empreendimento.

Os resultados esperados se relacionam aos objetivos e metas propostas, que se baseiam em reduzir a geração de resíduos, fazer a segregação, acondicionamento, armazenamento e transporte adequados, corretos e seguros, incentivo a reciclagem e reúso dos resíduos para que a destinação e disposição final sejam ambientalmente adequadas e minimizadas, contribuindo para um meio ambiente equilibrado e sustentável.

Metas e Indicadores

As metas têm por finalidade propor ações específicas a serem cumpridas e os indicadores poderão mensurar qual a efetividade dessas ações no cumprimento dos objetivos do programa. Na Tabela 117 são apresentadas as metas e os indicadores associados aos objetivos específicos.

Tabela 117 Objetivo, metas e indicadores do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Objetivos específicos	Metas	Indicadores
Garantir a destinação final dos resíduos sólidos de forma sustentável no projeto	Aumentar a destinação final sustentável (compostagem, reúso, rerrefino e reciclagem/reutilização) dos resíduos gerados ao longo de 1 ano (mês a mês), comparado ao ano anterior (mês a mês).	Destinação final = [Volume de resíduos destinados de forma sustentável/volume de resíduos gerados] x 100

5.2.8.9. Cronograma

O cronograma relacionado ao Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos é apresentado na Tabela 118.

Tabela 118 Cronograma do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Acondicionamento e segregação dos Resíduos												
Inventário de resíduos												

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Destinação Final												
------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

5.2.9. Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa

5.2.9.1. Justificativa

No Projeto Alemão estão previstas atividades que resultam na exposição do solo e possuem potencial de provocar a ocorrência de processos erosivos e de movimentos de massa, como execução de cortes, aterros e terraplenagem, desmonte com fogo, e trânsito de veículos e equipamentos.

Essas atividades podem alterar a estrutura do solo, favorecendo o surgimento de processos erosivos e, consequentemente, o transporte de sedimentos para os cursos d'água a jusante. Isso pode impactar negativamente a qualidade das águas, provocando o assoreamento dos cursos d'água superficiais, além de prejudicar a qualidade do solo. O programa se justifica pela necessidade de mitigar os impactos dessas atividades, por meio da prevenção, monitoramento e controle de processos erosivos e instabilidades.

5.2.9.2. Objetivo

O objetivo do programa é identificar e monitorar potenciais processos erosivos e de assoreamento dos corpos d'água, além de propor procedimentos metodológicos para mitigar e controlar a erosão nas áreas de influência do Projeto Alemão. Dessa forma, busca-se promover a conservação dos solos, o controle do transporte de sedimentos e a prevenção de alterações da qualidade das águas superficiais por sedimentos.

5.2.9.3. Responsável pela implementação do Programa

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

Os procedimentos de monitoramento, que incluem o ensaio e a elaboração dos relatórios consolidados, poderão ser realizados por empresa terceirizada especialista, que deverá contar com equipe técnica habilitada. Todos os ensaios deverão ser realizados em laboratórios que possuem no mínimo o reconhecimento de competência, conforme ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2017 (Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio de calibração) e que adotem, comprovadamente, os princípios de Boas Práticas de Laboratório (BPL).

5.2.9.4. Legislação e/ou outros requisitos

Apresenta-se a seguir, na Tabela 119, as leis, requisitos e normas aplicáveis ao Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Tabela 119 Requisitos legais aplicáveis ao Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa

LEI FEDERAL	
Lei Federal nº 6.938/1981	Institui a Política Nacional do Meio Ambiente
RESOLUÇÃO CONAMA	
Resolução CONAMA nº 397/2008	Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § do 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.
Resolução CONAMA nº 430/2011	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357/2005 do CONAMA
NORMA ABNT	
ABNT NBR 11682:2009	Estabilidade de encostas. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2009.

5.2.9.5. Escopo

O Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa se relaciona aos impactos de alteração da qualidade das águas superficiais, alteração da qualidade do solo e alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea, que ocorrerão nas fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão. Os impactos nas águas foram classificados como de média magnitude e relevante, considerando os aspectos de geração de material solto, efluentes líquidos, resíduos sólidos e geração de áreas impermeabilizadas, enquanto o impacto nos solos foi classificado como de baixa magnitude e irrelevante.

Outros programas inter-relacionados ao mesmo impacto são: Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e com o Programa de Monitoramento Qualitativo de Águas Superficiais.

5.2.9.6. Abrangência

O programa deve abranger a área de influência direta (AID) do Projeto Alemão, englobando todas as atividades de movimentação de solo e áreas de solo exposto nas bacias do igarapé Alemão, igarapé Bahia, igarapé Sergipe e igarapé Pernambuco.

5.2.9.7. Materiais e Métodos

O controle e monitoramento de processos erosivos parte do mapeamento das áreas que possuam vulnerabilidade erosiva, que pode se basear em um conjunto de fatores como análise climática, topográfica, e uso, cobertura e propriedades do solo, mediante a interferência antrópica. Para evitar o carreamento de material solto e alteração da estrutura dos solos, serão implantadas estruturas de controle, proposição de ações preventivas nos sistemas de drenagem pluvial, além de técnicas de recuperação de áreas, quando pertinente. Será realizado o monitoramento geotécnico constante da área da barragem, cavas e pilhas, além de monitoramento visual nas demais estruturas.

A implantação de estruturas hidráulicas de desvio de fluxos de água, incluindo o sistema de desvio de águas superficiais, desvio de nascentes, extravasor da barragem e extravasor das cavas, deve se basear

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



no estudo dos impactos das mudanças climáticas nas chuvas intensas (P1.000 e P10.000) e na Precipitação Máxima Provável (PMP) para o Projeto Alemão (antiga Mina Igarapé-Bahia), documento RL-5500IA-X-00034, elaborado pela WALM, o qual fixou valores de referência de pluviometria para nortear as estratégias necessárias para adaptação às mudanças climáticas.

5.2.9.8. Avaliação e Monitoramento

A avaliação e o acompanhamento de processos erosivos devem ser realizados por meio de inspeções visuais periódicas e sistemáticas, no qual obtêm-se um registro fotográfico e descritivo das áreas de taludes de corte/aterro, áreas que apresentem solo exposto, estradas não pavimentadas, cavas, pilhas e platôs.

As áreas potenciais devem ser classificadas em diferentes categorias, de acordo com a probabilidade, severidade e riscos para que ações assertivas sejam adotados, buscando preservar, mitigar e/ou corrigir, para que não ocorra grandes incidentes ambientais.

A avaliação dos dados e indicação da necessidade de manutenção e/ou recomposição dos dispositivos de drenagem, de contenção de sedimentos ou de regularização das superfícies de bermas e taludes (retaludamento) será feita por profissional capacitado (engenheiro geotécnico), o qual irá definir a melhor forma de execução dessas intervenções.

Metas e Indicadores

As metas têm por finalidade propor ações específicas a serem cumpridas e os indicadores poderão mensurar qual a efetividade dessas ações no cumprimento dos objetivos do programa. Na Tabela 120 são apresentadas as metas e os indicadores associados aos objetivos específicos.

Tabela 120 Objetivo, metas e indicadores do Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa

Objetivos específicos	Metas	Indicadores
Redução da perda de solo devido a processos erosivos em áreas disponíveis para recuperação	Promover a recuperação das áreas disponíveis para recuperação, comparando ano a ano o avanço das ações voltadas para controle de processos erosivos, <i>Observação: áreas em processos erosivos que acarretam riscos estruturais e/ou operacionais, não estão incluídas nesta meta, plano de ação específico para estas áreas deverá ser aplicado conforme procedimentos internos</i>	Comparação anual = [quantidade em hectares de áreas recuperadas / [quantidade em hectares de áreas disponíveis para recuperação] x 100
Identificação dos processos erosivos na área do empreendimento	Manter em 100% a realização das inspeções previstas, ao longo de 1 ano (mês a mês), comparado ao ano anterior (mês a mês)	Inspeções = [nº de inspeções realizadas / nº de inspeções previstas] x 100

5.2.9.9. Cronograma

O cronograma relacionado ao Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa é apresentado na Tabela 121.

Tabela 121 Cronograma do Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Inspecção e monitoramento												
Manutenções Corretivas												
Revegetação das áreas afetadas*												

*Caso seja constatado a necessidade de recomposição vegetal das áreas afetadas, seguirá cronograma do PRAD

5.2.10. Programa de Gestão Espeleológica

5.2.10.1. Justificativa

Atendendo as determinações legais, relacionando com os impactos previstos no estudo em função das condições locais das feições espeleológicas, sintetiza-se a justificativa do programa pela cadeia de eventos decorrentes das fases do empreendimento. Ressalta-se que do montante total de cavidades, estão listadas para ações diretas dos subprogramas deste PGE: ALE_0001, ALE_0003; ALE_0012 e ALE_0015.

Durante a fase de implantação, a supressão vegetal, movimentação de máquinas e veículos pesados, execução de cortes, desmonte de rocha a céu aberto, terraplenagem irão gerar áreas sem vegetação, com remoção de solo, interferindo no escoamento superficial e gerando pressão sobre a fauna, além de casos com supressão de feições espeleológicas.

Durante a fase de operação, o consumo hídrico e bombeamento de água subterrânea acarretarão diminuição da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea. O bombeamento afetará o aporte hídrico, sedimentação e microclima a ambientes cavernícolas, secundariamente interferindo no afugentamento da fauna e redução de diversidade do ambiente cavernícola e/ou seu entorno. Além disso, a partir dos desmontes de rochas na área pretendida para exploração mineral, tal atividade poderá promover aumento de níveis de vibrações, podendo ocasionar alterações na estrutura das cavidades.

Sendo assim, justificam-se, caso a caso, já na fase de pré-implantação, a execução de ações que visem a compensação de feições com previsão de impactos irreversíveis, neste caso, a ALE_0001 com a previsão de compensação com a ALE_0006 e ALE_0013. Em outros casos, acompanhar a integridade dos limites das áreas de influência cavernícolas, assim como o microclima, níveis de vibrações, comportamento da dinâmica hídrica, recursos orgânicos e fauna. Para este contexto, entende-se que o monitoramento deverá ocorrer nas cavidades ALE_0003, ALE_0012, ALE_0015 e nos seus respectivos limites protetivos.

5.2.10.2. Objetivo

Este programa tem como objetivo ao atendimento legal e viabilidade ambiental visando a sustentabilidade do empreendimento. Isto, compensando impactos irreversíveis e monitorando aqueles com potencial interferência no patrimônio espeleológico.

5.2.10.3. Responsável pela Implementação do Programa

A responsabilidade pela implementação do Programa de Gestão Espeleológica será da Vale S.A., no contexto das atividades do Projeto Alemão. A execução será realizada por equipe técnica especializada,

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



composta por profissionais com experiência comprovada em espeleologia, devidamente registrados em seus conselhos profissionais.

5.2.10.4. Legislação e/ou Outros Requisitos

Conforme Resolução CONAMA nº 347/2004, como preceitos iniciais da abordagem aqui organizada, listam-se:

“Considerando que as cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional constituem bens da União de que trata o art. 20, inciso X, da Constituição Federal, impondo-se a necessidade de sua preservação e conservação de modo a possibilitar estudos, pesquisas e atividades de ordem técnico-científica, étnica, cultural, espeleológica, turístico, recreativo e educativo;

Considerando que as cavidades naturais subterrâneas compõem o Patrimônio Espeleológico Nacional;

Considerando que o princípio da precaução aplica-se a proteção do patrimônio espeleológico;

Considerando a necessidade de se instituir procedimentos de monitoramento e controle ambiental, visando a evitar e minimizar a degradação e a destruição de cavidades naturais subterrâneas e outros ecossistemas a elas associados.”

A partir disso, os decretos federais 99.556/1990 e 6.640/2008, complementares entre si, dispõem sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.

Em seu Artigo 1º é determinado que:

“As cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional deverão ser protegidas, de modo a permitir estudos e pesquisas de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo.”

Na sequência, o Artigo 2º estabelece que:

“A cavidade natural subterrânea será classificada de acordo com seu grau de relevância em máximo, alto, médio ou baixo, determinado pela análise de atributos ecológicos, biológicos, geológicos, hidrológicos, paleontológicos, cênicos, histórico-culturais e socioeconômicos, avaliados sob enfoque regional e local.”

Nesse ponto, é importante apresentar o conceito de área de influência cavernícola, abarcada pela Resolução CONAMA nº 347/2004, sendo o principal tocante seu artigo 4º. O conceito então estabelecido para área de influência de cavidades naturais subterrâneas traz:

“... área que compreende os elementos bióticos e abióticos, superficiais e subterrâneos, necessários à manutenção do equilíbrio ecológico e da integridade física do ambiente cavernícola”.

LD DA @ 25 26 92 01-22 GC PM



Em seguida, o Artigo 4º, § 2º e §3º determinam:

“§ 2º A área de influência sobre o patrimônio espeleológico será definida pelo órgão ambiental competente que poderá, para tanto, exigir estudos específicos, às expensas do empreendedor.

§ 3º Até que se efetive o previsto no parágrafo anterior, a área de influência das cavidades naturais subterrâneas será a projeção horizontal da caverna acrescida de um entorno de duzentos e cinquenta metros, em forma de poligonal convexa.”

Consequentemente, associando as determinações legais aos impactos identificados, propõe-se o Programa de Gestão Espeleológica - PGE, a partir dos quatro subprogramas apresentados a seguir:

- Subprograma de Resgate e Compensação Espeleológica;
- Subprograma de Monitoramento Sismográfico;
- Subprograma de Acompanhamento de Áreas de Influência Cavernícolas;
- Subprograma de Monitoramento de Ambientes Cavernícolas.

5.2.10.5. Escopo

O Programa de Gestão Espeleológica (PGE) tem como escopo principal a implementação de medidas preventivas, de mitigação e compensatórias relacionadas aos impactos diretos e indiretos do Projeto Alemão sobre o patrimônio espeleológico, conforme estabelecido na legislação ambiental vigente. O programa visa garantir a integridade física e manutenção ecológica das cavidades naturais subterrâneas existentes nas Área de Avaliação Espeleológica (AAE), bem como promover resgate espeleológico em cavidades alvo de supressão, seguindo assim diretrizes legais vigentes.

O escopo técnico do programa inclui:

- A compensação de cavidades com previsão de supressão, com base nos critérios de relevância definidos em legislação específica;
- O monitoramento de vibrações sísmicas decorrentes de atividades de desmonte de rochas e operação de maquinários, visando a integridade físicas das mesmas;
- O monitoramento das condições microclimáticas, hídricas, de recursos orgânicos e da fauna cavernícola.

Todas as ações previstas no PGE têm caráter técnico-científico e preventivo, visando atender às exigências legais relativas à conservação do patrimônio espeleológico nacional.

5.2.10.6. Abrangência

O Programa de Gestão Espeleológica abrange as fases de implantação e operação do Projeto Alemão, com foco nas cavidades naturais subterrâneas identificadas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) como diretamente impactadas ou situadas em áreas de influência potencial.

Primeiramente, é necessário informar que as ações previstas neste programa ambiental abarcarão a realização do resgate espeleológico da ALE_0001, bem como a devida homologação da compensação

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



proposta para essa cavidade. No que tange às ações de monitoramentos, vale mencionar que o programa de sismográfica deverá ser realizado nas proximidades das cavidades mediante a possibilidade impacto por vibrações, neste caso, indica-se monitoramento na ALE_0012.

Tendo em vista, a ADA do projeto pretendido, bem como os limites protetivos propostos e possível avanço de áreas antropizadas nessas áreas, é indicado o monitoramento, a partir registros fotográficos periódicos georreferenciado, das áreas de influências espeleológicas das cavidades ALE_0012 e ALE_0015. Por fim, o monitoramento de ambientes cavernícola deverá ser realizado nas cavidades ALE_0003, ALE_0012 e ALE_0015.

O programa será desenvolvido em coordenação com outros programas ambientais do empreendimento, garantindo a coerência das medidas de gestão e monitoramento ambiental integradas.

5.2.10.7. Materiais e Métodos

O programa é composto por quatro frentes, denominadas subprogramas, cujos métodos são resumidos abaixo:

5.2.10.7.1. Subprograma de Resgate e Compensação Espeleológica

Após a análise do EIA no âmbito da espeleologia, com a conclusão do órgão ambiental a respeito dos graus das análises de relevância, limites das áreas de influência espeleológicas específicas e área diretamente afetada pelo empreendimento, além da avaliação da análise de similaridade, deverão ser definidas ao empreendedor formas de compensação para as cavidades naturais subterrâneas. Estas, seguindo o determinado pelo Decreto Federal 6.640/2008 e Decreto Federal 10.935/2022:

“Art. 3º A cavidade natural subterrânea com grau de relevância máximo e sua área de influência não podem ser objeto de impactos negativos irreversíveis, sendo que sua utilização deve fazer-se somente dentro de condições que assegurem sua integridade física e a manutenção do seu equilíbrio ecológico.” (Decreto Federal 6.640/2008).

“Art. 5º A cavidade natural subterrânea classificada com grau de relevância alto, médio ou baixo poderá ser objeto de impactos negativos irreversíveis quando autorizado pelo órgão ambiental licenciador competente, no âmbito do licenciamento ambiental da atividade ou do empreendimento.

§ 1º Na hipótese de empreendimento ou de atividade que ocasione impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância alto, o empreendedor deverá optar, no âmbito do licenciamento ambiental, entre as seguintes opções de medidas compensatórias:

I - adotar medidas e ações para assegurar a preservação de duas cavidades naturais subterrâneas com o mesmo grau de relevância, de mesma litologia e com atributos ambientais similares àquela que sofreu o impacto, que serão consideradas cavidades testemunho;

LD DA @ 20 20 92 06-20 GC PM



II - adotar medidas e ações para assegurar a preservação de uma cavidade testemunho, conforme o disposto no inciso I, e de mais uma cavidade a ser definida pelo Instituto Chico Mendes, em comum acordo com o empreendedor;

III - adotar medidas e ações para assegurar a preservação de uma cavidade testemunho, conforme o disposto no inciso I, e outras formas de compensação, definidas pelo Instituto Chico Mendes, em comum acordo com o empreendedor, observados os critérios e as diretrizes estabelecidos no art. 8º; ou

IV - outras formas de compensação superiores às previstas no inciso III, definidas pelo Instituto Chico Mendes, em comum acordo com o empreendedor, observados os critérios e as diretrizes estabelecidos no art. 8º.

§ 2º A preservação das cavidades naturais subterrâneas na forma de cavidades testemunho, de que tratam os incisos I, II e III do § 1º, será, preferencialmente, efetivada na área circunscrita à matrícula ou matrículas de propriedade ou posse do empreendedor no interior da área de influência direta do empreendimento.

§ 3º Na hipótese de empreendimento ou de atividade que ocasione impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância médio, o empreendedor deverá adotar medidas e financiar ações, nos termos estabelecidos pelo órgão licenciador conforme critérios e diretrizes previstos em ato do Ministro de Estado do Meio Ambiente, que contribuam para a conservação e para o uso adequado do patrimônio espeleológico brasileiro, especialmente das cavidades naturais subterrâneas com grau de relevância máximo e alto.

§ 4º Na hipótese de empreendimento ou de atividade que ocasione impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância baixo, o empreendedor não ficará obrigado a adotar medidas e ações para assegurar a preservação de outras cavidades naturais subterrâneas. (Decreto Federal 10.935/2022).

Para o Resgate Espeleológico, considerando a inexistência de atributos de interesse científico nas cavidades de baixo grau pelo Art. 12º da IN MMA/2017, considera-se apenas a cavidade ALE_0001.

5.2.10.7.2. Subprograma de Monitoramento Sismográfico

Conforme atividades apresentadas na Caracterização do Empreendimento (CE), são previstos na fase de implantação e operação o uso de explosivos para o desmonte de rochas, portanto, o monitoramento sismográfico deverá ser realizado. Como também apontado no capítulo de avaliação de impactos sobre patrimônio espeleológico, as alterações físicas em cavidades, provenientes do desmonte de rochas, são improváveis. Contudo, seguindo o princípio da precaução, indica-se a realização desse monitoramento objetivando compreender se o Plano de fogo está em consonância com os limites de vibrações sugeridos pelo CECAV/ICMBio (2016), sendo o mesmo descrito a seguir.

“A vibração emitida por uma dada atividade varia com relação ao período de operação (longa, média ou curta duração), bem como com relação à sua magnitude, podendo ser subdividida em três grupos principais:

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- *Vibração intermitente: caracterizada pela sucessão de eventos vibratórios, de curta duração – caso da detonação de explosivos por meio de microrretardos, da atividade de cravação de estacas por impacto e da atividade de compactação dinâmica por batimento;*
- *Vibração transiente: quando os níveis de vibração resultam de um impacto súbito, seguido de um tempo de repouso relativamente prolongado – por exemplo, as vibrações decorrentes de atividades como tráfego de veículos de carga em vias de acesso rodoviário, da passagem de um comboio ferroviário, bem como as decorrentes do carregamento ou descarregamento de material;*
- *Vibração contínua: quando um nível de vibração aproximadamente constante é mantido por um período de tempo significativo (são os casos, por exemplo, das vibrações originadas pelo funcionamento de maquinários pesados em geral tais como os existentes nos processos de britagem).” (Sismografia Aplicada ao Patrimônio Espeleológico. Orientações Básicas à realização de Estudo Ambientais. Item 5. CECAV/ICMBio, 2016).*

“Considerando o princípio da precaução e tendo como referência as normas ABNT NBR 9653 e DIN 4150-3, a seguir são apresentados os limites recomendados para o critério de segurança estrutural de cavernas de relevância máxima, considerando-se de maneira distinta a tipologia da atividade emissora e a consequente especificidade da vibração emitida:

- *Para atividades emissoras de vibração de caráter intermitente, recomenda-se o nível de vibração (PPV) igual a 5,0 (cinco) mm/s como critério de segurança preliminar;*
- *Para atividades emissoras de vibração de caráter transiente, recomenda-se o nível de vibração (PPV) igual a 3,0 (três) mm/s como critério de segurança preliminar;*
- *Para atividades emissoras de vibração de caráter contínuo, recomenda-se o nível de vibração (PPV) igual a 2,5 (dois vírgula cinco) mm/s como critério de segurança preliminar.” (Sismografia Aplicada ao Patrimônio Espeleológico. Orientações Básicas à realização de Estudo Ambientais. Item 5. CECAV/ICMBio, 2016).*

Diante do exposto acima, considera-se que as atividades de desmontes de rocha ocorrerão de forma intermitente, sendo adequado o critério de vibrações máximas de 5 mm/s em áreas de cavidades. Por sua vez, como a área de desmonte está localizada a mais de 1 km da cavidade mais próxima (ALE_0012), com exceção das feições com previsão de supressão, indica-se que esse subprograma contemple um ponto de monitoramento sismográfico nas proximidades da cavidade ALE_0012.

Para isso, deverá ser prevista a instalação de um sismógrafo de engenharia nos limites estimados de projeção da cavidade, no ponto mais próximo e direcionado para a fonte de vibração. As medições deverão ocorrer durante a realização de desmontes de rocha. Aconselha-se ainda que sejam realizadas

LD DA @ 25 26 92 01-20 GC PM



de forma periódica, durante três meses a um ano após o início das operações com desmontes (Fase de implantação do projeto). Caso não sejam identificados registros significativos de vibrações durante os primeiros três meses (picos de VPP até 2mm/s) o monitoramento poderá ser cessado. Caso nos três primeiros meses sejam detectados registros significativos o monitoramento deverá se estender por um ano. Caso ao longo do ano sejam detectados registros de VPP abaixo de 3mm/s, o monitoramento poderá também ser cessado. Apesar de improvável, caso detectados picos acima de 3mm/s nas imediações da cavidade, recomenda-se a continuidade do monitoramento por toda a fase de operação. De forma adicional ao monitoramento sismográfico, propõe que seja realizado um estudo específico de carga em espera conforme as diretrizes apontadas pelo CECAV no documento Sismografia Aplicada ao Patrimônio Espeleológico – Orientações Básicas à Realização de Estudos Ambientais, 2016.

5.2.10.7.3. Subprograma de Acompanhamento de Áreas de Influência Cavernícolas

Para cavidades ou grupos de cavidades, cujas áreas de influência específicas compõem cenários de potencial risco de intervenções imprevistas pelo empreendimento, propõe-se o acompanhamento de integridade dos limites propostos. Ressalta-se que tais limites deverão ser consolidados por aprovação do órgão responsável, durante o processo de licenciamento. O monitoramento será realizado com base em registros fotográficos periódicos, gerando acervo de dados para comparações temporais.

Para tais casos, os métodos propostos correspondem a tomada de fotos aéreas oblíquas e ortogonais das áreas de influência escolhidas semestralmente. Os resultados permitirão visualmente e por classificação de imagem conferir a integridade das áreas de influência cavernícola delimitadas. Quando em resolução e visibilidade adequada, poderão ser utilizadas imagens de satélite.

Estando as áreas de influência cavernícolas íntegras, não se recomenda visitas ao interior das cavidades para fotografias parametrizadas. A redução da visitação, garante maior conservação aos ambientes cavernícolas.

Para esta temática considera-se como cavidades alvo as cavidades ALE_0012 e ALE_0015. Cabe mencionar que este subprograma deverá ser abarcado em toda a fase de instalação do empreendimento conforme periodicidade já informada. Não se propõe a realização desse subprograma na fase de operação já que não são previstas ações de expansão do projeto nessa etapa.

5.2.10.7.4. Subprograma de Monitoramento de Ambientes Cavernícolas

Para este subprograma que abarcam monitoramentos microclimáticos, de substratos orgânicos e fauna recomenda-se que sejam abarcadas as cavidades: ALE_0003, ALE_0012 e ALE_0015. No âmbito da ALE_0015, propõe a realização desse monitoramento apenas na fase de instalação, já que não são previstas ações de expansão do projeto ou aspectos adicionais. Tendo em vista a proximidade da ALE_0012 com áreas operacionais da mina, sugere-se que o monitoramento ocorra na fase de instalação e operação. Para fins comparativos, indica-se a inclusão da ALE_0003 como cavidade controle, durante a fase de instalação e operação.

5.2.10.7.4.1. Monitoramento microclimático

Para a realização do monitoramento climático devem ser instalados aparelhos *Dataloggers* para coleta

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



de dados de temperatura e umidade nas cavidades listadas. Os aparelhos devem ser posicionados na região de entrada, de forma a registrar os valores do ambiente externo, e na região acessível mais profunda das cavernas, visando a obtenção de dados para comparação.

Os *Dataloggers* registram, de forma contínua, a temperatura e umidade do ambiente cavernícola e esses dados devem ser coletados periodicamente, considerando a manutenção ou substituição dos aparelhos que apresentarem falhas de funcionamento. A partir dos dados obtidos, poderá ser avaliado se as cavidades experimentam menor oscilação de temperatura e maior umidade em comparação ao ambiente externo, como é esperado para o ambiente cavernícola, bem como as variações desses parâmetros ao longo do tempo monitorado.

As características hídricas deverão ser avaliadas semestralmente e comparadas de forma qualitativa, evitando intervenções no ambiente cavernícola. Registros fotográficos e avaliação de intensidade e magnitude das atividades hídricas constatadas deverão ser acompanhadas, objetivando o reconhecimento excepcional de potenciais alterações antrópicas nesses atributos.

Para este monitoramento recomendam-se as cavidades ALE_0003, ALE_0012 e ALE_0015. No âmbito da ALE_0015, propõe a realização desse monitoramento apenas na fase de instalação, já que não são previstas ações de expansão do projeto nessa etapa.

5.2.10.7.4.2. Monitoramento de substratos orgânicos

Os recursos tróficos no interior das cavidades devem ser avaliados tanto qualitativamente, quanto quantitativamente. É importante determinar quais substratos orgânicos estão disponíveis nas cavidades ao longo do tempo, facilitando a observação de variações sazonais da presença/ausência devido a possíveis alterações. Desse modo, propõe-se o monitoramento dos recursos tróficos no interior das cavidades, garantindo a integridade do aporte de nutrientes necessário à manutenção das comunidades cavernícolas. O monitoramento deve ocorrer em periodicidade semestral respeitando a dinâmica sazonal da região.

Durante as campanhas de campo, os diferentes recursos tróficos relevantes deverão ser avaliados e sua localização plotada em um mapa topográfico.

5.2.10.7.4.3. Monitoramento de fauna

Este programa terá como objetivo avaliar as possíveis influências sobre as comunidades cavernícolas, advindas da implantação e operação do empreendimento em questão, através da realização de estudos das variações na composição, riqueza e abundância de espécies alvo.

Considerando que o principal impacto levantado se associado ao afugentamento da fauna e a ordem de maior mobilidade que frequenta as cavidades é a de mamíferos voadores (Chiroptera), indica-se que este monitoramento se restrinja aos morcegos que frequentam as cavidades.

A amostragem deverá ser realizada semestralmente, preferencialmente, nos períodos que representem o pico das estações chuvosa e seca.

Considerando a interface com os dados climáticos, de recursos orgânicos e do uso e ocupação das cavidades pela quiropterofauna, entende-se esse subprograma de monitoramento suficiente para

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



demonstrar que as áreas de influência estão suficientes e corretamente delimitadas para a manutenção das dinâmicas ecológicas, físicas e evolutivas das cavidades entorno ao projeto.

5.2.10.8. Avaliação e Monitoramento

A avaliação e o monitoramento do Programa de Gestão Espeleológica (PGE) visam garantir a efetividade das ações voltadas à proteção das cavidades naturais e suas áreas de influência. O processo será realizado por meio dos seguintes instrumentos:

- **Indicadores Ambientais:** Monitoramento de parâmetros como microclimático do ambiente cavernícola, fauna (Morcegos), recursos tróficos, integridade das áreas de influência espeleológica e integridade física da cavidade a partir da análise de vibrações.
- **Periodicidade:**
 - Resgate Espeleológico: Antes do início das atividades de instalação nas proximidades da cavidade ALE_0001, com a supressão da cavidade condicionado ao término das atividades.
 - Monitoramento Sismográfico: Contínuo na fase de instalação, com duração de até um ano, a depender dos resultados do monitoramento conforme exposto nos processos metodológicos. Considerando a fase de operação, contínuo, com duração de até um ano, a depender também dos resultados do monitoramento conforme exposto nos processos metodológicos;
 - Acompanhamento de Áreas de Influências Cavernícolas: Monitoramentos semestrais;
 - Monitoramento de Ambientes Cavernícolas: Monitoramentos semestrais;
- **Relatórios Técnicos:** Serão elaborados a cada semestre, incluindo análises dos dados coletados e registros fotográficos. Esses relatórios serão enviados ao IBAMA e, quando necessário, ao ICMBio.
- **Análise e Ajustes:** O programa tem caráter adaptativo, podendo ser ajustado com base nos resultados obtidos, exigências legais ou ambientais.
- **Avaliação Final:** Ao fim de cada fase do projeto (implantação e operação), será feita uma análise integrada para verificar a efetividade do PGE e a necessidade de ações complementares.

5.2.10.9. Cronograma

O Programa de Gestão Espeleológica deve ser executado nas fases de implantação e operação do Projeto Alemão.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.3. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO MEIO BIÓTICO - FLORA

5.3.1. Programa de Resgate de Germoplasma

5.3.1.1. Justificativa

A perda de indivíduos da flora é consequência direta da atividade de supressão da vegetação necessária à implantação e operação do Projeto Alemão. Desta forma o Programa de Resgate de Germoplasma está diretamente vinculado aos impactos previstos para a implantação e operação do empreendimento, e as medidas de mitigação propostas no Plano de Controle da Supressão Vegetal.

5.3.1.2. Objetivos

As atividades de resgate de propágulos de interesse para conservação visam minimizar os impactos causados pela atividade de supressão vegetal. As ações de resgate de sementes, indivíduos herbáceos, plântulas e epífitas ocorre antes e durante o início das atividades de supressão. Dentre os objetivos deste programa podemos citar:

- Estabelecer critérios e métodos para o resgate de flora em áreas-alvo da implantação do empreendimento;
- Identificar e catalogar as espécies de interesse para conservação existentes nas áreas suprimidas;
- Resgatar recursos genéticos das espécies-alvo na área que será suprimida;
- Resgatar plântulas e coletar sementes de populações presentes na área de estudo e que pertencem a espécies que representam a flora nativa da região;
- Priorizar o resgate de espécies raras, ameaçadas, de interesse ornamental, comercial e extrativista de forma a contribuir para sua conservação;
- Depositar os espécimes da flora resgatados em viveiro de mudas, complementando um banco de indivíduos da flora conservados *ex situ*, com capacidade de produção e cultivo de mudas das espécies-alvo resgatadas até o momento de sua reintrodução na natureza.

5.3.1.3. Responsável pela implantação do programa

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

5.3.1.4. Legislação e/ou outros requisitos

Este Programa atende ao princípio da previsibilidade estabelecido na legislação ambiental brasileira e às diretrizes do órgão licenciador. Os requisitos legais referentes a este Programa são apresentados na Tabela 122.

12 DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



Tabela 122 Requisitos legais e normas aplicáveis ao Programa de Resgate de Flora

Lei Federal	
Lei Federal nº 9.605/1998	Estabelece a Lei de Crimes Ambientais.
Decreto Federal	
Decreto nº 4.339/2002	Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade.
Decreto nº 58.054/1966	Estabelece a Convenção para a proteção da flora, fauna e das belezas cênicas naturais dos países da América, assinada pelo Brasil, em 27/02/40.
Portaria MMA	
Portaria MMA nº 443/2014	Alterada pela Portaria nº 148, de 7 de junho de 2022, referentes à Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção.

Elaborado por Clam, 2025.

5.3.1.5. Escopo

O presente Programa se relaciona a atividade de supressão da vegetação nativa que ocorrerá nas fase de implantação e operação.

5.3.1.5.1. Interface com outros Planos e Programas

Esse programa possui interface com os seguintes planos e programas ambientais:

- Plano de Controle da Supressão Vegetal;
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

5.3.1.6. Abrangência

O programa vai será executado nas áreas onde haverá supressão vegetal, previamente ao avanço das frentes de supressão.

5.3.1.7. Materiais e métodos

O resgate de propágulos consistirá na coleta intensiva de materiais vegetativos e reprodutivos que sejam viáveis para a propagação das espécies presentes na ADA do empreendimento. O primeiro passo para o resgate de propágulos é a determinação das espécies de interesse biológico (espécies ameaçadas de extinção ou protegidas por lei) e das espécies de interesse para as ações de recuperação ambiental. As atividades de resgate terão início com a delimitação da área de supressão e ocorrerão previamente ao início da derrubada da vegetação. As equipes responsáveis pelo resgate de flora também deverão acompanhar o processo de supressão da vegetação, verificando a presença de espécies-alvo de resgate não identificadas anteriormente.

De modo geral, o resgate de germoplasma consistirá na coleta de sementes, frutos e material vegetativo das espécies representativas e de maior valor ecológico do ecossistema afetado. É recomendável que a coleta de sementes seja feita em diferentes matrizes distantes entre si. Isso assegura a maior variabilidade genética do material, contudo, isso dependerá das condições de campo durante o resgate.

Já a coleta de plantas inteiras refere-se à coleta de plântulas e indivíduos jovens de espécies arbustivo-arbóreas, além de indivíduos de espécies das famílias Bromeliaceae, Cactaceae, Orchidaceae e Araceae, tanto de hábito epifítico, quanto terrícola e rupícola. O resgate dessas plantas será realizado em paralelo ao resgate dos demais propágulos. Durante as atividades de supressão, a equipe de resgate de

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



germoplasma acompanhará a abertura das frentes de obras para resgatar as epífitas e hemiepífitas das copas das árvores tombadas, haja vista a impossibilidade de coleta destas plantas em ramos muito altos. O material resgatado composto por frutos, sementes, e plântulas será encaminhado ao viveiro de mudas, e posteriormente serão reintroduzidos prioritariamente nas áreas em recuperação, em áreas florestais como forma de enriquecimento ambiental ou em áreas destinadas ao Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

5.3.1.8. Avaliação e Monitoramento (incluindo Metas e Indicadores)

As metas e os indicadores são elementos essenciais para avaliar a eficácia das ações desenvolvidas no Programa de Resgate de Germoplasma. O acompanhamento desses indicadores permitirá a análise do sucesso do programa em termos de conservação da flora, manutenção da variabilidade genética e contribuição para a recuperação ambiental.

Dessa forma, são estabelecidos os seguintes objetivos, metas e indicadores para o programa (Tabela 123):

Tabela 123 Objetivo, Metas e Indicadores Programa de Resgate de Germoplasma.

Objetivos	Metas	Indicadores
Avaliar a diversidade florística resgatada	Identificar os indivíduos resgatados, priorizando as espécies ameaçadas de extinção e de interesse ecológico.	Número de espécies catalogadas e classificadas por categoria de risco e importância ecológica.
Garantir a variabilidade genética do material resgatado	Realizar coletas de diferentes matrizes parentais para ampliar a diversidade genética do material propagativo.	Número de matrizes diferentes utilizadas na coleta de sementes e material vegetativo.
Manter a taxa de sobrevivência do material resgatado em viveiro.	Monitorar o desenvolvimento das mudas no viveiro e adotar técnicas que aumentem sua taxa de sobrevivência.	Percentual de sobrevivência das mudas após 6 a 12 meses.
Favorecer a reintrodução da flora resgatada nas áreas de recuperação ambiental	Produzir mudas a partir do material resgatado para reintrodução em áreas impactadas pelo empreendimento.	Quantidade de mudas reintroduzidas nas áreas destinadas à recuperação.
Monitorar a efetividade da reintrodução da flora	Acompanhar a adaptação e o crescimento das mudas reintroduzidas.	Taxa de sobrevivência das mudas reintroduzidas após 1 e 2 anos.

Elaborado por Clam, 2025.

5.3.1.9. Cronograma

O Programa deverá ser executado antes e durante o processo de supressão da vegetação, que ocorrerá nas fases de implantação e operação do empreendimento.

5.3.2. Plano de Controle da Supressão Vegetal

5.3.2.1. Justificativa

O planejamento adequado do Plano é fundamental para a destinação e o aproveitamento correto do material vegetal suprimido, além de mitigar impactos ambientais. A remoção da cobertura vegetal promoverá a perda de indivíduos da flora e, em determinadas situações, ameaça indivíduos da fauna que apresentam ninhos na área ou possuam mobilidade reduzida. Essa atividade ainda reduz o habitat da fauna, que se dispersará para outros remanescentes de vegetação natural do entorno. Dessa forma, a

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



realização das atividades de supressão de forma ordenada e planejada também contribuirá com o direcionamento para a fuga dos animais presentes nas áreas afetadas, permitindo a dispersão gradual dos indivíduos, reduzindo a perda dos mesmos durante estas atividades.

5.3.2.2. Objetivos

O objetivo do plano consiste em apresentar os procedimentos padrões que deverão ser adotados pelas equipes responsáveis pela supressão vegetal.

Seus objetivos específicos são:

- Prevenir, minimizar ou eliminar os impactos ambientais significativos adversos que são gerados pela supressão vegetal sobre a flora e fauna;
- Executar a supressão de acordo com os procedimentos operacionais normatizados e em conformidade ao atendimento da autorização emitida pelo órgão ambiental competente;
- Promover racionalização, otimização e reaproveitamento dos produtos e subprodutos gerados durante a remoção da cobertura vegetal;
- Promover aproveitamento do *topsoil*, quando necessário, de acordo com os parâmetros legais e em consonância aos critérios estabelecidos pelos órgãos ambientais.

5.3.2.3. Responsável pela implantação do Plano

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

5.3.2.4. Legislação e/ou outros requisitos

Este Plano atenderá aos seguintes requisitos legais:

Tabela 124 Requisitos legais e normas aplicáveis ao Programa de Resgate de Flora

Decreto Federal	
Decreto Federal nº 5.975/2006	Que trata da reposição florestal obrigatória.
Instrução Normativa IBAMA	
Instrução Normativa IBAMA nº 06/2009	Dispõe sobre a emissão da Autorização de Supressão de Vegetação (ASV) e as respectivas Autorizações de Utilização de Matéria-Prima Florestal.
Instrução Normativa IBAMA nº 10/2015	Define procedimentos de organização física de produtos florestais madeireiros em áreas de exploração florestal e em depósitos e pátios de estocagem de empreendimentos industriais ou comerciais, para fins de controle do rastreamento de produtos oriundos de Planos de Manejo Florestais, Autorizações de Supressão de Vegetação em Empreendimentos sob Licenciamento Ambiental e Autorizações de Uso Alternativo do Solo expedidas pelos órgãos ambientais competentes.
Portaria IBAMA	
Portaria IBAMA nº 149/1992	Portaria IBAMA nº 149/1992 - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Estabelece que todas as motosserras a serem utilizadas na supressão da vegetação deverão ter registro e licenciamento válido junto a este órgão.
Lei Estadual	
Lei ordinária nº 10.588/2024	Dispõe sobre a destinação da matéria-prima florestal, proveniente da supressão de vegetação, em área de domínio público e privado sob jurisdição do Estado, autorizada pelo órgão ambiental competente, no âmbito do processo de licenciamento ambiental de obras de utilidade pública de infraestrutura e de mineração; altera a Lei Estadual nº 5.752, de 26 de julho de 1993; e revoga a Lei Estadual nº 6.958, de 3 de abril de 2007.
Lei Estadual nº 6.895/2006	Refere-se à compensação pelo corte de castanha-do-pará no estado do Pará.

LD DA @ 20 20 92 06-20 GC PM



Decreto Estadual	
Decreto Estadual nº 1.120/2008	Dispõe sobre o prazo de validade das Licenças Ambientais, sua renovação, e dá outras providências. Em seu Art. 7º, estabelece que "A manutenção da validade das Licenças de Instalação e de Operação, ficam condicionadas à apresentação de Relatório de Informação Ambiental, informações complementares exigidas pela SEMAS....".
Instrução Normativa – SEMAS/PA	
Instrução Normativa nº 02/2015	Refere-se às solicitações para supressão vegetal no estado do Pará.
Instrução Normativa nº 08/2015	Trata do comunicado de limpeza e supressão de vegetação em estágio inicial fora de área de preservação permanente (APP) e de Reserva Legal (RL) no estado do Pará.
Instrução Normativa nº 52/2010	Estabelece normas e procedimentos para o plano de conservação de fauna silvestre em áreas que necessitem de prévia supressão vegetal em processos de licenciamento ambiental, no âmbito do estado do Pará, sendo que o treinamento e a capacitação da equipe responsável estão alinhados na referida nesta instrução.
Resolução Estadual	
Resolução COEMA nº 054/2007	Homologa a lista de espécies da flora e da fauna ameaçadas no Estado do Pará.

Elaborado por Clam, 2025.

5.3.2.5. Escopo

O presente Plano se relaciona a atividade de supressão da vegetação nativa que ocorrerá nas fase de implantação e operação.

5.3.2.5.1. Interface com outros Planos e Programas

Esse programa possui interface com os seguintes planos e programas ambientais:

- Programa de resgate de germoplasma;
- Programa de afugentamento e resgate de fauna;
- Programa de prevenção e combate a incêndios florestais;
- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD.

5.3.2.6. Abrangência

O programa vai ser executado nas áreas onde haverá supressão vegetal, mediante obtenção de ASV.

5.3.2.7. Materiais e métodos

O Plano de Controle da Supressão Vegetal engloba três etapas e processos principais, sendo elas:

- **Planejamento da supressão, definição dos pátios de estocagem do material suprimido e abertura de acessos (talhonamento):** Inicialmente, de forma a se evitar a supressão vegetal fora das poligonais autorizadas na ASV, deve-se realizar o planejamento e a demarcação topográfica do perímetro desses polígonos de forma a delimitar as áreas alvo da atividade de supressão. Em seguida, indica-se a realização de abertura de acessos e talhonamento das poligonais de maior tamanho, de forma a facilitar a dispersão da fauna para os arredores e possibilitar a realização das atividades de resgate de flora. Para as poligonais de menor área, recomenda-se somente a realização de aceiros. Antes do início das supressões também é necessário que se estabeleça a localização dos pátios de estocagem, definindo-se o local onde o material lenhoso resultante da supressão será direcionado, bem como das áreas designadas para receber o resíduo vegetal e o solo orgânico resultante.

LD DA @ 25 26 52 01-20 GC PM



- **Supressão da vegetação:** O corte e retirada de cipós é o primeiro passo do processo de supressão e é realizado para evitar o entrelaçamento de copas e o “efeito dominó” durante a derrubada dos indivíduos arbóreos. Em seguida é realizado o broque ou limpeza de sub-bosque, que consiste na retirada da vegetação arbórea e arbustiva com o DAP (diâmetro acima do peito – 1,3 m do solo) inferior a 30 cm. Essa limpeza é realizada de forma mecanizada. Já para os indivíduos com o DAP maior ou igual a 30 cm, o corte dos indivíduos é realizado de forma semimecanizada, utilizando-se motosserra. Após o abate dos indivíduos, é realizada a extração do material vegetal que compreende a destopa, desgálhe e o traçamento das toras e posterior baldeio desse material até os pátios de estocagem. As sobras do processo de extração (restos vegetais) devem ser trituradas como forma de diminuir o volume do material, facilitando o transporte e posterior uso em programas de recuperação de áreas degradadas.
- **Destoca, limpeza da área e retirada do solo orgânico (*topsoil*):** Após a etapa de supressão vegetal propriamente dita, é realizada a destoca completa da área e transporte desse material para as áreas designadas para o armazenamento. Ao final da destoca será realizada a retirada do *topsoil*, que compreende a camada mais superficial do solo, que é composta pelo banco de sementes, matéria orgânica (serrapilheira), e a microbiota do solo. Posteriormente esse material poderá ser usado nos projetos do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e no Plano de Fechamento de Mina (PFM).

5.3.2.8. Avaliação e Monitoramento (incluindo Metas e Indicadores)

As metas e indicadores estabelecidos para o Plano de Controle da Supressão Vegetal têm o propósito de garantir que as atividades de supressão sejam realizadas de forma planejada, minimizando impactos ambientais e maximizando o aproveitamento do material vegetal removido. O monitoramento desses indicadores permitirá avaliar a eficácia das ações implementadas e o cumprimento das diretrizes ambientais aplicáveis.

A seguir, são estabelecidos os seguintes objetivos, metas e indicadores para o programa:

Tabela 125 Objetivo, Metas e Indicadores do Plano de Controle da Supressão Vegetal.

Objetivos	Metas	Indicadores
Garantir a supressão vegetal dentro das diretrizes ambientais e normativas aplicáveis	Realizar a supressão da vegetação conforme as poligonais autorizadas na ASV e diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais.	Percentual de conformidade da supressão com as poligonais autorizadas.
Reduzir os impactos da supressão sobre a fauna	Executar a supressão de maneira gradual, permitindo a dispersão dos animais e minimizando a mortalidade.	Registro de ocorrência de fauna impactada durante a supressão.
Minimizar perdas de material vegetal de valor ecológico	Realizar a separação e destinação adequada de toras, galhos e resíduos vegetais.	Percentual de aproveitamento do material lenhoso e resíduos vegetais.
Otimizar a reutilização do solo orgânico (<i>topsoil</i>)	Coletar e armazenar corretamente o <i>topsoil</i> para utilização na recuperação de áreas degradadas.	Volume de <i>topsoil</i> reaproveitado em projetos de recuperação ambiental.
Garantir a destinação correta do material lenhoso	Coletar e armazenar corretamente o <i>topsoil</i> para utilização na recuperação de áreas degradadas.	Volume de <i>topsoil</i> reaproveitado em projetos de recuperação ambiental.
Garantir a destinação correta do material lenhoso	Definir pátios de estocagem e encaminhar material para usos como recuperação ambiental, doação e aproveitamento energético.	Percentual do material lenhoso destinado corretamente.

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Objetivos	Metas	Indicadores
Monitorar e minimizar a emissão de poeira e impactos relacionados à supressão	Adotar medidas de controle ambiental para reduzir a dispersão de poeira nas áreas de supressão e armazenamento do material.	Níveis de material particulado medidos antes e após a supressão.
Prevenir incêndios florestais, durante a supressão	Implementar medidas preventivas para evitar incêndios acidentais durante as atividades.	Número de focos de incêndio registrados durante a supressão.

Elaborado por Clam, 2025.

5.3.2.9. Cronograma

O Plano de Controle da Supressão Vegetal deverá ser executado durante as fases de implantação e operação do empreendimento.

5.3.3. Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais

5.3.3.1. Justificativa

A implantação, operação e fechamento da Mina do Alemão, localizada em uma matriz florestal, aumentam o risco de incêndios florestais, os quais podem impactar grandes áreas dependendo de sua dimensão. O programa tem como objetivo reduzir os riscos e impactos negativos associados a incêndios na região, incluindo áreas de recuperação e de influência do empreendimento, sendo uma medida fundamental para evitar e combater focos de incêndio, mitigando-se possíveis danos no contexto da mineração.

5.3.3.2. Objetivos

O Programa de prevenção e combate a incêndios florestais tem como objetivo reduzir o risco de ocorrências de incêndios florestais nas fases de implantação, operação e Desativação do Projeto Alemão e em suas áreas de influência, por meio de ações preventivas, de monitoramento, detecção e combate a focos de incêndio. Além disso, busca capacitar os empregados da Vale e de empresas contratadas nos procedimentos de prevenção e combate a incêndios florestais.

5.3.3.3. Responsável pela implantação do Programa

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

5.3.3.4. Legislação e/ou Outros Requisitos

Este Programa atenderá aos seguintes requisitos legais:

Tabela 126 Requisitos legais e normas aplicáveis ao Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais

Lei Federal	
Lei nº 9.605/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, incluindo a responsabilização por incêndios em áreas florestais.
Lei nº 12.651/2012	Prevê a obrigatoriedade da adoção de medidas preventivas contra incêndios em áreas de vegetação nativa, especialmente em áreas de preservação permanente (APPs) e reservas legais.
Decreto Federal	
Decreto nº 6.514/2008	Regulamenta a Lei nº 9.605/1998, estabelecendo infrações e sanções administrativas aplicáveis a

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



	condutas que provocam incêndios florestais.
Decreto nº 2.661/1998	Estabelece as normas de uso do fogo em práticas agropastoris e medidas para o controle de queimadas em todo o território nacional.
Instrução Normativa	
Instrução Normativa IBAMA nº 06/2006	Estabelece procedimentos de prevenção e combate a incêndios florestais nas áreas sob jurisdição do IBAMA.
Portaria ICMBio	
Portaria nº 1.349/2019	Dispõe sobre a organização e funcionamento das brigadas federais de prevenção e combate a incêndios florestais nas Unidades de Conservação Federais.
Resolução CONAMA	
Resolução nº 237/1997	Dispõe sobre o licenciamento ambiental, incluindo medidas de controle e mitigação de riscos ambientais, como os incêndios florestais.
Legislação Estadual	
Decreto Estadual nº 1.972/2009	Dispõe sobre o uso do fogo em atividades agropecuárias no Pará e estabelece o Sistema Estadual de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais (SEPCIF).

Elaborado por Clam, 2025.

5.3.3.5. Escopo

O presente Programa se relaciona a atividade de supressão da vegetação nativa que ocorrerá nas fase de implantação e operação.

5.3.3.5.1. Interface com outros Planos e Programas

Este Programa insere-se no âmbito do Programa de Prevenção e Combate a Incêndios do Mosaico de Unidades de Conservação de Carajás e tem relação com os demais:

- Programa de Comunicação Social;
- Programa de Educação Ambiental;
- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas;
- Programa de Gerenciamento de Riscos.

5.3.3.6. Abrangência

O programa deve abranger a área de influência direta (AID) do Projeto Alemão, mais especificamente as áreas no entorno da ADA, considerando o maior risco de início de incêndio para essas áreas.

5.3.3.7. Materiais e métodos

Os métodos do Programa de prevenção e combate a incêndios florestais abrangem uma ampla gama de ações preventivas, de monitoramento, detecção e combate. Destacam-se as seguintes abordagens:

5.3.3.7.1. Prevenção

- **Campanhas Educativas** - Realização de campanhas internas e externas utilizando cartazes, palestras, e inclusão do tema em programas de treinamento.
- **Zoneamento de Risco** - Revisão do mapa de risco de incêndios na área para incorporar alterações locais e informar os trabalhadores.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- **Construção e Manutenção de Aceiros** - Criação de barreiras físicas para limitar o avanço do fogo, supervisionadas por profissionais qualificados.
- **Parcerias** - Colaboração com instituições como IBAMA e ICMBio para conscientização e prevenção.

5.3.3.7.2. Monitoramento

- **Climatologia e Índices de Risco:** Uso do índice de Monte Alegre Alterado (FMA+) (NUNES, SOARES E BATISTA, 2006) para calcular graus de perigo com base em dados meteorológicos, integrados com sistemas de alerta.

5.3.3.7.3. Detecção

- **Sistemas Organizados:** Uso de torres de observação, drones, veículos e sistemas satelitais para detecção fixa e móvel de focos de incêndio.
- **Participação Comunitária:** Envolvimento do público para comunicar incêndios de forma rápida e eficiente.

5.3.3.7.4. Combate

- **Métodos de Ataque:** Três técnicas são empregadas conforme a intensidade do fogo:
 - **Direto:** Ataque próximo usando abafadores, água ou terra.
 - **Paralelo:** Criação de aceiros próximos ao fogo para reduzir sua intensidade antes do ataque direto.
 - **Indireto:** Criação de aceiros largos e uso de contrafogo em casos de alta intensidade.
- **Equipamentos:** Utilização de ferramentas manuais (pás, enxadas, abafadores), equipamentos de proteção individual e veículos especializados para garantir eficiência no combate.

5.3.3.7.5. Mobilização

- **Treinamento e Prontidão:** Brigadas treinadas são mobilizadas rapidamente, garantindo que o deslocamento e o planejamento do ataque sejam feitos de forma organizada e eficaz.

5.3.3.7.6. Planejamento do Ataque

- Avaliação detalhada do comportamento do fogo, das condições climáticas e do terreno para determinar as estratégias mais adequadas de combate.

Esses métodos, desenvolvidos em consonância com as diretrizes regionais e nacionais, garantem uma abordagem integrada e eficaz para prevenir e mitigar incêndios florestais.

5.3.3.8. Avaliação e Monitoramento (incluindo Metas e Indicadores)

O Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais tem como objetivo minimizar os riscos de incêndios nas áreas de influência do empreendimento, garantindo a segurança ambiental e operacional.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



As metas e indicadores estabelecidos permitem avaliar a eficácia das ações preventivas, de monitoramento, detecção e combate aos incêndios, assegurando a melhoria contínua das estratégias implementadas.

A seguir, são apresentados os objetivos, metas e indicadores do programa:

Tabela 127 Objetivo, Metas e Indicadores Programa de Prevenção e Combate a Incêndio Florestais.

Objetivos	Metas	Indicadores
Reduzir o risco de incêndios florestais nas áreas de influência do empreendimento	Implementar medidas preventivas, como aceiros e campanhas educativas, para minimizar a ocorrência de incêndios.	Número de aceiros construídos e mantidos; quantidade de ações de sensibilização realizadas.
Monitorar e prever condições favoráveis à ocorrência de incêndios	Utilizar índices climáticos e sistemas de alerta para identificar períodos críticos e antecipar medidas preventivas.	Frequência de monitoramento dos índices de risco de incêndio; número de alertas emitidos.
Detectar rapidamente focos de incêndio para resposta imediata	Implementar sistemas de vigilância fixa e móvel para identificação precoce de incêndios.	Tempo médio entre detecção e resposta ao incêndio; número de focos detectados antes da propagação.
Garantir resposta eficaz no combate a incêndios florestais	Capacitar brigadas e disponibilizar equipamentos adequados para o combate a incêndios.	Número de brigadistas treinados anualmente; tempo médio de resposta a ocorrências.
Garantir a destinação correta do material lenhoso	Coletar e armazenar corretamente o <i>topsoil</i> para utilização na recuperação de áreas degradadas.	Volume de <i>topsoil</i> reaproveitado em projetos de recuperação ambiental.
Minimizar danos ambientais e operacionais decorrentes de incêndios	Controlar e extinguir incêndios rapidamente, reduzindo sua extensão e impactos.	Área total queimada por incêndios florestais por ano; percentual de incêndios controlados em menos de 24h.

Elaborado por Clam, 2025.

5.3.3.9. Cronograma

O Programa de prevenção e combate a incêndios florestais será implementado de forma contínua e permanente, abrangendo as fases de implantação, operação e fechamento da mina. As atividades de prevenção terão foco especial no período de maior risco de incêndios, que corresponde aos meses de menor incidência de chuvas, de abril a novembro. Durante esse intervalo, as ações preventivas devem ser iniciadas até, no máximo, o mês de abril e se estender até o início da temporada chuvosa, garantindo a execução eficaz antes do aumento da suscetibilidade ao fogo. O acompanhamento será realizado por meio de relatórios anuais, permitindo o monitoramento contínuo e o reforço das estratégias implementadas.

5.3.4. Programa de Plantio Compensatório

5.3.4.1. Justificativa

O Programa de Plantio Compensatório visa mitigar os impactos da implantação e operação do Projeto Alemão, que afetará florestas maduras e áreas de vegetação secundária na Floresta Nacional de Carajás (FLONACA), incluindo regiões de APPs às margens de cursos d'água. A recomposição da vegetação é obrigatória por lei, sendo essencial para proteger bacias hidrográficas, conservar a biodiversidade e fortalecer corredores ecológicos, assegurando a conectividade entre habitats e o equilíbrio ambiental.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.3.4.2. Objetivos

O objetivo geral é aumentar a conectividade entre remanescentes de vegetação nativa em áreas no entorno da Floresta Nacional de Carajás (FLONACA), por meio da restauração ecológica, sobretudo em APPs. Seus objetivos específicos são:

- Definir as áreas prioritárias para execução dos plantios compensatórios;
- Promover a criação e/ou restauração de corredores ecológicos, priorizando as APPs próximas à FLONACA;

5.3.4.3. Responsável pela implantação do Programa

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

5.3.4.4. Legislação e/ou outros requisitos

Este Programa atenderá aos seguintes requisitos legais:

Tabela 128 Requisitos legais do Programa de Plano Compensatório

Lei Federal	
Lei Federal nº 6.938/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Decreto Federal	
Decreto Federal nº 97.632/1989	Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências.
IBAMA	
Instrução Normativa 14/2024	Estabelece procedimentos para elaboração, apresentação, execução e monitoramento de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Área Alterada (PRAD) pelo administrado com vistas ao cumprimento da legislação ambiental em todos os biomas e suas respectivas fitofisionomias.
CONAMA	
Resolução nº 369/2006	Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente - APP.
Resolução nº 429/2011	Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs.
Legislação Estadual	
Lei nº 5.887/1995	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências.
Lei nº 6.462/2002	Política Estadual de Florestas e demais formas de vegetação.
Decreto nº 2.141/2006	Regulamenta dispositivos da Lei nº 6.462, de 4 de julho de 2002, que dispõe sobre a Política Estadual de Florestas e demais Formas de Vegetação, objetivando o incentivo à recuperação de áreas alteradas e/ou degradadas e à recomposição de reserva legal, para fins energéticos, madeireiros, frutíferos, industriais ou outros, mediante o povoamento florestal e agroflorestal com espécies nativas e exóticas e dá outras providências.

Elaborado por Clam, 2025.

5.3.4.5. Escopo

O presente Programa se relaciona a atividade de supressão da vegetação nativa que ocorrerá nas fase de implantação e operação.

5.3.4.5.1. Interface com outros planos e programas

Esse Programa possui interface com os seguintes planos e programas ambientais

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD);
- Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais;
- Programa de Resgate de Germoplasma.

5.3.4.6. Abrangência

O programa deve abranger as áreas a serem recuperadas do Projeto Alemão e demais áreas apontadas como alvo de plantio compensatório pela intervenção do empreendimento.

5.3.4.7. Materiais e Métodos

A metodologia dos plantios compensatórios será baseada no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, que inclui avaliação via imagens de satélite e verificação em campo. Será gerado um mapa com a delimitação das áreas a serem restauradas e os métodos a serem empregados, com as áreas demarcadas em campo. A escolha dos métodos levará em consideração o estado de degradação, o potencial de regeneração e a matriz da área. Sempre que possível, métodos que aproveitem a regeneração natural, como nucleação e transposição de galhadas, serão priorizados. A muvuca (mistura de sementes nativas e leguminosas) será utilizada, principalmente em áreas de grande extensão, devido ao seu baixo custo e rapidez, apesar das limitações de germinação e disponibilidade de sementes.

O plantio de mudas será adotado apenas em áreas com regeneração natural muito limitada, como aquelas cobertas por espécies exóticas competidoras. A preferência será para mudas do resgate da supressão da mina do Alemão. As áreas serão mantidas por pelo menos quatro anos, com atividades periódicas de controle de espécies exóticas, como roçadas e capinas, além de coroamento das mudas. Após as roçadas, os restos vegetais serão triturados e espalhados ao redor das mudas, contribuindo para a recuperação do solo e controle de ervas competidoras.

Destaca-se que a execução do plantio compensatório deve, preferencialmente, localizar-se em ambientes próximos aos contemplados pelo PRAD. Desse modo, os ganhos ambientais relacionados à recuperação ambiental são favorecidos, multiplicando a conectividade e os benefícios da restauração ecológica.

Os recursos necessários incluem imagens de satélite, ferramentas manuais (facões, foices, enxadas, entre outras), mudas, sementes, adubos, estacas, roçadeiras, placas de identificação, máquinas fotográficas e GPS.

5.3.4.8. Avaliação e Monitoramento (incluindo Metas e Indicadores)

O monitoramento será feito anualmente, durante quatro anos, através da coleta e análise de dados realizadas em parcelas permanentes. Serão avaliadas a densidade, a cobertura vegetal e a riqueza de espécies. As parcelas serão fotografadas e avaliadas também por imagens de satélite. Os resultados serão organizados em relatórios anuais, incluindo informações sobre a manutenção, a evolução da densidade e riqueza, bem como um relatório fotográfico.

O Programa de Plantio Compensatório tem como objetivo mitigar os impactos da supressão vegetal, promovendo a restauração ecológica em áreas prioritárias, especialmente em Áreas de Preservação Permanente (APPs) e regiões próximas à Floresta Nacional de Carajás (FLONACA). Para garantir a

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



eficácia das ações implementadas, foram estabelecidos indicadores que possibilitam o monitoramento do sucesso da recomposição vegetal e a conectividade entre remanescentes florestais.

A seguir, são apresentados os objetivos, metas e indicadores do programa:

Tabela 129 Objetivo, Metas e Indicadores Programa de Plantio Compensatório.

Objetivos	Metas	Indicadores
Definir e restaurar áreas prioritárias para o plantio compensatório	Identificar e mapear as áreas prioritárias para a restauração, garantindo a conexão entre fragmentos florestais.	Número de hectares mapeados e designados para plantio compensatório.
Promover a restauração ecológica por meio de técnicas adequadas	Implantar estratégias de nucleação, muvuca de sementes e plantio de mudas conforme a necessidade de cada área.	Percentual de área restaurada por método aplicado.
Garantir a sobrevivência e o crescimento das espécies	Monitorar a taxa de sobrevivência e o desenvolvimento das mudas implantadas.	Taxa de sobrevivência das mudas após 6, 12, 24 e 48 meses.
Favorecer a conectividade entre fragmentos florestais	Criar corredores ecológicos que favoreçam a movimentação da fauna e o fluxo gênico da flora.	Percentual de aumento da cobertura vegetal nas áreas restauradas.
Minimizar a competição de espécies exóticas e invasoras	Implementar ações de controle de espécies invasoras, como capinas seletivas e manejo da vegetação competitiva.	Área manejada anualmente para controle de espécies exóticas.
Avaliar a evolução da vegetação ao longo dos anos	Monitorar a densidade, a cobertura vegetal e a riqueza de espécies ao longo do tempo.	Número de espécies nativas estabelecidas e incremento da cobertura vegetal.

Elaborado por Clam, 2025.

5.3.4.9. Cronograma

O Programa terá início na fase de implantação e seguirá até o encerramento de todos os plantios compensatórios da Mina do Alemão. As atividades de manutenção e monitoramento serão executadas por 4 anos após a implantação das atividades do Programa.

5.3.5. Programa de Monitoramento de Bioindicadores

5.3.5.1. Justificativa

Conforme PBA 2022, em 2012, a Vale e o ICMBio unificaram os Programas de Monitoramento de fauna e flora previstos no licenciamento das minas localizadas na FLONACA, criando um único Programa com o objetivo de estabelecer uma rede integrada e bem estruturada de monitoramento para a região. Ele foi desenvolvido com a participação do IBAMA e com a colaboração de pesquisadores e especialistas.

O resultado dessa iniciativa foi o Programa de Monitoramento de Bioindicadores nas Áreas em Operação da Vale – Floresta Nacional de Carajás. Ele objetiva responder questões sobre os impactos ambientais, como a influência das atividades minerárias na estrutura das comunidades biológicas remanescentes e a resposta dessas comunidades aos impactos.

5.3.5.2. Objetivos

O Programa de Monitoramento de Bioindicadores tem como objetivo avaliar os impactos da deposição de poeira gerada pela atividade minerária sobre a vegetação do sub-bosque, utilizando parâmetros biológicos e fisiológicos das plantas como indicadores ambientais.

LD DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



5.3.5.3. Responsável pela Implantação do Programa

O Programa será implementado por equipes técnicas especializadas, com o apoio de pesquisadores e consultores ambientais vinculados ao monitoramento ecológico da região de Carajás.

5.3.5.4. Legislação e/ou Outros Requisitos

Este Programa atenderá aos seguintes requisitos legais:

Tabela 130 Requisitos Legais do Programa de Monitoramento de Bioindicadores

Lei Federal	
Lei nº 6.938/1981	Institui a Política Nacional do Meio Ambiente, incluindo como um de seus instrumentos o monitoramento da qualidade ambiental.
Lei nº 9.985/2000	Cria o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que prevê o monitoramento da biodiversidade em unidades de conservação.
Decreto Federal	
Decreto nº 4.339/2002	Estabelece princípios para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade, incluindo o uso de indicadores ecológicos e monitoramento da biodiversidade.
Instrução Normativa IBAMA	
Instrução Normativa IBAMA nº 13/2021	Estabelece diretrizes para o monitoramento da biodiversidade em empreendimentos licenciados, com ênfase na padronização de metodologias e uso de bioindicadores.
Instrução Normativa IBAMA nº 10/2011	Dispõe sobre o monitoramento de flora e fauna em áreas sob influência de atividades potencialmente poluidoras.
Resolução CONAMA	
Resolução nº 01/1986	Dispõe sobre critérios gerais para a elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), incluindo a exigência de monitoramento da qualidade ambiental e de ecossistemas afetados.
Resolução nº 06/1987	Complementa a Resolução nº 01/1986, prevendo que os estudos ambientais considerem indicadores ecológicos.

Elaborado por Clam, 2025.

5.3.5.5. Escopo

O Programa será integrado à rede de monitoramento já existente nas minas da Vale no Mosaico de Carajás, adotando os mesmos delineamentos e metodologias utilizados nas demais áreas de operação da empresa. A ênfase recai sobre a vegetação do sub-bosque e sua resposta à deposição de material particulado.

5.3.5.5.1. Interface com outros planos e programas

O Programa de controle de espécies exóticas possui interface com os seguintes programas e planos:

- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD);
- Plano de Controle da Supressão Vegetal.

5.3.5.6. Abrangência

O efeito da deposição de poeira será monitorado em vegetação herbáceo-arbustivo em áreas de sub-bosque de Floresta Ombrófila, em 26 unidades amostrais (UA) com dimensões de 10m x 10m, com localizações diferentes a partir da fonte de geração do particulado.

As unidades amostrais deverão se localizar em diferentes distâncias a partir da fonte geradora do particulado, de modo que as parcelas mais próximas fiquem cerca de trinta e cinco metros e as mais

LD DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



distantes cerca de oito quilômetros da área fonte.

5.3.5.7. Materiais e Métodos

5.3.5.7.1. Descrição do monitoramento e delineamento experimental

A poluição por poeira é um problema global, com efeitos particularmente adversos nas plantas, podendo afetar as taxas fotossintéticas e transpiratórias, além de contribuir para a entrada de poluentes fitotóxicos e promover o acúmulo de elementos essenciais e não essenciais à planta.

5.3.5.7.1.1. Indivíduos selecionados para o monitoramento

Serão selecionados oito indivíduos em cada unidade amostral de forma aleatória para a realização do monitoramento. Os indivíduos selecionados serão de porte herbáceo a arbustivo, localizados no sub-bosque.

5.3.5.7.2. Coleta de material botânico

5.3.5.7.2.1. Delineamento experimental e periodicidade de campanhas de campo

Em cada um dos oito indivíduos do sub-bosque monitorados em cada uma das 26 parcelas amostrais serão retiradas três lâminas foliares da região do terço médio da copa.

Serão realizadas 4 campanhas no período seco e 4 campanhas no período chuvoso para comparação do efeito da chuva sobre a deposição de particulados, bem como o efeito do particulado sobre as fases fenológicas das espécies.

5.3.5.7.2.2. Seleção e armazenamento do material

Os indivíduos monitorados serão devidamente identificados em campo por meio das placas de identificação. Será realizada a identificação taxonômica das espécies com o intuito de selecionar espécies que ocorram em diferentes distâncias da fonte de emissão de particulados, nas diferentes parcelas.

Serão selecionadas as amostras com melhor condição fitopatológica, ou seja, sem ataques de herbivoria (formigas, lagartas e gafanhotos, por exemplo) quando possível. Imediatamente após o momento da coleta, com auxílio de tesoura de poda, as folhas deverão ser armazenadas individualmente por numeração de indivíduo em sacos *zip lock* e devidamente identificadas com etiquetas de papel. Em seguida, as folhas ficarão mantidas sob refrigeração para posterior análises em laboratório.

5.3.5.7.3. Análise em laboratório

5.3.5.7.3.1. Calibragem de balança analítica de precisão

A primeira etapa das análises será a realização da calibragem da balança de precisão, conforme a escala de massa a ser utilizada nas análises.

LD DA @ 25 26 52 27-28 GC PM



5.3.5.7.3.2. Medição de área foliar

Em seguida, antes da lavagem do material, as três lâminas foliares serão fotografadas com barra de escala de dez centímetros. As fotografias serão importadas para o *software* ImageJ para cálculo de área foliar e para definição das classes de tamanhos foliares.

5.3.5.7.3.3. Lavagem do material particulado

Em ambiente de laboratório, com condições de temperatura e umidade controlados, serão lavadas as folhas com 60 ml de etanol 70%, incluindo o interior dos sacos, para a retirada de todas as partículas de poeira, procedimento este feito por cerca de dois minutos de forma padronizada para todas as amostras. Após a lavagem, o etanol passará por um processo de filtração em papel de filtro de 0,5 µm de tamanho de malha utilizando-se funil e Becker de vidro.

5.3.5.7.3.4. Procedimento para obtenção da massa do particulado

Os filtros serão numerados e pesados antes da realização da filtração e após a filtração. A obtenção da massa do particulado será realizada por meio da subtração entre a massa do filtro mais o particulado e a massa somente do filtro. Após a filtração total do álcool, o filtro com o particulado será colocado para secar ao ar até a completa evaporação da solução do etanol.

5.3.5.7.3.5. Análises estatísticas

As espécies serão avaliadas quanto ao quantitativo de poeira depositada na superfície foliar e a distância da fonte de emissão de particulados. Será ainda avaliado se a deposição de poeira foliar pode alterar as fases fenológicas das espécies monitoradas, justificando a identificação taxonômica das espécies para uma melhor compreensão dos processos observados em campo.

Análises complementares que avaliem o efeito da deposição de poeira sobre a reprodução sexuada e sobre a fisiologia das espécies poderão ser acrescentadas, na medida em que o monitoramento for avançando e trazendo novos dados para discussão. Outras abordagens também poderão ser incorporadas, como um desdobramento deste monitoramento inicial, desde que contribuam para a elucidação dos impactos da deposição de poeira sobre a vegetação impactada.

5.3.5.8. Avaliação e Monitoramento (incluindo Metas e Indicadores)

O Programa será integrado a uma rede de monitoramento existente, utilizando os mesmos delineamentos e metodologias adotados atualmente nas minas da Vale no Mosaico de Carajás. O monitoramento será conduzido com metodologia padronizada e análise comparativa entre diferentes períodos sazonais e distâncias da fonte emissora de particulados.

A seguir, são apresentados os objetivos, metas e indicadores do programa:

Tabela 131 Objetivo, Metas e Indicadores Programa de Monitoramento de Bioindicadores.

Objetivos	Metas	Indicadores
Avaliar a deposição de poeira sobre a vegetação do sub-bosque	Monitorar e quantificar a quantidade de material particulado depositado nas folhas das plantas monitoradas.	Massa do particulado retido por cm ² de área foliar.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Avaliar a influência da deposição de poeira e diferentes distâncias da fonte de emissão	Comparar os níveis de deposição de poeira entre parcelas localizadas em diferentes instancias.	Varição na área foliar antes e depois da deposição de poeira; alteração nas taxas fotossintéticas e transpiratórias.
Verificar se a deposição de poeira influencia as fases fenológicas das espécies monitoradas	Monitorar mudanças na floração e frutificação das espécies selecionadas em diferentes distâncias da fonte de emissão.	Percentual de variação do número de flores e frutos por indivíduo.
Correlacionar a distância da fonte de emissão com a carga de material particulado acumulado nas folhas	Avaliar o padrão de deposição ao longo de gradientes de distância da fonte de poeira.	Declínio na deposição de poeira (g/cm ²) com o aumento de distância da fonte.
Comparar a deposição de poeira entre períodos secos e chuvosos	Identificar variações sazonais na deposição de material particulado.	Diferença na massa de poeira retida na superfície foliar entre períodos secos e chuvosos.
Monitorar a integridade fitossanitária das espécies analisadas	Avaliar o efeito do particulado sobre a incidência de herbivoria e doenças foliares.	Percentual de folhas danificadas por herbivoria e patógenos em cada campanha de monitoramento.

Elaborado por Clam, 2025.

5.3.5.9. Cronograma

O Programa será contínuo, com quatro campanhas durante o período seco e quatro no período chuvoso ao longo do ano, possibilitando análise sazonal e comparativa dos efeitos da deposição de poeira.

5.3.6. Programa de Controle de Espécies Exóticas

Espécies exóticas em ambientes naturais podem ameaçar a biodiversidade local, causando competição, perda de nichos ecológicos e alterações na estrutura alimentar, o que resulta em desequilíbrio ecológico. O presente Programa busca orientar ações de prevenção e manejo dessas espécies nas áreas do empreendimento, localizadas na FLONACA.

Na FLONACA, essas espécies estão associadas às áreas perturbadas, como margens de estradas, áreas urbanas, aeroportos e locais revegetados. Sua dispersão ocorre de forma involuntária, devido ao trânsito de pessoas e veículos, ou intencionalmente, em cultivos e revegetações de áreas degradadas.

5.3.6.1. Justificativa

Com base no diagnóstico ambiental da FLONACA e nas ameaças representadas por espécies exóticas invasoras, identificou-se que o empreendimento do Projeto Alemão pode contribuir para esse cenário das seguintes maneiras:

- Introdução ou disseminação de espécies exóticas invasoras por meio de plantios paisagísticos e revegetação de áreas como taludes, estradas e cavas;
- Favorecimento da dispersão de propágulos dessas espécies devido à ausência de controle em áreas já ocupadas por elas.

Para mitigar esses impactos, são propostas medidas que previnam a introdução de espécies exóticas invasoras e controlem sua dispersão nas áreas da UC. As diretrizes incluem manejo e monitoramento de habitats perturbados e demais medidas de controle, visando reduzir os impactos negativos.

5.3.6.2. Objetivos

O objetivo deste Programa é prevenir a dispersão de espécies exóticas invasoras na FLONACA, promovendo a redução das áreas ocupadas por essas plantas e sua substituição por espécies nativas, com

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



monitoramento contínuo para avaliar e ajustar as práticas de controle.

5.3.6.3. Responsável pela implantação do Programa

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

5.3.6.4. Legislação e/ou Outros Requisitos

Este Programa se apoia em normas que estabelecem diretrizes específicas para prevenção, controle, erradicação e monitoramento de espécies exóticas invasoras, sobretudo dentro de Unidades de Conservação federais. Este Programa atenderá aos seguintes requisitos legais:

Tabela 132 Requisitos legais e normas aplicáveis ao Programa de Controle de Espécies Exóticas

Lei Federal	
Lei Federal nº 9.985/2000	Dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Veda a introdução de espécies não autóctones em UCs, salvo exceções no plano de manejo.
Decreto Federal	
Decreto Federal nº 4.339/2002	Estabelece princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade, incluindo ações de controle de espécies exóticas invasoras.
Resolução CONAMA	
Resolução CONAMA nº 429/2011	Dispõe sobre a metodologia de recuperação de APPs, incluindo o controle e a substituição de espécies exóticas por nativas.
Resolução CONABIO	
Resolução CONABIO nº 07/2018	Aprova a Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras (ENEI), com metas e diretrizes de prevenção, controle e erradicação dessas espécies.
Instrução Normativa ICMBio	
Instrução Normativa ICMBio nº 19/2025	Estabelece procedimentos técnicos para prevenção, controle e erradicação de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação federais.
Portaria ICMBio	
Portaria ICMBio nº 510/2025	Reconhece a lista oficial de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação e define diretrizes para manejo e controle.

Elaborado por Clam, 2025.

5.3.6.5. Escopo

Este Programa está direcionado às áreas da FLONA de Carajás sob influência do Projeto Alemão, especialmente aquelas com maior grau de perturbação e suscetíveis à introdução ou dispersão de espécies exóticas invasoras.

5.3.6.6. Abrangência

Inclui margens de estradas, taludes, áreas urbanas e de revegetação, bem como áreas naturais próximas a essas intervenções. Abrange também locais já identificados com ocorrência de espécies invasoras, e novas áreas detectadas ao longo da implantação, operação e fechamento do empreendimento.

5.3.6.7. Materiais e Métodos

O Programa de controle de espécies exóticas na FLONACA aborda tanto a prevenção quanto o controle de espécies invasoras que possam afetar a biodiversidade local.

LD DA @ 20 20 92 08-20 GC PM



5.3.6.7.1. Medidas de prevenção

A prevenção busca evitar a introdução e dispersão de espécies exóticas invasoras através de ações específicas nas atividades de paisagismo, arborização e revegetação de áreas. As diretrizes para estas atividades incluem:

- **Paisagismo e arborização** - Será dada preferência às espécies nativas, com foco na diversidade regional. A recomendação é utilizar ao menos oito espécies arbóreas diferentes, priorizando espécies zoocóricas e de grande porte, como forma de favorecer a fauna local e promover a conectividade ecológica.
- **Recuperação de áreas degradadas** - Para áreas mais isoladas, serão escolhidas espécies adaptadas a fisionomias de áreas abertas, como *Bertholetia excelsa* (castanheira-do-Pará) e *Piptadenia suaveolens* (timborana). Para áreas ornamentais, serão utilizadas palmeiras típicas da região, como *Attalea speciosa* (babaçu) e *Euterpe oleracea* (açazeiro).
- **Adubação verde** - Nas áreas de taludes, a adubação verde utilizando-se espécies exóticas utilizará somente espécies de ciclo curto, como *Avena strigosa* (aveia-preta) e *Crotalaria* spp. (crotalárias), as quais serão combinadas com sementes de espécies nativas de ocorrência regional para promoção de sombreamento e melhoria da nutrição do solo, para o plantio de espécies nativas.

5.3.6.7.1.1. Medidas de controle

Embora o foco esteja na prevenção, algumas áreas já apresentam espécies invasoras que exigem um controle mais rigoroso. As principais espécies invasoras identificadas incluem as gramíneas *Urochloa* spp. (braquiária), *Melinis minutiflora* (capim-meloso), e arbóreas como *Leucaena leucocephala* (leucena) e *Acacia mangium* (acácia). Para o controle dessas espécies, as seguintes ações serão implementadas:

- **Deteção e mapeamento** - Levantamento de campo e o uso de sensoriamento remoto para identificar e mapear as áreas invadidas. Serão observados a densidade das espécies invasoras, o porte da vegetação e a extensão das áreas afetadas.
- **Controle químico** - Será realizado com a aplicação de herbicidas. Para as gramíneas de pequeno porte, será usado glifosato em diluições de 2% a 3%, dependendo do tamanho da planta. Para touceiras maiores, será feita a roçada, seguida de aplicação de herbicida. Para arbóreas, será realizada a aspersão foliar de glifosato para plântulas e arbustos e o corte na base de árvores com aplicação imediata para evitar rebrota. O controle químico ocorrerá anteriormente à fase reprodutiva das gramíneas.
- **Manejo mecânico** - Em algumas áreas, será necessário o corte manual ou com motosserra das espécies invasoras, especialmente para árvores de maior porte.

O controle é realizado mediante a identificação de áreas colonizadas por essas espécies. Quando essas áreas são identificadas as equipes responsáveis pelo controle devem ser mobilizadas para execução da atividade.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.3.6.7.1.2. Monitoramento e atualizações

O programa também prevê a implementação de um sistema de monitoramento contínuo das áreas controladas, com o objetivo de avaliar a eficácia das ações de controle. As áreas afetadas serão monitoradas regularmente, e o plano será ajustado conforme necessário, baseando-se nos resultados obtidos e nas novas áreas identificadas como invadidas.

Essas ações abrangem um ciclo contínuo de detecção, controle e restauração, com a colaboração de metodologias comprovadas e adaptativas, garantindo a preservação da biodiversidade da FLONACA.

5.3.6.7.2. Monitoramento e atualizações

O programa também prevê a implementação de um sistema de monitoramento contínuo das áreas controladas, com o objetivo de avaliar a eficácia das ações de controle. As áreas afetadas serão monitoradas regularmente, e o plano será ajustado conforme necessário, baseando-se nos resultados obtidos e nas novas áreas identificadas como invadidas.

Essas ações abrangem um ciclo contínuo de detecção, controle e restauração, com a colaboração de metodologias comprovadas e adaptativas.

5.3.6.8. Avaliação e Monitoramento (incluindo Metas e Indicadores)

O Programa de Controle de Espécies Exóticas tem como objetivo prevenir a dispersão e minimizar a presença de espécies invasoras nas áreas do empreendimento, garantindo a conservação da biodiversidade local. A definição de metas e indicadores permitirá o monitoramento contínuo e a avaliação da eficácia das ações implementadas.

A seguir, são apresentados os objetivos, metas e indicadores do programa:

Tabela 133 Objetivo, Metas e Indicadores Programa de Controle de Espécies Exóticas.

Objetivos	Metas	Indicadores
Prevenir a introdução e dispersão de espécies exóticas invasoras	Implementar diretrizes para paisagismo, arborização e revegetação priorizando espécies nativas.	Percentual de espécies nativas utilizadas em ações de revegetação e paisagismo.
Reduzir a área ocupada por espécies exóticas invasoras	Identificar e mapear áreas invadidas para aplicação de medidas de controle.	Número de hectares mapeados e classificados como invadidos.
Controlar espécies exóticas invasoras em áreas já afetadas	Aplicar métodos mecânicos e químicos para erradicação e manejo das espécies invasoras.	Percentual de redução da cobertura de espécies exóticas invasoras após o controle.
Monitorar a eficácia das ações de controle ao longo do tempo	Acompanhar a regeneração da vegetação nativa nas áreas tratadas.	Taxa de regeneração da vegetação nativa após as intervenções.
Garantir a adoção de medidas corretivas caso novas áreas sejam afetadas	Implementar um sistema de monitoramento contínuo das áreas controladas.	Frequência de monitoramento e atualização do mapeamento de espécies exóticas.

5.3.6.9. Cronograma

As ações preventivas e instrutivas para os trabalhadores serão contínuas durante as fases de implantação, operação e fechamento. A detecção das áreas com espécies exóticas invasoras será realizada no início das atividades, e sempre que novas áreas forem identificadas, estas serão incorporadas ao programa. O controle químico só será realizado após a autorização do ICMBio.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



As inspeções e o monitoramento ocorrerão trimestralmente durante a fase de implantação e por um período mínimo de 24 meses nas fases de operação e ao longo da etapa de fechamento. O controle químico será reaplicado semestralmente, conforme necessário. Após cada inspeção, serão gerados relatórios parciais com os resultados do monitoramento e as ações futuras previstas. Anualmente, será elaborado um relatório consolidado com a avaliação do controle e a redução da invasão de espécies exóticas.

5.3.7. Programa de Recuperação de Áreas Degradadas

5.3.7.1. Justificativa

Conforme a Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, em seu artigo 2º, preconiza que a Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e *recuperação da qualidade ambiental* propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios, mais especificamente, o inciso *VIII - recuperação de áreas degradadas*.

Ainda, a Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, em seu artigo 2º, define recuperação como “*restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original*”. O mesmo artigo apresenta o conceito de restauração, que consiste na “*restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original*”.

E no aspecto doutrinário, a Recuperação de Áreas Degradadas, no contexto da mineração é preconizada pela Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225 § 2º: “*aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei*”.

O Decreto Federal nº 97.632/1989, por sua vez, regulamenta a Lei nº 6.938/1986 no que tange à obrigatoriedade de recuperação de áreas degradadas pelas atividades de mineração, por meio da elaboração e apresentação de um Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

A Recuperação de Áreas Degradadas é, portanto, uma ferramenta essencial para se alcançar a sustentabilidade no uso dos recursos naturais.

No contexto do Projeto Alemão, a apresentação do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD refere-se à recuperação de áreas que serão ocupadas temporariamente por estruturas e atividades de apoio à instalação do empreendimento, e que, no início da fase de operação da mina, serão desmobilizadas, assim como das áreas que terão suas estruturas operacionais descomissionadas na fase de Desativação do Projeto. Estes locais, frequentemente compactados e desprovidos de cobertura vegetal após desmobilização, quando não recebem nova destinação, tornam-se suscetíveis a processos erosivos, que, por sua vez, podem intensificar a degradação do terreno e provocar o carreamento de sedimentos para os corpos d’água existentes nas proximidades, resultando em assoreamento e comprometimento da qualidade e da disponibilidade dos recursos hídricos.

A execução do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas nestes locais justifica-se, portanto, não

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



apenas para fins de atendimento às legislações ambientais vigentes, mas por promover, por meio da adequação topográfica, implantação de sistemas de drenagem e recomposição da vegetação, a estabilidade geotécnica, a proteção do solo e a restauração das funções ecológicas e paisagísticas locais, minimizando possíveis impactos ambientais futuros.

5.3.7.2. Objetivos

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas tem como objetivo geral traçar diretrizes técnicas e operacionais para a recuperação ambiental e reabilitação das áreas degradadas anteriormente ocupadas por estruturas e atividades provisórias, e que, ao término da fase de implantação do Projeto Alemão, serão descomissionadas, além das áreas que terão suas estruturas operacionais desmobilizadas na fase de fechamento da mina. São objetivos específicos:

- Estabelecer medidas de proteção do solo e controle de processos erosivos, reduzindo a geração de poeiras e o carreamento de sedimentos para os corpos hídricos e áreas adjacentes;
- Mitigar os impactos visuais decorrentes da modificação do relevo e da cobertura vegetal, favorecendo a reintegração paisagística das áreas no contexto ambiental da Floresta Nacional de Carajás;
- Contribuir para a regeneração da cobertura vegetal com espécies nativas, priorizando-se aquelas de ocorrência local, de modo a restabelecer os processos ecológicos;
- Ampliar recursos e habitats para a fauna nativa, promovendo a reintegração dos componentes da biodiversidade local.

5.3.7.3. Responsável pela implantação do Programa

A condução deste Programa será de competência das equipes responsáveis atuantes no Projeto Alemão e dos colaboradores terceirizados.

5.3.7.4. Legislação e/ou outros requisitos

Este Programa atenderá aos seguintes requisitos legais:

Tabela 134 Requisitos legais do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas

Constituição Federal	
Art. 225, §2º	Obriga o responsável por exploração mineral a recuperar o meio ambiente degradado.
Lei Federal	
Lei nº 6.938/1981	Institui a Política Nacional do Meio Ambiente. Princípio VIII trata da recuperação de áreas degradadas.
Lei nº 9.985/2000	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), prevendo a recuperação e restauração de ecossistemas.
Decreto Federal	
Decreto nº 97.632/1989	Regulamenta o Art. 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938/1981, exigindo PRAD para atividades minerárias.
Resolução CONAMA	
Resolução nº 68/2021	Estabelece critérios técnicos para o fechamento de minas e descaracterização de estruturas provisórias.
Portaria ANM	
Portaria nº 70.389/2017	Define diretrizes para segurança de barragens de mineração e descaracterização de estruturas.
Resolução ANM	

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Resolução nº 32/2020	Estabelece regras para descaracterização de barragens conforme a Política Nacional de Segurança de Barragens.
Lei Estadual	
Lei nº 5.887/1995	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente do Pará. Estabelece a obrigação de recuperação de áreas degradadas.
Lei nº 6.462/2002	Institui a Política Estadual de Florestas, incentivando a recomposição de áreas alteradas e a recuperação de reserva legal.
Decreto Estadual	
Decreto nº 2.141/2006	Regulamenta dispositivos da Lei nº 6.462/2002, com foco na recuperação florestal mediante povoamento com espécies nativas e exóticas.

5.3.7.5. Escopo

O PRAD aplica-se às áreas temporariamente ocupadas por estruturas de apoio à implantação da mina e às áreas que serão descomissionadas ao longo da operação e no Desativação do Projeto Alemão, bem como estruturas remanescentes, cavas, pilhas e demais infraestruturas impactadas.

5.3.7.5.1. Interface com outros Planos e Programas

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD possui interface com os seguintes planos e programas ambientais:

- Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais;
- Programa de Resgate de Germoplasma;
- Programa de Controle da Supressão Vegetal;
- Programa de Plantio Compensatório;
- Programa de Controle de Espécies Exóticas;
- Plano de Fechamento de Mina, que deverá definir o uso futuro das áreas, após a desativação do empreendimento.

5.3.7.6. Abrangência

A abrangência do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas contempla os setores ocupados por estruturas temporárias utilizadas durante a implantação do empreendimento, como canteiros de obras, alojamentos, usinas e linhas de transmissão, bem como as instalações remanescentes da antiga Mina Igarapé Bahia. Inclui também as pilhas de estéril, cavas, cascalheiras e barragens de rejeito, além das demais infraestruturas previstas para serem desmobilizadas no cenário de Desativação do Projeto Alemão.

5.3.7.7. Materiais e Métodos

5.3.7.7.1. Caracterização das áreas alvo de recuperação

5.3.7.7.1.1. Estruturas Temporárias

No escopo das atividades preparatórias para a implantação do Projeto Alemão, está prevista a instalação de infraestruturas de apoio operacional, de caráter temporário, indispensáveis ao pleno desenvolvimento

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



desta fase, a saber:

- Abrigo de Telecomunicações via Rádio;
- Alojamentos Contratados;
- Canteiro de Desenvolvimento Horizontal, das Linhas de Transmissão e de Obras;
- Captação de Água da Barragem e na Cava do Acampamento Sul;
- Central de Concreto-Britagem de Agregados para Concreto;
- DIR;
- Estação de Tratamento de Água Potável (ETA) ST-5020IB-51/52;
- Estação de Tratamento de Esgoto dos Alojamentos Contratados (ETE) ST-5090IB-51/52/53;
- Refeitório Provisório;
- Reserva Técnica para SPCI - TQ-5050IB-51;
- Subestação SE-4015IB-02;
- Tanque de Água Potável TQ-5020IB-51/52/53/54/55

Durante a fase de operação do Projeto Alemão, à medida que estas estruturas temporárias deixarem de ser necessárias ao pleno funcionamento do empreendimento, será realizado o seu descomissionamento. Assim, em função das alterações ambientais decorrentes da implantação das estruturas supracitadas, principalmente, supressão da vegetação nativa, modificações no relevo e alterações nas características do solo, suas áreas de ocupação, após desmobilizadas, serão, então, submetidas a processos de recuperação ambiental, que visam contribuir para a estabilidade física e restauração gradual da paisagem e das funções ecológicas locais.

Na Figura 30 é possível verificar a localização das áreas ocupadas por cada estrutura temporária, utilizada durante a fase de implantação do Projeto Alemão, e que serão alvo do presente PRAD.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM

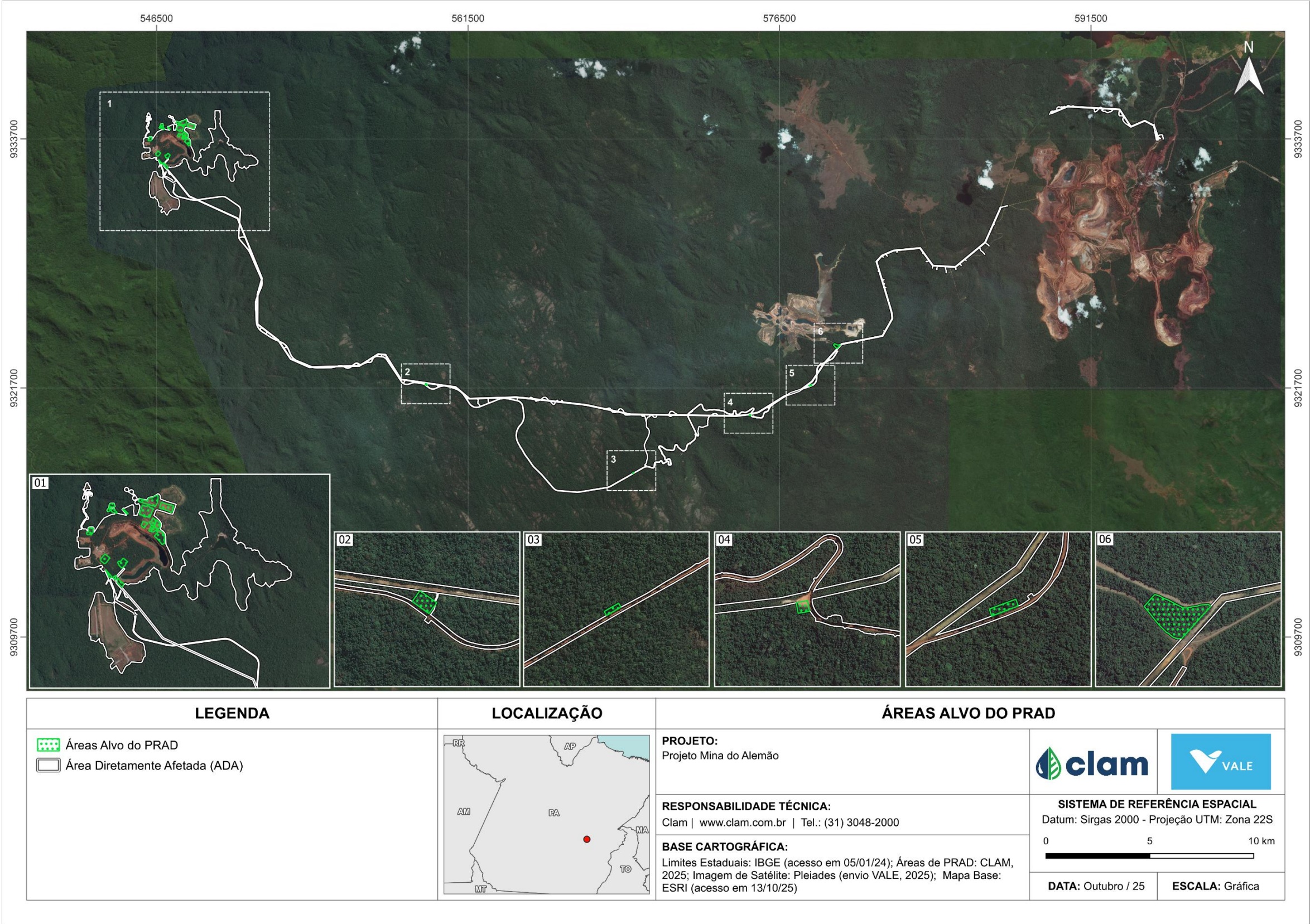


Figura 30 Infraestruturas de apoio operacional, de caráter temporário, para a implantação do Projeto Alemão

LD DA @ 23 08 02 07-20 GC PM



5.3.7.7.1.2. Fechamento da Mina

No cenário de fechamento final, considerando a paralisação das atividades operacionais da Mina do Alemão, serão realizadas ações sistemáticas e integradas para o encerramento seguro e ambientalmente responsável das atividades minerárias. As ações envolvem o descomissionamento das instalações, a descaracterização da barragem de rejeitos, estabilização físico-química das estruturas remanescentes, recuperação ambiental e restrição de acesso.

Todas as estruturas inerentes aos ativos da futura Mina do Alemão, assim como aos ativos remanescentes da antiga Mina Igarapé Bahia, áreas em recuperação da Mina de Águas Claras e as cascalheiras de onde foram retirados cascalhos para manutenção da estrada do Igarapé Bahia serão contemplados. Para a descrição dos ativos (Tabela 135), as estruturas foram agrupadas de acordo com o que rege a Resolução nº 68/2021 em seu artigo 1º, incisos V e VI, a saber:

- Estruturas remanescentes, cuja desmobilização não é possível; e
- Estruturas provisórias: passíveis de serem desmobilizadas.

Tabela 135 Classificação dos ativos conforme Resolução 68/2021, sua identificação geral, localização (Mina), seu status atual, e vida útil, conforme o cenário de fechamento final

A seguir, será apresentado uma breve descrição das ações do Plano de Desmobilização:

Classificação Res. ANM 68/2021	Localização	Nome do Ativo	Status Atual	Vida Útil
ESTRUTURAS REMANESCENTES	Mina do Alemão	Área de Mina Subterrânea	Estrutura a ser implantada	Ano 25 de operação do Projeto Alemão
		Pilha de Estéril do Projeto Alemão	Estrutura a ser implantada	Ano 25 de operação do Projeto Alemão
		Barragem de Rejeitos	Estrutura a ser implantada	Ano 25 de operação do Projeto Alemão
	Mina do Alemão/Mina Igarapé Bahia	Cava exaurida Acampamento Sul	Estrutura exaurida, mas irá receber rejeitos da Mina do Alemão	Previsão de fechamento no ano 08 de operação do Projeto Alemão
		Cava exaurida Furo 30	Estrutura exaurida, mas irá receber rejeitos da Mina do Alemão	Previsão de fechamento no ano 08 de operação do Projeto Alemão
	Mina Igarapé Bahia	Antiga Pilha de Estéril Norte	Estrutura fechada e atualmente em recuperação	Encerrada em 2002 com a paralisação das atividades da Mina Igarapé Bahia.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Classificação Res. ANM 68/2021	Localização	Nome do Ativo	Status Atual	Vida Útil
		Antiga Pilha de Estéril Sul	Estrutura fechada e atualmente em recuperação	Encerrada em 2002 com a paralisação das atividades da Mina Igarapé Bahia.
		Antigo Ponde de Rejeito	Estrutura descaracterizada e atualmente em recuperação	Encerrada em 2002 com a paralisação das atividades da Mina Igarapé Bahia. Descaracterizada em 2021.
ESTRUTURAS PROVISÓRIAS	Mina do Alemão	Instalações Industriais – Usina de Beneficiamento da Mina do Alemão	Estrutura a ser implantada	Ano 25 de operação do Projeto Alemão
		Infraestrutura de apoio operacional e administrativo	Estrutura a ser implantada	Ano 25 de operação do Projeto Alemão
		Infraestruturas Lineares (Linha de Transmissão - LTR e Estrada do Igarapé Bahia)	LTR: Estrutura a ser substituída e repotenciada; Estrada Ig. Bahia: Estrutura apta a operação.	Final do Pós-Fechamento

Desmobilização da Usina de Beneficiamento e Infraestruturas de Apoio

Serão realizadas a desmontagem, demolição e remoção das estruturas da usina, bem como a destinação ambientalmente adequada dos resíduos. Haverá inventário e triagem de equipamentos (reutilização, reciclagem ou descarte), descontaminação de solos, reconformação topográfica e revegetação. As infraestruturas administrativas e operacionais (edificações, tubulações, linhas de transmissão) também serão desmontadas, com posterior revegetação das áreas afetadas. Esta etapa inclui ainda o descomissionamento de estações de monitoramento, mantendo a malha de poços para o monitoramento hídrico por pelo menos 10 anos.

Descaracterização da Barragem de Rejeitos

Baseado na Portaria ANM nº 70.389/2017 e Resolução nº 32/2020, o plano prevê a descaracterização parcial da estrutura, com foco na estabilidade física e hidráulica e no controle erosivo. As ações incluem:

- Desativação e remoção das estruturas operacionais (bombas, tubulações);
- Bombeamento e tratamento das águas residuais;

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Implantação de sistemas de drenagem superficial e desvios pluviais;
- Reconformação topográfica e cobertura da área com camada de estéril/topsoil;
- Revegetação com espécies nativas;
- Remoção dos dispositivos de drenagem somente após a estabilização da estrutura;
- Monitoramento geotécnico e ambiental contínuo, com ações corretivas quando necessárias.

Estabilização Físico-Química das Estruturas Remanescentes

Envolve áreas como lavra subterrânea, pilha de estéril e cavas. As ações são voltadas à:

- Estabilidade geotécnica: reconformação de taludes, drenagem eficiente e revegetação com espécies adaptadas, utilizando soluções que não requeiram manutenção futura;
- Estabilidade química: prevenção da drenagem ácida com barreiras de solo compactado, cobertura de materiais sulfetados, e, no caso da lavra subterrânea, inundação controlada após desligamento das bombas;
- Monitoramento geotécnico e químico para detecção de alterações ou contaminações em solo e águas.

Fechamento e Recuperação das Cavas (Furo 30 e Acampamento Sul)

As cavas receberão rejeitos remanescentes até o limite de segurança, seguidos de:

- Estabilização de taludes e contenção de processos erosivos;
- Revegetação de praias de rejeito e faces de bancadas com técnicas como hidrossemeadura, biomantas, plantio direto e nucleação com espécies nativas;
- Uso de solo armazenado (topsoil) para cobertura;
- Estima-se a revegetação de 17,3 ha de praias de rejeitos e 107 ha de bancadas.

Área de Deposição de Estéril

Projetada para receber 13,4 Mt, será essencial na reconformação topográfica. Suas ações incluem:

- Estabilização geotécnica de taludes, drenagem e contenção de erosão;
- Revegetação com herbáceas, leguminosas e arbóreas nativas;
- Acompanhamento técnico por até cinco anos, com aplicação de biomantas em áreas críticas;
- Estima-se a revegetação de 33 ha.

Isolamento e Restrição de Acesso

Medidas de segurança, com o objetivo de evitar invasões e acidentes em áreas instáveis, incluem:

- Cercamento e fechamento de vias com leiras de estéril;
- Tamponamento das entradas subterrâneas com material rochoso;
- Sinalização ostensiva de perigo e proibição de acesso, caça, pesca e lazer.

Programa de Monitoramento e Manutenção Pós-Fechamento

Será implementado com foco na:

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Inspeção de estruturas e sistemas de drenagem;
- Monitoramento geotécnico, hídrico e da vegetação;
- Correções conforme necessidade e redução gradual da frequência de vistorias, visando o estabelecimento do cuidado passivo.

Diante do exposto, todas as áreas impactadas pelas atividades da Mina do Alemão — incluindo a usina de beneficiamento, infraestruturas operacionais e administrativas, lavra subterrânea, pilhas de estéril, cavas exauridas, sistemas de drenagem, vias de acesso desativadas e a barragem de rejeitos (no que tange à sua revegetação e reconformação) — serão, portanto, objeto do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Este plano integrará ações específicas de reconformação topográfica, implantação de sistemas de drenagem, revegetação com espécies nativas, controle de processos erosivos, estabilização geotécnica e monitoramento ambiental, em conformidade com o uso futuro proposto, com os objetivos de recuperação ecológica, paisagística e funcional das áreas afetadas.

5.3.7.7.2. Adequação Topográfica e Sistemas de Drenagem

A adequação topográfica e a instalação de sistemas de drenagem constituem etapas fundamentais do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e são executadas previamente às ações de recomposição vegetal.

A adequação topográfica das superfícies finais envolverá a desmontagem de equipamentos e a desativação e remoção das estruturas temporárias e/ou operacionais, o nivelamento do terreno e a reconformação de desníveis, que será realizada com o auxílio de tratores de esteiras e motoniveladoras, de forma a promover uma superfície contínua, estável e com inclinações compatíveis com as condições de estabilidade definidas em estudos geotécnicos específicos. Em casos de alterações significativas no relevo original, será necessário aplicar retaludamento e reordenamento das linhas de drenagem, buscando restituir a morfologia natural da área ou uma configuração funcionalmente equivalente. A quebra de arestas abruptas e a suavização do perfil final são essenciais para reduzir riscos de erosão, facilitar a regeneração vegetal e integrar visualmente a área reabilitada à paisagem circundante.

Todo o processo de reconfiguração topográfica deverá ser conduzido sob supervisão de profissional habilitado, que utilizará critérios geotécnicos, hidrológicos e paisagísticos na definição do perfil final do terreno. Este acompanhamento técnico é indispensável para garantir a segurança, funcionalidade e sustentabilidade das áreas a serem entregues reabilitadas.

Complementando essas ações, se necessário, serão implementados dispositivos de drenagem superficial, como canaletas, valetas de proteção, sarjetas, bueiros, descidas d'água, dissipadores de energia e bacias de contenção de sedimentos, com a finalidade de minimizar o efeito do escoamento superficial, conduzir de forma controlada as águas de chuva e prevenir processos erosivos. As estruturas de drenagem serão executadas com o “bico da lâmina” do trator de esteiras, formando valetas e leiras de proteção com declividade média de 1,0%. A água será conduzida de forma controlada até bacias de decantação (*sumps*) estrategicamente posicionadas a jusante. Tais dispositivos desempenham papel crucial na contenção de sedimentos, redução de impactos sobre áreas adjacentes e manutenção da estabilidade do solo.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Ao final destas atividades, as áreas desmobilizadas estarão em condições adequadas para a subsequente revegetação e reintegração ambiental, conforme os objetivos do PRAD.

5.3.7.7.3. Reconstituição da Flora

A reconstituição da flora objetiva criar condições para que uma área perturbada ou degradada recupere algumas características estruturais e funcionais próximas às das florestas naturais (BERNARDI, 2007), podendo se dar de duas formas: regeneração natural e regeneração artificial.

A regeneração natural baseia-se no fato de que a vegetação se regenera por meio de processos naturais, pela germinação de sementes dispersas naturalmente, e, em menor escala, pela brotação de tocos e raízes. Este método depende, basicamente, de fonte de sementes viáveis, ambiente apropriado para a germinação e adequado para o estabelecimento e crescimento inicial das plantas. É uma alternativa de baixo custo, geralmente recomendada para áreas que apresentem remanescentes próximos e que já possuam algumas espécies arbóreas, além de se caracterizar por uma alta resiliência (BOTELHO, 2003). Em locais distantes de fontes de propágulos naturais, com alta incidência de espécies vegetais invasoras e com fatores restritivos, como fogo e presença de animais de grande porte, este processo pode demandar um prazo muito extenso para o estabelecimento de vegetação arbórea na área.

Quanto ao método de regeneração artificial, ele é muito utilizado na recuperação de áreas degradadas no Brasil por meio do plantio de mudas (KAGEYAMA et al., 1992). O uso da regeneração artificial acelera o processo de recuperação por propiciar melhores condições de estabelecimento para as espécies que são trazidas para o local e por não depender inicialmente de dispersores e de fontes de sementes (BOTELHO et al., 2001). O sucesso desse método, contudo, depende da definição de vários aspectos, como modelos de plantio; seleção das espécies adequadas; métodos de preparo do solo e de plantio; métodos de controle de pragas e doenças, dentre outros (BERNARDI, 2007).

A regeneração artificial pode ser utilizada em área total, nos locais onde não existe vegetação arbórea, ou ainda o plantio pode ser feito em parte da área, quando esta apresenta espécies nativas regenerantes em baixa densidade ou diversidade, sendo necessária a inserção de novos indivíduos, compondo, assim, sistemas de adensamento e/ou enriquecimento (BOTELHO et al., 2015; BOTELHO & DAVIDE, 2002).

A seleção da metodologia de restauração ecológica mais adequada para determinado ambiente depende do tipo, estado e intensidade de degradação a que foi submetido, da diversidade dos ecossistemas originais, das matrizes vegetais do entorno, do tipo de solo, da presença ou ausência de regeneração natural ou plantios abandonados, do potencial florístico inicial e da resiliência e diversidade na sucessão vegetal (MARTINS, 2012a, MARTINS, 2012b).

Neste contexto, a forma de reconstituição da flora designada para as áreas degradadas, decorrentes da utilização como estruturas de apoio temporárias durante a fase de instalação do Projeto Alemão e decorrentes do fechamento da mina, se dará por meio do método de regeneração artificial, efetuando-se o plantio direto de espécies herbáceas e arbustos de ciclo de vida curto, como espécies gramíneas e indivíduos pertencentes família Fabaceae, e, posteriormente, o plantio de mudas de espécies arbóreas nativas da região conforme o uso futuro da área.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.3.7.7.3.1. Seleção das Espécies Herbáceas e Arbustos de Ciclo de Vida Curto

Estabelecer uma camada herbácea rasteira proporciona grande estabilidade à paisagem já degradada. Além do efetivo controle da erosão, a camada herbácea melhora a estrutura e aumenta o teor de matéria orgânica do substrato, funcionando como adubação verde. As melhorias proporcionadas pela camada rasteira ao substrato exposto podem permitir que sementes de outras ervas, arbustos e árvores se desenvolvam no local, havendo, dessa forma, a aceleração do processo de sucessão (CORRÊA, 2007). Em relação às leguminosas, elas promovem rápida cobertura do solo, incorporação e manutenção da matéria orgânica e fixação do nitrogênio, melhorando a fertilidade do solo.

Dessa forma, a presença destes grupos de plantas propicia melhores condições de avanço da sucessão nas áreas de reconstituição, além de aumentar a resistência do ambiente às espécies exóticas invasoras. Elas devem apresentar, preferencialmente, características como rusticidade, rápido desenvolvimento, fácil propagação, baixo custo de implantação, pouca exigência nas condições dos solos e pouca exigência nos cuidados de manutenção.

Na Tabela 136, é possível verificar algumas espécies que podem ser utilizadas para compor o estrato herbáceo no processo de recomposição das áreas degradadas. Não será admitida a utilização de espécies de gramíneas exóticas ou invasoras, como, por exemplo, as do gênero *Urochloa* e *Melinis*.

Tabela 136 Lista de espécies herbáceas e arbustos de ciclo de vida curto sugeridas para compor o PRAD

Família	Nome Científico	Nome Comum
Rubiaceae	<i>Borreria paraensis</i> E.L.Cabral *	(sem nome comum)
Rubiaceae	<i>Borreria semiamplexicaulis</i> E.L.Cabral	Vassourinha-de-botão*
Rubiaceae	<i>Borreria elaiosulcata</i> E.L.Cabral & L.M. Miguel	(sem nome comum)
Rubiaceae	<i>Trichantheum parvifolium</i> (Lam.) Zuloaga & Morrone	(sem nome comum)
Poaceae	<i>Axonopus capillaris</i> (Lam.) Chase	Capim-rolo
Poaceae	<i>Sporobolus multiramosus</i> Longhi-Wagner & Boechat	(sem nome comum)
Poaceae	<i>Dioclea virgata</i> (Rich.) Amshoff	(sem nome comum)
Fabaceae	<i>Solanum campaniforme</i> Roem. & Schult.	(sem nome comum)
Solanaceae	<i>Paspalum melanospermum</i> Desv. ex Poir.	(sem nome comum)
Poaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	
Rubiaceae	<i>Crotalaria maypurensis</i> Kunth	
Fabaceae	<i>Ichnanthus calvescens</i> (Nees ex Trin.) Döll	(sem nome comum)
Poaceae	<i>Rhynchospora acanthoma</i> A.C.Araújo & Longhi-Wagner	(sem nome comum)
Cyperaceae	<i>Rhynchospora cayennensis</i> Boeckeler	(sem nome comum)
Cyperaceae	<i>Ruellia anamariae</i> A.S.Reis, A.Gil & Kameyama	(sem nome comum)
Acanthaceae	<i>Ruellia inflata</i> Rich.	(sem nome comum)
Acanthaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Marmelinho
Malvaceae	<i>Camptosema ellipticum</i> (Desv.) Burkart	(sem nome comum)
Fabaceae	<i>Lippia grata</i> Schauer	(sem nome comum)
Verbenaceae	<i>Paspalum lanciflorum</i> Trin.	(sem nome comum)
Poaceae	<i>Stylosanthes hispida</i> Rich.	Stylosante hispide (cons. técnica)
Fabaceae	<i>Begonia humilis</i> Aiton	Begônia-humilde

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Família	Nome Científico	Nome Comum
Begoniaceae	<i>Olyra latifolia</i> L.	(sem nome comum)
Poaceae	<i>Solanum velutinum</i> Dunal	(sem nome comum)
Solanaceae	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Mororó
Fabaceae	<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.	Tubérculo-estrela
Rubiaceae	<i>Heliconia psittacorum</i> L. *	Helicônia-papa-noel
Heliconiaceae	<i>Mandevilla tenuifolia</i> (J.C.Mikan) Woodson	Mandevila-estrela
Apocynaceae	<i>Paspalum axillare</i> Swallen	(sem nome comum)
Poaceae	<i>Piper hostmannianum</i> (Miq.) C.DC.	(sem nome comum)
Piperaceae	<i>Psychotria hoffmannseggiana</i> (Roem. & Schult.) Müll.Arg. *	(sem nome comum)
Rubiaceae	<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	Feijão-trepador
Fabaceae	<i>Hyptis parkeri</i> Benth.	(sem nome comum)
Lamiaceae	<i>Mesosetum loliiforme</i> (Hochst.) Chase	(sem nome comum)

5.3.7.3.1.1. Qualidade das Sementes

A qualidade das sementes a serem utilizadas no plantio é de fundamental importância para a obtenção de sucesso nos processos de recomposição vegetal. O uso de sementes de boa qualidade permite uma emergência e um estabelecimento mais rápido; um crescimento do sistema radicular mais vigoroso; uma maior resistência das plântulas às pragas e doenças iniciais; uma menor quantidade de sementes por área; e, uma redução significativa de replantio.

A análise de sementes para o controle da qualidade na comercialização é realizada em laboratórios oficiais ou credenciados, conforme Regras para Análise de Sementes, elaboradas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009). Em geral, a qualidade de um lote de sementes é determinada por suas características genéticas (porcentagem de pureza varietal), físicas (porcentagem de sementes puras, outras sementes e material inerte), fisiológicas (porcentagem de germinação) e sanitárias.

5.3.7.3.2. Seleção das Espécies Arbóreas

A diversidade dos ecossistemas originais de uma área degradada é um fator determinante para a escolha da diversidade de espécies a serem utilizadas no processo de reconstituição. Logo, esta escolha deve ser planejada e avaliada com base na diversidade natural do tipo de ecossistema a que se pretende restaurar (MARTINS, 2012a).

De acordo com Botelho & Davide (2002), a estratégia para a definição das espécies que irão compor o reflorestamento misto (diferentes espécies) deve se basear em levantamentos florísticos locais e regionais, dos quais se podem obter dados com relação às principais espécies de ocorrência na região onde será implantado o projeto de reconstituição. Deve-se também levar em consideração o grupo ecológico a que pertence a espécie (Figura 31), facilitando, então, o estabelecimento da comunidade vegetal de forma mais próxima ao natural, onde espécies pioneiras, secundárias e clímax se interrelacionem de forma equilibrada dentro do processo de sucessão ecológica.

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



CARACTERÍSTICAS	PIONEIRAS	SECUNDÁRIAS INICIAIS	SECUNDÁRIAS TARDIAS	CLIMÁXICAS
CRESCIMENTO	Muito rápido	Rápido	Médio	Lento ou muito lento
TOLERÂNCIA À SOMBRA	Muito intolerante	Intolerante	Tolerante no estágio juvenil	Tolerante
REGENERAÇÃO	Banco de sementes	Banco de plântulas	Banco de plântulas	Banco de plântulas
FRUTOS E SEMENTES	Pequeno	Médio	Pequeno à médio - sempre leve	Grande e pesado
1ª REPRODUÇÃO (anos)	Prematura (1 a 5)	Prematura (5 a 10)	Relativamente tardia (10 a 20)	Tardia (mais de 20)
TEMPO DE VIDA (anos)	Muito curto (aprox. 10)	Curto (10 a 25)	Longo (25 a 100)	Muito longo (> 20)
OCORRÊNCIA	Capoeiras, bordas de matas, clareiras médias e grandes	Florestas secundárias, bordas de clareiras e clareiras pequenas	Florestas secundárias e primárias, bordas de clareiras e clareiras pequenas, dossel floresta e sub-bosque	Florestas secundárias em estágio avançado de sucessão, florestas primárias, dossel e sub-bosque

Figura 31 Principais características diferenciais dos grupos ecológicos de espécies arbóreas.

Fonte: Rodrigues et al. (2009).

Deverão ser priorizadas, neste projeto, as seguintes espécies: aquelas constantes do inventário florestal realizado para a área de intervenção do empreendimento e, quando possível, espécies oriundas do Programa de Resgate de Germoplasma. Cabe mencionar as espécies a serem utilizadas no plantio não se limitam à lista apresentada na Tabela 137, podendo variar conforme a disponibilidade das mudas no mercado, consideradas as especificações quanto ao grupo ecológico requeridas.

Tabela 137 Lista de espécies arbóreas sugeridas para compor o PRAD

Família	Nome Científico	Forma de Vida	Grupo Ecológico
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Árvore	Secundária Inicial
Anacardiaceae	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Árvore	
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Árvore	Pioneira
Anacardiaceae	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	Árvore	Climax
Annonaceae	<i>Anaxagorea acuminata</i> (Dunal) A.DC.	Árvore	
Annonaceae	<i>Anaxagorea brevipes</i> Benth.	Árvore	
Annonaceae	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Árvore	Pioneira
Annonaceae	<i>Annona exsucca</i> DC.	Árvore	Secundária Inicial
Annonaceae	<i>Annona mucosa</i> Jacq.	Árvore	Secundária Inicial
Annonaceae	<i>Duguetia argentea</i> (R.E.Fr.) R.E.Fr.	Árvore	
Annonaceae	<i>Duguetia lepidota</i> (Miq.) Pulle	Árvore	
Annonaceae	<i>Duguetia megalocarpa</i> Maas	Árvore	
Annonaceae	<i>Guatteria megalophylla</i> Diels	Árvore	
Annonaceae	<i>Guatteria punctata</i> (Aubl.) R.A.Howard	Árvore	
Annonaceae	<i>Guatteria scytophylla</i> Diels	Árvore	
Annonaceae	<i>Xylopia nitida</i> Dunal	Árvore	
Annonaceae	<i>Xylopia polyantha</i> R.E.Fr.	Árvore	
Apocynaceae	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Müll.Arg.	Árvore	

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Família	Nome Científico	Forma de Vida	Grupo Ecológico
Apocynaceae	<i>Aspidosperma nitidum</i> Benth. ex Müll.Arg.	Árvore	
Apocynaceae	<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	Árvore	Secundária Tardia
Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	Árvore	Pioneira
Apocynaceae	<i>Parahancornia fasciculata</i> (Poir.) Benoist	Árvore	
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana macrocalyx</i> Müll. Arg.	Arbusto Árvore	
Araliaceae	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	Árvore	Secundária Tardia
Arecaceae	<i>Astrocaryum aculeatum</i> G.Mey.	Palmeira	
Arecaceae	<i>Astrocaryum gynacanthum</i> Mart.	Palmeira	
Arecaceae	<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	Palmeira	
Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Palmeira	
Arecaceae	<i>Oenocarpus distichus</i> Mart.	Palmeira	
Arecaceae	<i>Oenocarpus minor</i> Mart.	Palmeira	
Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl.	Palmeira	
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Árvore	Pioneira
Bignoniaceae	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Árvore	Pioneira
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Árvore	
Bignoniaceae	<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.	Árvore	
Bignoniaceae	<i>Tabebuia insignis</i> (Miq.) Sandwith	Árvore	Secundária Inicial
Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Árvore	Secundária Inicial
Bignoniaceae	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	Árvore	Pioneira
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Arbusto Árvore	Secundária Inicial
Burseraceae	<i>Protium pallidum</i> Cuatrec.	Árvore	
Burseraceae	<i>Protium stevensonii</i> (Standl.) Daly	Árvore	
Burseraceae	<i>Trattinnickia burserifolia</i> Mart.	Árvore	
Burseraceae	<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	Árvore	
Cannabaceae	<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	Arbusto Árvore	Pioneira
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	Árvore	Secundária Inicial
Caryocaraceae	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Árvore	
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella pilosissima</i> Mart. & Zucc.	Arbusto Árvore	
Chrysobalanaceae	<i>Licania canescens</i> Benoist	Árvore	
Chrysobalanaceae	<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	Árvore	Pioneira
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	Árvore	
Combretaceae	<i>Terminalia dichotoma</i> G.Mey.	Árvore	
Cordiaceae	<i>Cordia bicolor</i> A.DC.	Árvore	
Cordiaceae	<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) A.DC.	Árvore	Pioneira
Cordiaceae	<i>Cordia nodosa</i> Lam.	Arbusto Árvore	Pioneira
Cordiaceae	<i>Cordia oncocalyx</i> Allemão	Árvore	
Cordiaceae	<i>Cordia scabrifolia</i> A.DC.	Árvore	
Dichapetalaceae	<i>Tapura guianensis</i> Aubl.	Árvore	
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea sinemariensis</i> Aubl.	Árvore	
Euphorbiaceae	<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	Arbusto Árvore	Pioneira
Euphorbiaceae	<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	Árvore	
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.	Árvore	
Euphorbiaceae	<i>Manihot glaziovii</i> Müll.Arg.	Palmeira	Pioneira

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Família	Nome Científico	Forma de Vida	Grupo Ecológico
Euphorbiaceae	<i>Micrandra rossiana</i> R.E.Schult.	Árvore	
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Arbusto Árvore	Pioneira
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Arbusto	Secundária Inicial
Fabaceae	<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Amshoff	Arbusto Árvore	
Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Árvore	
Fabaceae	<i>Cenostigma tocantinum</i> Ducke	Arbusto Árvore	
Fabaceae	<i>Copaifera martii</i> Hayne	Árvore	Pioneira
Fabaceae	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Árvore	Secundária Tardia
Fabaceae	<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	Árvore	
Fabaceae	<i>Erythrina amazonica</i> Krukoff	Arbusto	
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Árvore	Pioneira
Fabaceae	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Árvore	Secundária Inicial
Fabaceae	<i>Inga disticha</i> Benth.	Árvore	
Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Árvore	Pioneira
Fabaceae	<i>Inga heterophylla</i> Willd.	Árvore	
Fabaceae	<i>Inga macrophylla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Árvore	
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	Árvore	Pioneira
Fabaceae	<i>Inga nobilis</i> Willd.	Árvore	Secundária Inicial
Fabaceae	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stelfeld	Árvore	Pioneira
Fabaceae	<i>Ormosia coccinea</i> Jacks.	Árvore	
Fabaceae	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Árvore	
Fabaceae	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	Árvore	
Fabaceae	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	Árvore	
Fabaceae	<i>Platymiscium filipes</i> Benth.	Árvore	
Fabaceae	<i>Pseudoptadenia suaveolens</i> (Miq.) J.W.Grimes	Árvore	
Fabaceae	<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	Árvore	
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Arbusto Árvore	Pioneira
Fabaceae	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	Arbusto Árvore	Pioneira
Fabaceae	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Árvore	Pioneira
Fabaceae	<i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	Arbusto Árvore Subarbusto	Pioneira
Fabaceae	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	Árvore	
Fabaceae	<i>Swartzia arborescens</i> (Aubl.) Pittier	Árvore	
Fabaceae	<i>Swartzia oblata</i> R.S.Cowan	Árvore	Secundária Tardia
Fabaceae	<i>Tachigali glauca</i> Tul.	Árvore	
Fabaceae	<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima	Árvore	Secundária Inicial
Humiriaceae	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	Árvore	
Hypericaceae	<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	Árvore	
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Arbusto Árvore	Pioneira
Hypericaceae	<i>Vismia schultesii</i> N.Robson	Árvore	
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Arbusto Árvore	Pioneira
Lamiaceae	<i>Vitex triflora</i> Vahl	Arbusto Árvore	
Lauraceae	<i>Aniba burchellii</i> Kosterm.	Árvore	
Lauraceae	<i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez	Árvore	
Lauraceae	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	Arbusto Árvore	

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Família	Nome Científico	Forma de Vida	Grupo Ecológico
Lauraceae	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees	Árvore	Secundária Inicial
Lauraceae	<i>Ocotea canaliculata</i> (Rich.) Mez	Árvore	
Lauraceae	<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	Árvore	Secundária Inicial
Lauraceae	<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.	Árvore	
Lauraceae	<i>Ocotea matogrossensis</i> Vattimo-Gil	Árvore	
Lecythidaceae	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Árvore	
Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	Árvore	
Lecythidaceae	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Árvore	Secundária Tardia
Malpighiaceae	<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth	Árvore	
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Árvore	Pioneira
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crispa</i> A.Juss.	Árvore	Secundária Tardia
Malpighiaceae	<i>Byrsonima duckeana</i> W.R.Anderson	Árvore	
Malpighiaceae	<i>Lophanthera lactescens</i> (Ducke) R.F.Almeida & M.Pell.	Árvore	
Malvaceae	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Árvore	Pioneira
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Árvore	Pioneira
Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	Árvore	
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Árvore	
Malvaceae	<i>Sterculia excelsa</i> Mart.	Árvore	Secundária Inicial
Malvaceae	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) K.Schum.	Árvore	
Malvaceae	<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng.	Árvore	
Melastomataceae	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Árvore	
Melastomataceae	<i>Bellucia imperialis</i> Saldanha & Cogn.	Árvore	
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	Arbusto Árvore	Pioneira
Melastomataceae	<i>Miconia burchellii</i> Triana	Arbusto	Pioneira
Melastomataceae	<i>Miconia cuspidata</i> Naudin	Árvore	Pioneira
Melastomataceae	<i>Miconia dispar</i> Benth.	Árvore	
Melastomataceae	<i>Miconia heliotropoides</i> Triana	Arbusto	
Melastomataceae	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Arbusto Árvore	Pioneira
Melastomataceae	<i>Miconia nervosa</i> (Sm.) Triana	Arbusto Árvore	Pioneira
Melastomataceae	<i>Miconia poeppigii</i> Triana	Árvore	
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Árvore	Secundária Inicial
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Árvore	Secundária Tardia
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Árvore	Secundária Tardia
Meliaceae	<i>Guarea silvatica</i> C.DC.	Árvore	
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Árvore	
Meliaceae	<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	Arbusto Árvore	Secundária Inicial
Moraceae	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Árvore	
Moraceae	<i>Batocarpus amazonicus</i> (Ducke) Fosberg	Árvore	
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Arbusto Árvore	Secundária Inicial
Moraceae	<i>Castilla ulei</i> Warb.	Árvore	
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Arbusto	Climax
Moraceae	<i>Ficus caballina</i> Standl.	Árvore	
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Árvore	
Moraceae	<i>Ficus matiziana</i> Dugand	Árvore	

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Família	Nome Científico	Forma de Vida	Grupo Ecológico
Moraceae	<i>Maquira calophylla</i> (Poepp. & Endl.) C.C.Berg	Árvore	
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	Árvore	
Myristicaceae	<i>Virola michelii</i> Heckel	Árvore	
Myrtaceae	<i>Eugenia cupulata</i> Amshoff	Árvore	
Myrtaceae	<i>Eugenia protenta</i> McVaugh	Árvore	
Myrtaceae	<i>Myrcia cuprea</i> (O.Berg) Kiaersk.	Arbusto Árvore	
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Árvore	Pioneira
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) DC.	Árvore	
Nyctaginaceae	<i>Neea campanulata</i> D.S.Costa & E.F.S.Rossetto	Arbusto Árvore	
Nyctaginaceae	<i>Neea macrophylla</i> Poepp. & Endl.	Arbusto Árvore	Climax
Nyctaginaceae	<i>Neea oppositifolia</i> Ruiz & Pav.	Arbusto Árvore	
Peraceae	<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	Arbusto Árvore	Secundária Tardia
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	Arbusto Árvore	Secundária Inicial
Piperaceae	<i>Piper arboreum</i> Aubl.	Arbusto	Secundária Inicial
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	Árvore	Pioneira
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Árvore	Secundária Inicial
Rubiaceae	<i>Faramea capillipes</i> Müll. Arg.	Arbusto Árvore	
Rubiaceae	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	Arbusto Árvore	
Rubiaceae	<i>Psychotria guianensis</i> (Aubl.) Clos	Arbusto Árvore	
Rutaceae	<i>Citrus medica</i> L.	Árvore	
Rutaceae	<i>Conchocarpus ucalinus</i> (Huber) Kallunki & Pirani	Arbusto Árvore	
Rutaceae	<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	Arbusto Árvore	Secundária Inicial
Rutaceae	<i>Galipea congestiflora</i> Pirani	Árvore	
Rutaceae	<i>Metrodorea flavida</i> K.Krause	Árvore	
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Árvore	Pioneira
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Arbusto Árvore	Pioneira
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Arbusto Árvore	Pioneira
Salicaceae	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	Árvore	
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Arbusto Árvore	Secundária Inicial
Sapindaceae	<i>Allophylus latifolius</i> Huber	Arbusto Árvore	
Sapindaceae	<i>Matayba arborescens</i> (Aubl.) Radlk.	Árvore	
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Arbusto Árvore	Secundária Inicial
Sapindaceae	<i>Talisia guianensis</i> Aubl.	Árvore	
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre) T.D.Penn.	Árvore	
Sapotaceae	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	Arbusto Árvore	Pioneira
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Arbusto Árvore	Pioneira
Sapotaceae	<i>Pouteria decorticans</i> T.D.Penn.	Árvore	
Sapotaceae	<i>Pouteria elegans</i> (A.DC.) Baehni	Árvore	
Sapotaceae	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Árvore	Pioneira
Sapotaceae	<i>Pouteria macrocarpa</i> (Mart.) D.Dietr.	Árvore	
Sapotaceae	<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma	Árvore	Secundária Tardia
Sapotaceae	<i>Pouteria manaoensis</i> (Aubrév. & Pellegr.) T.D.Penn.	Árvore	
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Árvore	Secundária Inicial
Siparunaceae	<i>Siparuna cuspidata</i> (Tul.) A.DC.	Arbusto Árvore	

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Família	Nome Científico	Forma de Vida	Grupo Ecológico
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Arbusto Árvore	Secundária Inicial
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i> L.	Arbusto	Secundária Tardia
Styracaceae	<i>Styrax sieberi</i> Perkins	Árvore	
Urticaceae	<i>Cecropia distachya</i> Huber	Árvore	
Urticaceae	<i>Cecropia obtusa</i> Trécul	Árvore	
Urticaceae	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	Árvore	
Urticaceae	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Árvore	Secundária Tardia
Violaceae	<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	Árvore	Secundária Inicial
Vochysiaceae	<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	Árvore	
Vochysiaceae	<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	Árvore	

5.3.7.7.3.2.1. Composição

A composição diz respeito ao número de espécies arbustivas e arbóreas a serem plantadas e as proporções de cada grupo ecológico. Em geral, não existe uma regulamentação com relação ao número mínimo de espécies a serem utilizadas nos plantios mistos em áreas degradadas. Entretanto, é de consenso a importância da seleção de elevada diversidade de espécies (BOTELHO et al., 2015).

Sugere-se, portanto, para o presente projeto, que o plantio seja composto na proporção 50% espécies pioneiras e 50% espécies não pioneiras (secundária inicial, secundária tardia e clímax), pois, essa composição tem gerado resultados satisfatórios (MOREIRA, 2002; SOARES, 2012).

5.3.7.7.3.2.2. Espaçamento

O espaçamento depende da qualidade do sítio, das características das espécies e dos modelos de plantios a serem utilizados. Segundo Botelho et al. (2015), devido ao escasso conhecimento silvicultural das espécies nativas, aliado à complexidade dos plantios com alta diversidade, não há recomendações fixas de espaçamento de plantio, sendo, geralmente, sugerido o plantio de 1.100 a 2.500 mudas por hectare.

De modo geral, espaçamentos menores (maior densidade de mudas por hectare) permitem um fechamento mais rápido do dossel e, conseqüentemente, o recobrimento do solo, sendo possível reduzir a continuidade dos processos erosivos em áreas degradadas e, em áreas cobertas por gramíneas invasoras, reduzir as operações de manutenção, uma vez que a rápida cobertura do solo permite uma eliminação natural dessas espécies competidoras, favorecendo, assim, o processo de regeneração natural (BOTELHO et al., 2015).

Para o presente projeto, sugere-se, então, a adoção do espaçamento 3,0 m x 3,0 m (9,0 m²), sendo 3,0 m a distância entre as linhas de plantio e 3,0 m a distância entre as mudas, totalizando um número de mudas por hectare igual a 1.112.

5.3.7.7.3.2.3. Arranjo

O arranjo consiste na distribuição espacial das espécies arbustivas e arbóreas dos diferentes grupos ecológicos na área a ser plantada, podendo ser feito de forma aleatória, quando as mudas são dispostas em campo sem nenhum tipo de alinhamento, ou seja, sem espaçamento definido, ou em arranjos sistemáticos, quando as mudas são organizadas em linhas de plantio, previamente demarcadas de acordo

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM

com o espaçamento definido (BOTELHO et al., 2015).

Em função do arranjo aleatório dificultar as operações de plantio e tratamentos posteriores, será aqui adotado o arranjo sistemático linear, no qual a distribuição das mudas em campo se dará em quadrados sobrepostos (quincôncio), que consiste em plantar as espécies pioneiras e secundárias iniciais em linhas de plantio alternadas e desalinhadas em relação às linhas de plantio compostas por espécies secundárias tardias e clímax (Figura 32).

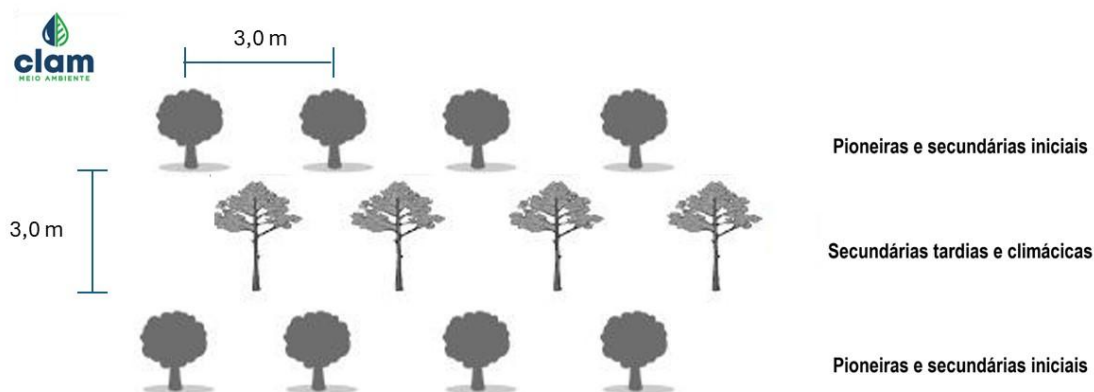


Figura 32 Desenho esquemático do arranjo sistemático linear em quincôncio

Este arranjo, aliado à distribuição adequada das espécies por grupos ecológicos, pode resultar em um rápido fechamento do dossel e, conseqüentemente, em um sombreamento mais rápido das espécies competidoras (BOTELHO et al., 2015).

5.3.7.7.3.2.4. Qualidade das Mudas

A qualidade morfofisiológica da muda pode garantir a sua sobrevivência e crescimento inicial ou, por outro lado, pode ser responsável pela alta mortalidade, elevando-se o custo de implantação e comprometendo o processo de restauração dos ecossistemas florestais. Logo, as mudas a serem introduzidas na área devem apresentar boas características físicas (em geral, altura entre 40 cm e 80 cm e diâmetro do coleto em torno de 1,0 cm), um bom estado nutricional (sem presença aparente de deficiências minerais) e sanitário (ausência de pragas e doenças), além de estarem aclimatadas (fisiologicamente) para suportarem as condições de estresse durante e após o plantio. Mudanças defeituosas e mal formadas devem ser descartadas.

5.3.7.7.3.3. Atividades Pré-Plantio

5.3.7.7.3.3.1. Isolamento da Área

Recomenda-se que as áreas destinadas ao plantio sejam avaliadas quanto à necessidade de instalação de cercas em toda a extensão de seu perímetro para fins de isolamento. O objetivo principal deste procedimento é impedir o acesso de animais de grande porte ao local, caso se verifique a presença destes



animais e/ou de seus vestígios nas proximidades, buscando-se evitar a morte das mudas por pisoteio e/ou pastoreio.

As cercas serão construídas com arame de aço galvanizado de 3,0 mm de diâmetro, com carga de ruptura de até 700,0 kgf e de tensão média de, no mínimo, 350,0 kgf, sendo fixados cinco fios (sendo quatro fios superiores de arame farpado e um fio inferior de arame liso), espaçados a partir de 10,0 cm da extremidade superior do mourão e 40,0 cm distanciados entre si. As estacas e mourões devem ser tratados e possuir certificação de origem, com suas devidas especificações em diâmetro. Os esticadores devem ser da mesma espessura dos mourões da cerca, a cada 30,0 metros ou quando houver necessidade de mudança de direção do cercamento.

5.3.7.7.3.3.2. Criação de Aceiros

Os aceiros consistem em uma faixa limpa, desprovida de cobertura vegetal, que funcionam como barreiras contra a propagação do fogo devido à descontinuidade do material combustível, desempenhando um papel fundamental na prevenção de incêndios florestais, além de facilitar o acesso e a manutenção das áreas. A largura dos aceiros pode variar conforme a topografia, de 1,0 m a 3,0 m, e eles deverão circundar todo o perímetro da área a ser recuperada.

A construção dos aceiros pode ser efetuada de forma manual, por meio de aplicação de herbicidas não agrícolas utilizando-se pulverizadores costais, com capacidade para 25 L, adicionando-se, em geral, 400 ml de glifosato, 200 ml de adesivo (cola) e o restante da capacidade da bomba é preenchida com água (seguindo todas as diretrizes de segurança e as regulamentações ambientais durante todo o processo para evitar impactos negativos na fauna, na flora e nos recursos hídricos da área em recuperação); semimecanizada, por meio de motorroçadeiras; ou mecanizada, geralmente por meio da raspagem do solo com trator agrícola com lâmina frontal.

5.3.7.7.3.3.3. Descompactação do Solo

As áreas temporariamente utilizadas durante a fase de instalação do Projeto Alemão e as áreas resultantes do fechamento da mina tendem a apresentar elevada compactação do solo devido, principalmente, ao tráfego de veículos e maquinários. Esta condição, no entanto, pode dificultar o estabelecimento da vegetação e, com isso, comprometer a recuperação ambiental destas áreas.

Dessa forma, para viabilizar o processo de recomposição vegetal, será realizada a descompactação do solo com o uso de implemento do tipo *ripper*, rompendo as camadas compactadas e restabelecendo a porosidade do perfil.

5.3.7.7.3.3.4. Avaliação da Fertilidade do Solo

A adubação e calagem é uma etapa fundamental na fase de preparo do solo. A absorção de nutrientes tende a ser mais acentuada no período inicial de crescimento da muda, período em que ocorre as fases de produção de matéria seca, desenvolvimento da parte aérea e das raízes. Assim, as plantas necessitam de suplementação nutricional para a realização de diversas atividades bioquímicas primordiais para a sua sobrevivência. Na ausência de nutrientes, as mudas possuem maior dificuldade em completar o seu ciclo de desenvolvimento, podendo apresentar retardo no seu crescimento ou morte (CAMARGO,

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



2012).

Nas áreas de plantios com espécies nativas, a aplicação de adubos e calcário é bastante complexa em função da elevada diversidade e, conseqüentemente, da carência de informações acerca da absorção de nutrientes e de suas exigências nutricionais; da variação entre indivíduos da mesma espécie; e das interações entre genótipo e ambiente (BERNARDINO *et al.*, 2005). Como não há formulações de específicas para a maioria das espécies nativas, têm-se utilizado formulas genéricas.

Caso seja necessário efetuar o procedimento de calagem, deve-se usar, preferencialmente, pó calcário do tipo dolomítico que poderá ser aplicado diretamente no fundo ou ao redor dos berços 30 dias antes do plantio (em geral, de 200 a 300 g por berço). Com relação à adubação, de modo geral, recomenda-se a aplicação de 100 a 200 g/berço de superfosfato simples, com posterior adubação de cobertura com N e K, ou aplicação de formulação de NPK (100 g/berço de 8-28-16 ou de 150 a 200 g/berço de 4-14-8).

É importante destacar, contudo, que as recomendações de adubação e calagem sejam baseadas em análises do solo, efetuada por profissional habilitado, que indicam os níveis dos diferentes nutrientes presentes no local e, com isso, embasará a recomendação técnica dos tipos e as dosagens de insumos a serem aplicados.

5.3.7.7.3.3.5. Utilização de Topsoil

As áreas degradadas geralmente se caracterizam pela perda da fração orgânica do solo, com conseqüente perda de nutrientes e da capacidade de retenção de umidade. Assim, a melhoria das características físicas e químicas dos solos constitui a condição inicial de maior relevância para o sucesso da recuperação destas áreas.

Sendo assim, sempre que possível, será aplicada uma camada, com cerca de 10,0 cm de espessura, de *topsoil* (material resultante do decapeamento da camada superficial do solo das áreas onde ocorreram as intervenções ambientais) previamente estocado para este fim. A reutilização do *topsoil* nos processos de recomposição ambiental auxilia na recolonização das áreas degradadas por meio de sementes e propágulos de espécies vegetais existentes em sua composição, associados à micro, meso e macrofauna (microrganismos decompositores, fungos micorrízicos, bactérias nitrificantes, minhocas, algas, etc.). Esses elementos são fundamentais na ciclagem de nutrientes, reestruturação e fertilização do solo desses locais (REIS *et al.*, 2003), que influenciará, assim, na capacidade germinativa e de recrutamento dos propágulos.

5.3.7.7.3.4. Execução do Plantio

O plantio deve ocorrer no início das estações chuvosas, sendo que, para a região em questão, compreende o período de dezembro a maio, propiciando, assim, melhores condições ao desenvolvimento do sistema radicular e incremento da parte aérea, e, dessa forma, um aumento na capacidade de sobrevivência das espécies durante períodos de estiagem.

5.3.7.7.3.4.1. Espécies Herbáceas e Arbustos de Ciclo de Vida Curto

O plantio deve ser efetuado por meio de semeadura manual direta, considerando-se áreas de topografia

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM

suave e de baixa declividade, ou por hidrossemeadura, considerando-se áreas com declividade acentuada. A quantidade de sementes aplicada sugerida é de 300,0 kg/ha.

Na semeadura direta, o mix de sementes deve ser distribuído manualmente no interior de pequenos berços de plantio, com aproximadamente 5,0 cm de profundidade e espaçamento de 10,0 cm entre si, utilizando-se ferramentas manuais como enxada ou chibanca (Figura 33).

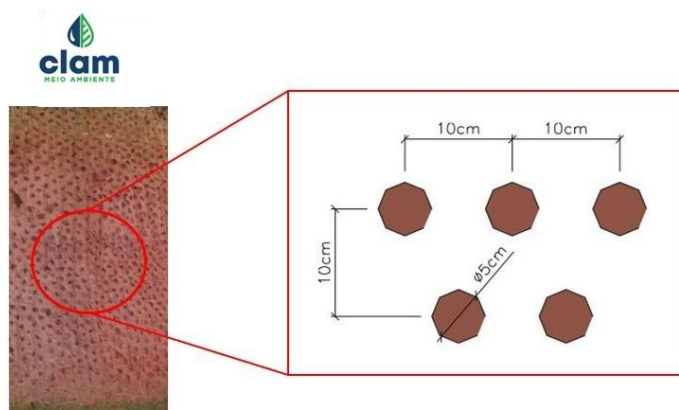


Figura 33 Desenho esquemático com as dimensões dos pequenos berços de plantio

Se adotado o método de hidrossemeadura, o terreno deverá ser previamente sulcado e picoteado manualmente, a fim de favorecer a retenção das sementes e a incorporação dos insumos ao solo. Este método consiste no jateamento de uma calda composta por sementes de espécies nativas selecionadas, fertilizantes (orgânicos e químicos), agentes aglutinantes e água. A aplicação é realizada mecanicamente, por meio de caminhão-pipa equipado com sistema de agitação interna para homogeneização da mistura e bomba de projeção por via úmida (jato hidráulico), assegurando a distribuição uniforme do material sobre o terreno.

Após o plantio, os berços deverão, então, ser cobertos com uma fina camada de terra.

5.3.7.7.3.4.2. Espécies Arbustivas e Arbóreas

Abertura dos Berços de Plantio

Os berços de plantio deverão proporcionar condições adequadas para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, garantindo as condições físicas e químicas adequadas. Para o plantio de espécies arbustivas e arbóreas, os berços devem ter dimensões de 0,30 m x 0,30 m x 0,30 m de profundidade (Figura 34), e, em áreas com solo compactado, de 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m, e serem abertos em nível, sentido leste-oeste (para maior aproveitamento da luz). Este procedimento poderá ser executado de forma manual, utilizando-se ferramentas como enxada, boca de lobo, cavadeira ou alavanca.

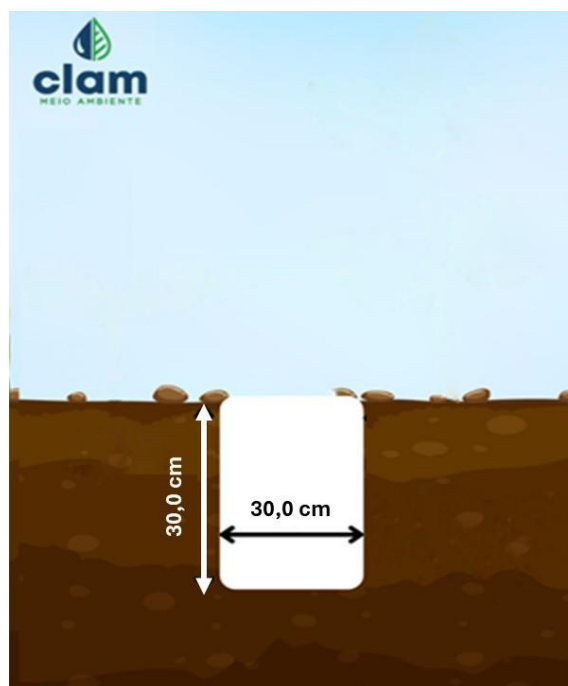


Figura 34 Desenho esquemático com as dimensões dos berços de plantio

O volume de solo retirado deverá, então, ser depositado ao lado das aberturas para que, no ato de plantio das mudas, ele seja incorporado aos insumos e recolocado no interior dos berços.

Aplicação de Hidrogel

O hidrogel é um polímero hidrorretentor que, ao entrar em contato com a água, forma uma substância gelatinosa capaz de reter grande quantidade de umidade, liberando-a gradualmente para as raízes das plantas à medida que ocorre a redução da umidade no solo. Com isso, contribuem para a redução do estresse hídrico nas mudas, fator crítico nos primeiros estágios de estabelecimento das plantas, e, conseqüentemente, resulta em menor necessidade de replantio, redução de custos operacionais e maior eficiência na recomposição da vegetação nativa. Os hidrogéis também funcionam como reservatórios de nutrientes, reduzindo perdas por lixiviação e promovendo maior eficiência no uso de fertilizantes. Ainda, estudos demonstram que a adição de hidrogel pode elevar a porosidade específica do solo em até 19%, dependendo da textura, o que favorece a oxigenação das raízes e o desenvolvimento radicular (KAUR et al., 2023).

Dessa forma, a aplicação de hidrogéis no plantio de mudas em áreas degradadas tem se consolidado como uma estratégia promissora, permitindo o aumento da eficiência hídrica e da taxa de sobrevivência das espécies vegetais (TIECHER et al., 2019).

O uso de hidrogéis biodegradáveis, especialmente os à base de biopolímeros naturais, como, por exemplo, quitosana e celulose, é preferível por sua compatibilidade ambiental e menor risco de contaminação do solo. Antes do plantio, o hidrogel deve ser hidratado conforme a recomendação do fabricante, geralmente utilizando-se de 1 a 5 litros de água por grama do produto seco. A hidratação ocorre em recipiente limpo, permitindo que o polímero absorva a água por cerca de 30 minutos, até atingir consistência de gel.

No momento do plantio, uma porção do hidrogel hidratado, normalmente entre 20 e 50 gramas, é aplicada diretamente no fundo da cova, misturando-se levemente com a terra. A muda é então posicionada sobre essa camada, garantindo que suas raízes tenham contato direto com o gel.

Plantio e Tutoramento

Na operação de plantio, as mudas deverão ser retiradas manualmente de seus respectivos recipientes (sacos plásticos ou tubetes) e colocadas no interior dos berços (porção central), tomando-se o cuidado para manuseá-las corretamente, sem danificar o torrão. Caso seja detectado o enovelamento das raízes antes do plantio, recomenda-se a realização de uma poda adequada dessas raízes.

Posteriormente à colocação das mudas nos berços, deve-se adicionar o substrato, de forma que a região do colo permaneça no nível da superfície do solo, evitando o seu afogamento e/ou exposição de raízes (Figura 35). É importante que se faça uma suave compactação do substrato em torno da muda recém-plantada.

Efetuada as atividades de plantio, recomenda-se atar as mudas (tutoramento) com uma estaca de madeira ou bambu, na qual será feito o amarrao do caule com o auxílio de um material biodegradável (corda de sisal ou fibra de banana) na forma de oito invertido. Em geral, utiliza-se uma estaca de 1 m, ficando 0,4 m abaixo do solo e 0,6 m acima do solo para a fixação da muda.

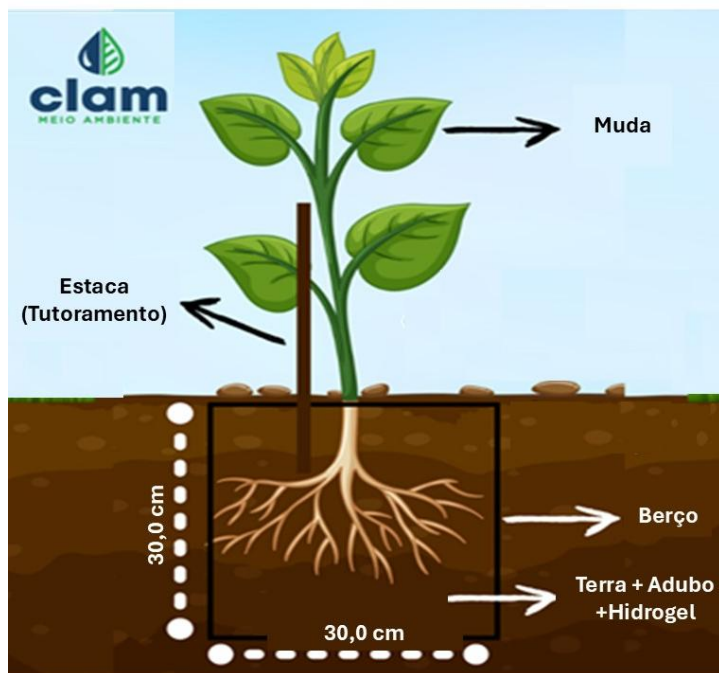


Figura 35 Plantio correto das mudas e tutoramento (estaca).

Alguns procedimentos, no momento do plantio, deverão ser evitados, conforme ilustra a Figura 36.

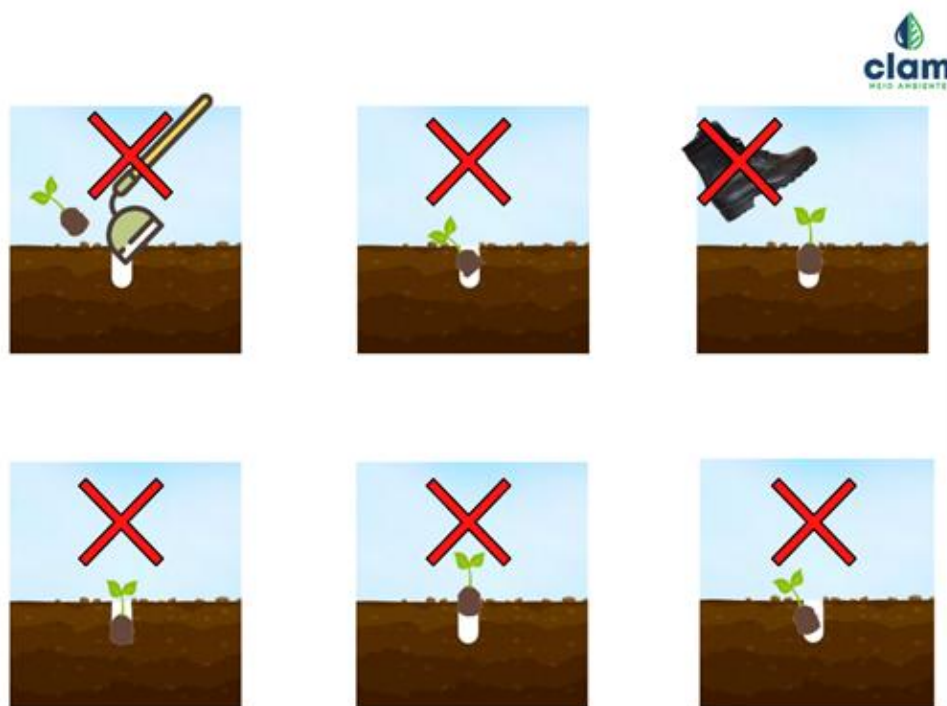


Figura 36 Plantio incorreto de mudas

Todo o material sem função, após o plantio, deverá ser recolhido e retirado da área para destinação final específica.

5.3.7.7.3.5. Aplicação de Tela Vegetal

O uso de telas vegetais, também conhecidas como biomantas ou geotêxteis vegetais, tem se destacado como uma estratégia eficaz no processo de recuperação de áreas degradadas, especialmente em regiões sujeitas à erosão hídrica e instabilidade de taludes. Estas estruturas são compostas por fibras vegetais como palha, fibra de coco, juta e até mesmo fibras de banana, costuradas entre si e sustentadas por malhas biodegradáveis, que se decompõem ao longo do tempo e se integram ao solo (LANGE, 2020).

As biomantas desempenham diversas funções cruciais no processo de revegetação e proteção do solo. Entre os seus principais mecanismos de ação destacam-se a redução do impacto direto da chuva sobre o solo exposto, o controle do escoamento superficial, a promoção da retenção de umidade e a proteção das sementes e fertilizantes previamente distribuídos (BEZERRA et al., 2011; FULLEN & GUERRA, 2002). Essas estruturas também aumentam a rugosidade da superfície, o que favorece a infiltração da água e o depósito de sedimentos finos, além de criarem um microambiente propício à germinação e ao crescimento das espécies vegetais (BHATTACHARYYA et al., 2008).

No contexto do projeto, as telas vegetais podem ser utilizadas, caso necessário, para a estabilização de encostas e taludes.

Para garantir a eficácia da aplicação, recomenda-se que a instalação da tela vegetal seja iniciada na crista do talude, em direção à sua base, acompanhando a declividade do terreno e cobrindo completamente o solo, com sobreposições de aproximadamente 10,0 cm. A fixação deve ser firme e contínua, com o uso

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



de grampos metálicos ou de madeira, que devem ser colocados como estacas, evitando deslizamentos por baixo da tela. Além disso, a escolha da biomanta deve considerar as características edafoclimáticas, a declividade do terreno, a velocidade do escoamento superficial e o tipo de vegetação nativa desejada (LANGE, 2020; RAMOS, 2020).

5.3.7.7.3.6. Atividades Pós-Plantio (Manutenção)

Após a execução das atividades de plantio, deverão ser executadas as atividades de manutenção por um período mínimo de quatro anos, que permitem garantir o pleno desenvolvimento das espécies plantadas.

5.3.7.7.3.6.1. Manutenção das Cercas de Isolamento e dos Aceiros

O isolamento da área deverá ser monitorado periodicamente de forma a impedir a invasão de animais de grande porte que possam prejudicar o desenvolvimento da vegetação e, em casos de avaria, é importante se realizar os devidos reparos. Do mesmo modo, os aceiros também devem ser monitorados, efetuando-se as atividades de capinas a fim de mantê-los limpos (Foto 01).



Foto 01 Manutenção de aceiro

Autor: CLAM, 2025

5.3.7.7.3.6.2. Replântio

É comum, na maioria dos planos de recuperação de áreas degradadas, que ocorram falhas de germinação de sementes e a mortalidade inicial das mudas em campo em função de diversos fatores.

É ideal, portanto, que o plantio de sementes composto por espécies de herbáceas e leguminosas seja

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



avaliado 30 dias após sua implantação, visando a averiguar os índices de germinação, presença de pragas e/ou doenças, sintomas de deficiências nutricionais, quantidade exigida de insumos a ser aplicado por área, entre outros. As vistorias devem permanecer mensalmente até que se obtenha o completo estabelecimento das espécies, cobrindo todo o solo, de forma a garantir a proteção contra processos erosivos. Naqueles locais onde ocorrerem falhas de germinação, deve-se realizar o replantio das sementes conforme descrição metodológica já mencionada, sem necessidade de uma nova adubação.

No caso do plantio de mudas com espécies arbustivas e arbóreas, deve-se verificar as taxas de mortalidade cerca de 60 dias após sua implantação, fase essa que é crítica para o estabelecimento das mudas. Taxas de mortalidade de até 10% são consideradas aceitáveis e, em geral, dispensa-se o replantio. No entanto, quando a mortalidade ultrapassar 10%, é necessária a substituição das mudas mortas por novas mudas correspondentes à mesma espécie, se possível, ou espécie diferente de mesmo grupo ecológico. O replantio deve ser feito no próximo período chuvoso após as avaliações e deve seguir as mesmas técnicas utilizadas quando no primeiro momento de plantio, excetuando-se a adubação.

5.3.7.3.7. Coroamento das Mudas Plantadas ou Regeneradas

Devido à elevada competitividade pelos recursos naturais (luz, umidade e nutrientes), a permanência de espécies exóticas e/ou invasoras na área a ser recuperada geralmente prejudica o desenvolvimento das espécies florestais nativas. Ainda, as espécies competidoras formam uma densa camada de biomassa, reduzindo a luminosidade na superfície do solo e, conseqüentemente, prejudicando os processos de germinação e recrutamento de espécies nativas presentes no banco de sementes ou provenientes de outros locais por meio da dispersão (BOTELHO & DAVIDE, 2002). É importante, portanto, que se faça um controle efetivo destas espécies indesejadas a fim de minimizar a competição provocada por elas sobre as mudas plantadas ou regeneradas e favorecer o estabelecimento das espécies de interesse.

Dessa forma, o coroamento corresponde à limpeza da área ao redor da muda plantada ou regenerada, por meio de capina manual, utilizando-se enxada, ou roçada semimecanizada, utilizando-se moto roçadeiras, sem o revolvimento do solo, em um raio de, no mínimo, 50,0 cm (Foto 02; Foto 03). Ao realizar esta atividade, deve-se atentar para capinar/roçar o mais próximo do solo, com o máximo de cuidado para não remover as espécies nativas em regeneração natural estabelecidas na área.



Foto 02 Coroamento de Manutenção
Autor: CLAM, 2025



Foto 03 Coroamento de Manutenção
Autor: CLAM, 2025

O material vegetal proveniente do coroamento pode ser distribuído ao redor das mudas, cobrindo a área

10 DA @ 20 20 52 14-52 25



coroada para proteger o solo da incidência direta de raios solares e do impacto das gotas de chuva.

Esta prática deverá ter início a partir do segundo mês pós-plantio, sendo realizada de maneira mais intensa nos períodos chuvosos (elevada taxa de crescimento das gramíneas), no qual o tempo entre as manutenções não deverá ultrapassar três meses no primeiro ano, quatro meses no segundo e seis meses a partir do terceiro. Espera-se que, com o desenvolvimento das copas das mudas plantadas ou regeneradas, haja um sombreamento do solo e, a partir de então, ocorra naturalmente o controle de plantas invasoras ao redor das espécies nativas.

5.3.7.7.3.7.1. Adubação de Cobertura

A adubação de cobertura é uma prática que compreende a aplicação de fertilizantes sobre a superfície do solo após o plantio das mudas. Para realizar a adubação de cobertura, considera-se como etapa predecessora, o coroamento, conforme explicitado anteriormente.

Geralmente, esta adubação é efetuada após 60 a 90 dias do plantio, durante a estação chuvosa, distribuindo-se, a lanço, a dosagem química recomendada em torno da planta (distância mínima de 20 cm da muda) (Foto 04; Foto 05).



Foto 04 Adubação de Cobertura

Autor: CLAM, 2024



Foto 05 Adubação de Cobertura

Autor: CLAM, 2024

É importante, no entanto, que esse procedimento seja efetuado somente a partir de uma análise criteriosa das plantas, posteriormente ao plantio (apresentação ou não de algum sintoma de deficiência nutricional), por profissional habilitado, que, então, determinará a necessidade de uma adubação em cobertura, bem como os fertilizantes e a dosagens a serem aplicados.

5.3.7.7.3.8. Poda de Condução das Mudas Plantadas ou Regeneradas

A poda de condução das mudas plantadas jovens ou em regeneração natural é uma prática essencial na recuperação de áreas degradadas, atuando diretamente no aumento da eficiência do processo de restauração ecológica. Esta técnica consiste na remoção seletiva de ramos mal posicionados, danificados ou em excesso, com o objetivo de favorecer a estruturação adequada da copa, o crescimento retilíneo do caule principal e o melhor aproveitamento de recursos disponíveis pelas plantas mais promissoras (REIS et al., 2003).

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Em áreas degradadas, as mudas frequentemente enfrentam estresses ambientais intensos, como baixa fertilidade do solo, compactação, escassez hídrica e alta competição com gramíneas invasoras. Nestas condições, a poda de condução exerce papel fundamental ao equilibrar a relação entre a parte aérea e o sistema radicular da planta, reduzindo a perda de água por transpiração e favorecendo a alocação de energia para o crescimento radicular. Com isso, aumenta-se a capacidade de absorção de água e nutrientes, promovendo maior estabilidade e sobrevivência das mudas (REIS et al., 2003; BHATTACHARYYA et al., 2008). Além de contribuir para a sobrevivência, a poda de condução influencia positivamente na arquitetura das copas, favorecendo o aproveitamento da radiação solar de forma mais eficiente e reduzindo a competição entre indivíduos. Ela permite que espécies nativas se desenvolvam mais rapidamente, estabelecendo uma cobertura florestal mais uniforme e criando um microclima propício ao surgimento de novos regenerantes, acelerando o processo de sucessão ecológica (FULLEN; GUERRA, 2002).

A melhor época para realizar a poda de condução é durante o período seco do ano, quando o risco de infecções fúngicas é menor. As primeiras intervenções podem ocorrer já nos primeiros meses após o plantio, especialmente quando a muda apresenta brotações desordenadas. Para a execução da poda, utilizam-se ferramentas simples como tesoura de poda ou podão. Em áreas maiores, pode-se utilizar roçadeiras com disco, e, em casos específicos, o uso de pastas cicatrizantes ou produtos fungicidas é recomendado para cortes mais profundos.

A poda deve seguir etapas bem definidas. Primeiramente, deve-se selecionar o caule principal da planta, geralmente o ramo mais vigoroso e ereto, que será mantido como o eixo central. Ramos concorrentes devem ser eliminados ou encurtados. Em seguida, realizam-se a retirada de brotações laterais baixas — geralmente até cerca de 30 a 50 centímetros do solo — e a remoção de ramos mal posicionados, como aqueles que crescem para dentro da copa, cruzados ou danificados. A copa deve ser equilibrada, evitando-se o excesso de ramos em um único lado da planta, o que pode causar inclinações indesejadas.

Os cortes devem ser limpos e feitos com precisão, evitando rebarbas ou lesões profundas no tronco principal. Nunca se deve remover mais do que 30% da copa de uma vez, pois isso pode enfraquecer a planta e prejudicar seu crescimento. Além disso, é importante higienizar as ferramentas com álcool 70% ao passar de uma planta para outra, prevenindo a disseminação de doenças.

A frequência da poda de condução varia conforme o desenvolvimento da planta, mas, em geral, recomenda-se realizar de duas a três podas nos dois primeiros anos após o plantio. Essa manutenção periódica é crucial para moldar o crescimento das mudas e garantir que desenvolvam estruturas robustas e funcionais.

5.3.7.3.8.1. Corte de Indivíduos Arbustivos e Arbóreos Exóticos e/ou Invasores

A remoção de indivíduos arbustivos e arbóreos exóticos e/ou invasores em áreas de restauração florestal é uma ação fundamental para garantir a eficácia da recuperação dos processos ecológicos naturais e a reestruturação da vegetação nativa. Estas espécies, ao ocuparem áreas degradadas, estabelecem-se rapidamente devido à sua alta plasticidade ecológica, elevada taxa de crescimento e ausência de inimigos naturais, o que lhes confere vantagem competitiva sobre as espécies autóctones (VILÀ et al., 2011). Como consequência, comprometem a regeneração natural, alteram a ciclagem de nutrientes, modificam

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



as condições edáficas e microclimáticas e afetam negativamente a fauna associada (ZILLER et al., 2023).

O controle deve ser realizado preferencialmente durante o período seco, minimizando impactos ao solo e facilitando o acesso ao interior das áreas. A metodologia envolve, prioritariamente, o corte raso dos indivíduos pertencentes às espécies exóticas e/ou invasoras de forma manual ou semimecanizada, com posterior tratamento químico de seus respectivos tocos para evitar rebrotações. A simples remoção da parte aérea é frequentemente ineficaz, dada a capacidade de rebrota vegetativa, comum destas espécies (ZILLER et al., 2023).

O método de controle químico apresenta baixo custo operacional por área, maior velocidade de operação e maior eficiência de controle (MACHADO et al., 2012), sendo recomendado o uso de herbicidas sistêmicos (FERREIRA et al., 2010).

5.3.7.3.8.2. Controle e Combate a Formigas Cortadeiras

Devido ao hábito de corte e transporte do material até o ninho, as formigas dos gêneros *Acromyrmex* sp. (quenquém) e *Atta* sp. (saúvas), conhecidas como cortadeiras, são consideradas nocivas aos plantios florestais, pois podem desfolhar uma área ampla em curto espaço de tempo, prejudicando, assim, o sucesso destes plantios (MARICONI, 1970).

Os danos causados por estes insetos são mais críticos na fase inicial de crescimento das mudas. Logo, é importante que se faça uma avaliação da presença de formigueiros em toda a área de plantio, além das áreas de entorno (raio de 100 m da área de plantio). A vistoria deve ocorrer de forma semanal no primeiro mês pós-plantio, quinzenal durante os dois meses seguintes e mensal pelos meses subsequentes até completar um ano de plantio. Após um ano de implantação, as vistorias podem ser efetuadas a cada seis meses (ZANETTI et al., 2001).

Feita a avaliação, caso tenha sido detectada a presença de formigueiros, a estratégia de combate é traçada, juntamente com a definição do produto e a dosagem a serem utilizados.

O controle químico é a forma mais usual e efetiva de combate às formigas cortadeiras, sendo realizado, geralmente, pelo uso de isca formicida granulada a base de sulfluramida (ZANETTI et al., 2014; BRITTO et al., 2016; VINHA et al., 2020). Trata-se de um método eficiente, prático e econômico, que dispensa mão de obra e equipamento especializado, oferece maior segurança ao operador (baixa toxicidade) e permite o combate em locais de difícil acesso, devendo ser aplicado no período seco do ano (ZANETTI et al., 2001). O combate por meio deste formicida pode ser feito de forma localizada.

O combate localizado consiste em utilizar as iscas granuladas ao lado dos carreiros e olheiros existentes na área de recomposição (Foto 06; Foto 07) e se, necessário, nas áreas vizinhas, cuja quantidade é calculada multiplicando-se a dosagem recomendada pelo fabricante do formicida (dosagem mínima de 6 g do produto para as formigas quenquém e, para as saúvas, 10 g) pela área ocupada pela terra solta do formigueiro (em metros quadrados), a ser medida pela equipe técnica responsável pela execução do projeto de recomposição.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Foto 06 Controle de formigas cortadeira

Autor: CLAM, 2025



Foto 07 Controle de formigas cortadeira

Autor: CLAM, 2025

5.3.7.7.3.8.3. Controle e Combate a Cupins Arborícolas

Os cupins ou térmitas são insetos pertencentes à Classe Insecta, Ordem Isoptera que vivem em colônias populosas representados por castas de indivíduos ápteros e alados. Existem mais de 2.900 espécies de cupins descritas no mundo, sendo que, no Brasil, já foram registradas cerca de 290 espécies distribuídas em 67 gêneros. Este número de espécies é seguramente subestimado, pois há muitas espécies novas para descrever além das já descritas (CONSTANTINO, 1999; GRIMALDI, 2005).

As comunidades de cupins vivem em estruturas denominadas de “ninhos”. O conjunto, comunidade e ninho constituem a colônia. O ninho é a estrutura que oferece moradia e segurança contra inimigos e contra as adversidades do meio ambiente. São constituídos pelos operários que utilizam diversos materiais, como madeira, barro, partículas do solo, ou fezes. Ele preserva as condições microclimáticas (especialmente temperatura e umidade) adequadas à vida saudável de todos os indivíduos da colônia. Nele, abrigam-se os reprodutores e os imaturos em várias fases de desenvolvimento que não estão envolvidos em atividade externa de forrageamento (procura e coleta de alimento) (LIMA, 1938).

A grande maioria das espécies pertencentes ao gênero *Nasutitermes* é endêmica, principalmente na região neotropical. Na América do Sul estas espécies ocorrem nidificado em qualquer tipo de formação vegetal (matas, florestas, caatingas, parques etc.). Muitas constroem ninhos arbóreos, que estão sempre em comunicação com o solo, por meio de túneis que descem pelo tronco da árvore onde seu ninho foi construído (CONSTANTINO, 1999; FONTES & BERTHI FILHO, 1998).

Desse modo, o controle eficiente de cupins arborícolas contribui para o restabelecimento da estrutura da vegetação, especialmente em áreas suscetíveis à compactação e baixa umidade, características comuns em solos degradados (CONSTANTINO, 1999).

Dentre os métodos de controles destas pragas, o químico tem sido o mais empregado e difundido, com a aplicação de inseticidas de alta eficácia (Foto 08; Foto 09). Para isso, deve-se realizar uma perfuração do cupinzeiro, onde o inseticida é injetado, levando à eliminação dos indivíduos dentro do ninho.



Foto 08 Controle de cupins

Autor: CLAM, 2025



Foto 09 Controle de cupins

Autor: CLAM, 2025

Por fim, o protocolo de controle deve prever o acompanhamento contínuo por, no mínimo, dois ciclos sazonais completos (cerca de 24 a 30 meses), com aplicação corretiva de medidas quando necessário.

5.3.7.7.3.8.4. Controle e Combate a Moluscos Exóticos

A espécie *Achatina fulica* (atualmente *Lisachatina fulica*), conhecida popularmente como caramujo-gigante-africano, é um dos maiores caramujos terrestres do mundo, podendo chegar a mais de 20,0 cm de comprimento (em geral, tem entre 5 e 10 cm) (VALLI *et al.*, 2007).

O controle deste molusco exótico em plantios de recuperação de áreas degradadas é uma medida essencial para proteger o solo, a vegetação e a saúde pública. Ele consome espécies nativas e sementes, compete por recursos, fere a fauna local e transmite doenças como angiostrongilíase (SAÚDE PR, 2025).

A vistoria deve ocorrer mensalmente após o plantio das mudas, procurando-os, principalmente, sob folhas, pedras e em troncos de árvores. Caso seja detectada a presença de *Lisachatina fulica*, a estratégia de combate recomendada é a catação manual, realizada com luvas ou sacos plásticos (Foto 10; Foto 11), durante as horas de maior atividade do molusco (manhãs e entardeceres) (FIOCRUZ, 2007; CCZ-Niterói, 2021). Este método permite recolher adultos, jovens e ovos em recipientes fechados. Após a coleta, eles devem ser eliminados de forma segura, conforme protocolos do IBAMA e Fiocruz (Foto 12; Foto 13).

10 DA @ 20 20 02 01-20 GC PM



Foto 10 Coleta de moluscos

Autor: CLAM, 2024



Foto 11 Coleta de moluscos

Autor: CLAM, 2024



Foto 12 Descartes dos moluscos

Autor: CLAM, 2024

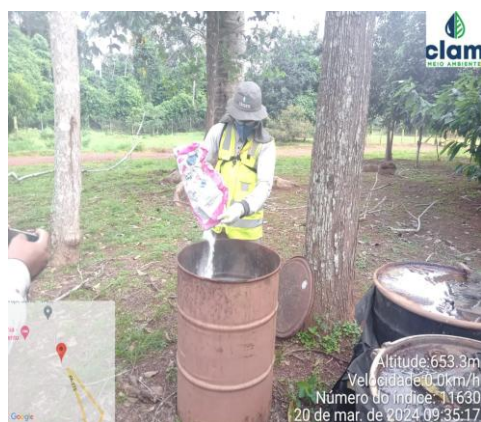


Foto 13 Composição com cal para descarte dos moluscos

Autor: CLAM, 2024

O uso de sal deve ser evitado, pois não combate a praga e pode salinizar o solo (CCZ-Niterói, 2021; BRASÍLIA AMBIENTAL, 2023). Da mesma forma, pesticidas químicos não são recomendados em áreas de restauração, dadas suas consequências ecológicas adversas e risco à fauna nativa (FIOCRUZ, 2007; ECOLOGIA URBANA, 2011).

5.3.7.7.3.8.5. Irrigação

A irrigação de mudas florestais, durante o plantio e nas primeiras semanas da implantação, é uma operação muito importante, principalmente nas épocas secas do ano, interferindo na sobrevivência e desenvolvimento das mudas (BUZETTO *et al.*, 2002). Além disso, a capacidade de armazenamento de água, principalmente em áreas degradadas, pode ser um fator limitante na execução do plantio (KRAMER, 1995; BUZETTO *et al.*, 2002).

Dessa forma, se necessário, será disponibilizado um caminhão-pipa, como recurso estratégico, com a função de assegurar o fornecimento regular de água para irrigação das mudas, fator determinante para o sucesso do enraizamento, crescimento inicial e estabelecimento da vegetação nativa. Em geral, recomenda-se a aplicação de 5 a 10 litros de água por muda, de duas a três vezes por semana durante os primeiros 90 dias após o plantio, ajustando-se conforme o tipo de solo e o regime pluviométrico local. Além disso, o caminhão-pipa também pode contribuir para o controle de poeira, a manutenção da

10 DA @ 20 20 92 08-20 GC PM



umidade superficial e a mitigação de processos erosivos, favorecendo a estabilidade física do substrato e o desenvolvimento sustentável da cobertura vegetal. Sua utilização planejada é, portanto, fundamental para o êxito de iniciativas de restauração ecológica e reabilitação ambiental.

5.3.7.7.4. Práticas Conservacionistas de Preservação de Recursos Edáficos e Hídricos

Algumas práticas recomendadas neste projeto tiveram por finalidade a preservação de recursos edáficos e hídricos, como:

- A adequação topográfica, aliada à instalação de sistemas de drenagem, promovendo uma superfície contínua, estável e com declividades adequadas, de forma a minimizar o escoamento superficial, conduzir de forma controlada as águas pluviais e prevenir a ocorrência de processos erosivos;
- Descompactação do solo a fim de restabelecer a porosidade;
- Isolamento do local destinado à recomposição vegetal, minimizando o pisoteio de mudas por animais de grande porte e, conseqüentemente, reduzindo a compactação do solo no local.
- Formação de aceiros para prevenção contra o fogo.
- Aplicação de *topsoil*, que auxilia na recolonização das áreas degradadas por meio de sementes e propágulos de espécies vegetais existentes em sua composição, associados à micro, meso e macrofauna.
- Uso da regeneração artificial, que acelera o processo de recuperação por propiciar melhores condições de estabelecimento para as espécies, diminuindo a susceptibilidade da área a erosões.
- Combate às formigas cortadeiras e de cupins arborícolas de forma pontual por meio de formicida de baixa toxicidade a fim de não acarretar a contaminação do solo.
- Combate à moluscos exótico de forma manual, sem, portanto, comprometer a qualidade do solo e da água.
- Combate às espécies invasoras apenas ao redor das mudas após plantio, evitando-se, com isso, a exposição do solo e diminuindo os processos erosivos.
- Deixar o solo coberto com os restos vegetais após as roçadas e coroamento com o objetivo de melhorar as condições para o estabelecimento das espécies nativas.
- Aplicação de telas vegetais para estabilização de encostas e taludes,
- Estabelecimento de camada herbácea e leguminosas para proteção do solo contra erosão, aumento de matéria orgânica, fixação de nitrogênio, incremento da fertilidade e estímulo à sucessão ecológica natural.
- Seleção de diferentes espécies arbustivas e arbóreas nativas, distribuídas por grupos ecológicos, de ocorrência na região onde será implantado o projeto, além da utilização de mudas com boas qualidades morfofisiológicas, nutricionais e fitossanitárias, de forma a garantir a perpetuação da comunidade.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Utilização de espaçamento de plantio e arranjo das espécies em campo que permitem um fechamento mais rápido do dossel e, desse modo, o recobrimento do solo, reduzindo a ocorrência de processos erosivos e favorecendo o processo de regeneração natural.
- Plantio efetuado conforme as curvas de nível, reduzindo, com isso, a velocidade do escoamento superficial e a erosão, facilitando a infiltração de água no solo.
- Execução de plantio no período chuvoso, propiciando, assim, melhores condições ao desenvolvimento do sistema radicular e incremento da parte aérea, e, dessa forma, um aumento na capacidade de sobrevivência das mudas durante o período de estiagem.

5.3.7.7.5. Práticas Conservacionistas para Atração da Fauna Dispersora de Sementes

As ações de recuperação final das áreas degradadas focarão na restauração de ambientes naturais, favorecendo a reintrodução gradual da fauna silvestre. A fauna terá papel essencial nos processos de polinização, dispersão de sementes, ciclagem de nutrientes e controle populacional.

Martins (2009) cita, como técnicas forma de acelerar a ocupação e o restabelecimento da área, a transposição de solo, a transposição de galharia, a transposição de chuvas de sementes, os poleiros naturais e artificiais. Desta forma, recomendar-se-á a adoção das técnicas de transposição de galhadas e de construção de poleiros artificiais para auxiliarem e acelerarem o processo de recuperação das áreas degradadas por meio da atratividade da fauna.

O uso do poleiro (Foto 14) serve de local de pouso para aves e morcegos (frugívoros) que se deslocam entre fragmentos de vegetação nativa remanescentes. Durante o descanso, esses animais depositam sementes nas proximidades dos poleiros através dos excrementos e material regurgitado, formando núcleos diversificados. Os poleiros podem ser artificiais ou naturais, sendo os artificiais construídos utilizando varas de bambu ou caules mortos, enquanto os naturais são obtidos através do plantio de espécies arbóreas de crescimento rápido e arquitetura de copa que favoreça o pouso das aves. Assim, a instalação de poleiros artificiais em áreas degradadas tende a proporcionar um acúmulo maior de sementes, contribuindo para a formação de pequenas ilhas de diversidade.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Foto 14 Poleiro artificial em área de reconstituição da flora

Autor: Adaptado de Oliveira (2006)

A transposição de galharia (Foto 15 e Foto 16) consiste em aglomerar, formando núcleos, restos vegetais, como galhos, troncos e folhas encontrados no local ou advindos da supressão vegetal, servindo de abrigo para pequenos animais que depositam sementes no solo através de seus excrementos, além de formar ambientes úmidos e sombreados, o que proporcionam o desenvolvimento de espécies desse tipo de ambiente.



Foto 15 Disposição da galhada em áreas destinadas à reconstituição da flora

Autor: Adaptado de Oliveira (2006)



Foto 16 Modelo de disposição de galhadas em áreas destinadas à reconstituição da flora

Autor: Adaptado de Oliveira (2006)



5.3.7.7.6. Metodologia de Monitoramento e Avaliação de Resultados

Por definição, o monitoramento é um processo sistemático pelo qual periodicamente se checa e descreve o estado (*status*) de ecossistemas, enquanto a avaliação é um processo que envolve a coleta de dados, a interpretação e a tomada de decisão sobre o que foi avaliado. Ambas as etapas constituem ferramentas gerenciais e estratégicas fundamentais, capazes de atestar a consecução dos objetivos e metas previamente definidos para um processo de restauração e, em maior escala, permitem definir a trajetória ambiental da área em recuperação bem como sua capacidade futura de sustentabilidade.

Dessa forma, a avaliação pode ser efetuada por meio da utilização de indicadores ecológicos. De acordo com Von Glehn et al. (2009), um bom indicador ecológico deve ser uma variável perfeitamente identificável, de fácil medição e compreensão e que represente, de fato, o que se quer avaliar, de modo que mostre claramente a situação em cada momento. Ainda, deve ser sensível a fatores que modificam o ecossistema; responder aos fatores que atuam sobre o ecossistema de forma previsível; possibilitar predições sobre os efeitos dos agentes de degradação ou sobre os efeitos benéficos de práticas de manejo que venham a ser aplicadas; ser integrativo (representar, na medida do possível, outras variáveis que sejam difíceis de mensurar/avaliar); e, por fim, ter baixa variabilidade nas respostas aos fatores que representa.

Há uma grande quantidade de indicadores que podem ser utilizados para diagnosticar se a área em avaliação possui atributos tipicamente presentes em ecossistemas restaurados (BRANCALION *et. al.*, 2015). Segundo os autores supramencionados, de uma forma geral, a maioria dos estudos de avaliação do sucesso das iniciativas de restauração tem focado na avaliação da composição, estrutura e dinâmica da comunidade vegetal, justamente em função da maioria dos processos de restauração estarem intrinsecamente relacionados com a vegetação.

É importante mencionar que a avaliação de cada indicador é diretamente dependente do estágio de maturação que a área em processo de restauração se encontra, uma vez que determinados processos ecológicos e atributos funcionais só se expressarão na área a partir de um determinado período (BRANCALION *et. al.*, 2015).

Neste sentido, para avaliar os resultados obtidos, poderão ser utilizados indicadores distintos, tais como os listados abaixo:

- Taxa de mortalidade das mudas;
- Altura média das plantas;
- Diâmetro médio das plantas;
- Fitossanidade das mudas (avaliação visual da presença ou ausência de doenças, pragas e possíveis deficiências);
- Cobertura do solo;
- Grau de enfolhamento;
- Riqueza;
- Avaliação da integração das mudas reabilitadas no contexto paisagístico local;

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



O monitoramento será feito anualmente, durante quatro anos, através da coleta e análise de dados realizadas em parcelas permanentes. Estas parcelas serão fotografadas e avaliadas também por imagens de satélite. Os resultados serão organizados em relatórios anuais, incluindo informações sobre a manutenção, a dinâmica e a evolução do processo de recuperação ambiental, assim como um relatório fotográfico.

LQ DA @ 25 28 92 Of- RD GC PM



Tabela 138 Cronograma de monitoramento

ANO	Ano 1												Ano 2												Ano 3												Ano 4											
Atividade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Coleta de dados em campo																																																
Avaliação dos indicadores																																																
Elaboração de relatório fotográfico																																																
Elaboração de relatório anual																																																

LD DA @ 20 28 92 06-22 GC PM



5.3.7.8. Avaliação e Monitoramento (incluindo Metas e Indicadores)

As metas relacionadas ao Programa de Recuperação de Áreas Degradadas em questão encontram-se descritas na Tabela 139.

Tabela 139 Metas e Indicadores do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas

Objetivos	Metas	Indicadores
Reconformar e estabilizar a morfodinâmica das áreas alteradas	Estabelecer medidas de proteção do solo e controle de processos erosivos de forma a reduzir a geração de sedimentos e poeira, controlando a erosão e estabilizando o solo nas áreas impactadas	Percentual de redução na geração de sedimentos e índice de erosão controlada
Evitar o carreamento de sedimentos aos corpos hídricos	Implantar sistemas de drenagem	Redução na turbidez da água a jusante; número de dispositivos de controle implantados; evidências de estabilidade hidrossedimentológica
Minimizar o impacto visual	Reduzir o impacto visual causado pelas modificações no relevo e na paisagem através de revegetação e recuperação do relevo	Índice de melhoria estética da paisagem, porcentagem de área recuperada com vegetação nativa, índice de recuperação do relevo
Recuperar e recompor a vegetação nas áreas alteradas	Contribuir para a regeneração da cobertura vegetal por meio do plantio de espécies nativas da região, de modo a restabelecer os processos ecológicos	Taxa de mortalidade das mudas; altura média das plantas; diâmetro médio das plantas; fitossanidade das mudas (avaliação visual da presença ou ausência de doenças, pragas e possíveis deficiências); cobertura do solo; grau de enfolhamento; riqueza;
Atratividade à fauna	Ampliar recursos e habitats para a fauna nativa, promovendo a reintegração dos componentes da biodiversidade local	Registro de fauna silvestre (rastros, avistamentos, armadilhas fotográficas).

5.3.7.9. Cronograma

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas deverá ser executado durante a fase de operação do Projeto Alemão e se estenderá nas etapas de fechamento desta mina até a conclusão das ações de recuperação previstas no presente PRAD.

Os prazos de execução referentes à recuperação das áreas degradadas do Projeto Alemão estão alinhados ao planejamento operacional e à vida útil das estruturas do empreendimento, ou seja, todas as ações previstas no atual documento deverão ser implementadas gradativamente, à medida que as áreas operacionais forem sendo desmobilizadas. Além da fase de operação, o PRAD também será executado nas etapas de Pré-Fechamento, Fechamento e Pós-Fechamento, sendo alinhadas às diretrizes de uso futuro previsto no Plano de Fechamento, até a conclusão das ações de recuperação ambiental das áreas degradadas. A execução será revisada anualmente e informada no Relatório de Informação Ambiental Anual - RIAA.

12 DA @ 20 28 92 01-20 GC PM



5.4. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO MEIO BIÓTICO – FAUNA

5.4.1. Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna

5.4.1.1. Justificativa

As atividades de manejo a serem executadas pelas equipes em campo visam a conservação e bem-estar das espécies nativas da fauna, sobretudo buscando mitigar e/ou anular os impactos diretos e indiretos provenientes das atividades de implantação e operação do referido projeto, prevenindo a exposição aos riscos ou danos em função das atividades de supressão de vegetação.

5.4.1.2. Objetivo

O objetivo é estabelecer os devidos parâmetros a serem aplicados ao programa, propostos para o Projeto Alemão. Tais especificidades, se encontram descritas abaixo:

- Reduzir os possíveis impactos diretos sobre a fauna local;
- Orientar e acompanhar as ações de supressão vegetal e intervenção ambiental;
- Promover, sempre que necessário e possível o afugentamento da fauna tanto nas áreas com operações de supressão vegetal quanto nas demais áreas antropizadas;
- Resgatar os animais feridos e/ou impossibilitados de se locomoverem;
- Treinamentos teórico-práticos com a equipe envolvida para entendimentos de educação ambiental, manejo, conhecimento sobre a fauna silvestre e ações de mitigação na rotina de trabalho;
- Garantir a destinação adequada para cada indivíduo resgatado;
- Localizar ninhos de aves e abelhas na área foco da supressão e adotar medidas como isolamento ou realocação, quando aplicável.

5.4.1.3. Responsável pela implementação do Programa

A Vale será a responsável pela execução do Programa de Fauna, podendo designar profissionais habilitados para sua implementação, incluindo, no mínimo, um biólogo e um médico-veterinário devidamente registrados nos respectivos conselhos de classe. Estes profissionais deverão possuir experiência compatível com as atividades previstas e atuarão conforme as exigências legais e as licenças ambientais pertinentes, assegurando o cumprimento das diretrizes e objetivos do programa.

5.4.1.4. Legislação e/ou outros requisitos

O Programa de Fauna será executado em conformidade com a legislação ambiental vigente, incluindo normas federais, estaduais e municipais, bem como as exigências estabelecidas nas licenças ambientais do empreendimento. Serão observadas, entre outras:

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais): Estabelece sanções penais e administrativas para condutas lesivas ao meio ambiente.
- Instrução Normativa IBAMA nº 179/2008: Dispõe sobre o manejo, resgate, reabilitação e destinação da fauna silvestre em empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental.
- Resolução CONAMA nº 457/2013: Define critérios para a criação e funcionamento de centros de triagem e de reabilitação de animais silvestres.

A Vale também atenderá aos demais requisitos definidos pelos órgãos ambientais competentes e às condições estabelecidas nas licenças ambientais.

5.4.1.5. Escopo

O escopo do Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna abrange um conjunto de ações integradas destinadas à mitigação dos impactos sobre a fauna silvestre durante as atividades de supressão vegetal associadas ao empreendimento.

As ações incluem o planejamento dos resgates, obtenção de licenças e parcerias necessárias, execução do afugentamento, resgate, captura e triagem dos animais, além da caracterização das áreas de soltura e controle.

O programa também contempla o acompanhamento da supressão vegetal, a estruturação e operação do Centro de Triagem (CT), a definição de metas e indicadores de desempenho, e a avaliação contínua das atividades executadas.

5.4.1.6. Abrangência

O Programa será aplicado a todas as frentes de supressão vegetal do empreendimento, incluindo áreas permanentes e temporárias de intervenção direta, como canteiros, acessos, áreas de empréstimo e demais áreas.

As ações de afugentamento e resgate de fauna ocorrerão de forma integrada ao cronograma de supressão, considerando aspectos sazonais, porte da vegetação e sensibilidade ecológica das áreas. A execução será realizada por equipe técnica habilitada, conforme exigências legais e ambientais.

5.4.1.7. Materiais e Métodos

5.4.1.7.1. Planejamento dos resgates, licenças e parcerias

A etapa preliminar corresponde à fase anterior a supressão da vegetação, quando serão emitidas as licenças ambientais para a captura de animais silvestres e resgate da flora. Deverão ser identificadas as possíveis dificuldades e riscos à execução das atividades de resgate e relocação da flora e da fauna.

Nesta fase a equipe técnica será responsável por identificar áreas para soltura dos animais resgatados por não terem condições de deslocar-se durante o afugentamento. Esta identificação será feita por meio de análise de mapas e visita técnica. Para esta ação serão adotados os seguintes critérios: grau de preservação da área; presença de corpos de água; tamanho da área, posicionamento na paisagem e formato da mesma; proximidade dos fragmentos afetados e condições de acesso; e, similaridade

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



fisionômica (tipo de vegetação, grau de regeneração, etc.) entre a área de soltura e a área de origem dos indivíduos.

Também em etapa preliminar, a área de supressão de vegetação será previamente verificada por meio de mapas e visita a campo para definição do direcionamento da supressão. Serão georreferenciadas e indicadas as rotas de supressão a serem seguidas pelos tratores e motosserras e as prováveis rotas de fuga, aumentando as chances de direcionamento do deslocamento dos espécimes para áreas em que não ocorrerá supressão. Este procedimento será realizado juntamente com o responsável técnico pela supressão da vegetação, a partir da realização de reuniões anteriores ao início da supressão e, se necessário, revisado e alterado durante a execução das atividades.

Serão estabelecidas parcerias com entidades de pesquisa, pois as atividades de resgate deverão prever a coleta de indivíduos no campo para fins científicos. Alguns dos exemplares capturados, que não puderem ser identificados em campo ou que vierem a óbito durante os procedimentos, serão submetidos a técnicas usuais de preparo e preservação de material biológico por via seca (taxidermia de pele e crânio) e/ou de conservação em via úmida (imersos em soluções fixadoras e conservantes - formol e álcool), para posterior depósito em coleções científicas.

Para a execução deste Programa será formada equipe com composição adequada ao tamanho da área prevista de supressão de vegetação e ao número de frentes de supressão. No período de atuação da equipe composta para o atendimento das atividades de supressão, para realização do afugentamento e/ou resgate de espécimes de fauna, poderão eventualmente atuar também em eventos que ocorram a identificação de espécimes da fauna em outras áreas operacionais do Projeto Alemão. Para os eventos em momentos não congruentes com o cronograma da equipe de afugentamento e/ou resgate, esta atividade poderá ser realizada por equipe interna devidamente treinada.

5.4.1.7.2. Resgate de fauna

A supressão da vegetação será realizada conforme as necessidades e demandas operacionais do Projeto Alemão. Neste sentido, previamente ao início da retirada da vegetação arbórea, serão realizadas ações de resgate de fauna, quando houver necessidade, constatada a partir de vistoria em busca de animais silvestres que eventualmente ali se encontrem.

O salvamento de fauna consistirá em ações de afugentamento (realizado para a maioria dos animais, considerando aqueles que apresentam mobilidade suficiente para se deslocar para áreas adjacentes à interferida) e de salvamento propriamente dito, que compreenderá a captura com soltura imediata (tarefa realizada para animais com mobilidade reduzida e que precisam ser deslocados para áreas adjacentes).

5.4.1.7.3. Acompanhamento da supressão

Esta etapa consiste no acompanhamento diário das atividades de supressão da vegetação (corte seletivo, limpeza de sub-bosque, desbaste, roçada, tombamento de lenha, estocagem e recolhimento de madeira) pela equipe de resgate da fauna para cada frente de supressão. Esta equipe deverá executar, antes do início da supressão, uma vistoria geral nas áreas, registrando a presença de abrigos, tocas, refúgios etc. Destaca-se que quanto mais lento o corte, maior o tempo para o deslocamento da fauna. Neste sentido é recomendado o uso prioritário de motosserras após a limpeza com as foices. Durante o desmate, as

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



equipes de resgate de fauna e de apoio operacional serão acionadas. Vale ressaltar que a realização da supressão no sentido do empreendimento para estradas de acesso deverá ser evitada, uma vez que parte dos animais poderá ser atropelada quando do afugentamento dos locais de supressão.

O avanço da supressão de vegetação deverá ser realizado, preferencialmente, em uma única frente. Caso seja necessário impor mais de uma frente de desmate, estas serão orientadas no mesmo sentido, respeitando-se a adoção de áreas de escape para a fauna. A supressão de vegetação ocorrerá somente no período diurno. A retirada do material lenhoso proveniente da supressão de vegetação (etapa de pós-supressão) será realizada tão logo sejam encerradas as intervenções e de preferência numa única etapa, de forma a evitar eventual recolonização da área por algum animal.

A supressão da vegetação será realizada por empresa contratada para esta finalidade, que receberá orientações sobre procedimentos de segurança e conservação, da área de Meio Ambiente do Projeto Alemão e da equipe responsável pelo resgate de fauna. O desmate será acompanhado pela equipe de resgate, a fim de atender os procedimentos de afugentamento, resgate e relocação.

Haverá o acompanhamento diário das atividades junto a cada frente de supressão por equipe treinada, que irá auxiliar e orientar sobre os procedimentos operacionais de afugentamento e, em caso de necessidade de captura, cuidará do acondicionamento, identificação e transporte do animal até um dos locais de soltura. O coordenador de campo irá supervisionar todo o processo de manejo da fauna.

5.4.1.7.4. Afugentamento

O ruído provocado pelas máquinas, equipamentos e pela própria movimentação da equipe responsável pela supressão poderá promover o afugentamento de parte da fauna existente na área, sem a necessidade de aplicação de procedimentos para captura e deslocamento dos animais (afugentamento indireto). A fuga espontânea da fauna será estimulada pelo desbaste do sub-bosque nas áreas de vegetação mais densa, anterior ao corte de árvores. Durante o processo de corte e retirada da vegetação, animais que estejam fugindo das áreas serão conduzidos para áreas florestais adjacentes.

A equipe responsável pelos procedimentos de afugentamento direto estará presente na área de supressão. Toda a equipe será treinada e capacitada de acordo com o procedimento interno e com a Instrução Normativa nº 146/2007 do IBAMA.

O afugentamento será conduzido de forma a direcionar a fauna para áreas preservadas adjacentes à área alvo de supressão vegetal ou outras interferências, evitando-se que a supressão mecanizada ocorra em sentido contrário a essas atividades. Quando necessário e possível poderão ser estabelecidas conexões artificiais entre fragmentos de vegetação, de forma a possibilitar o afugentamento sem necessidade de resgate e translocação. Esta opção somente poderá ser aplicada, se aprovada pelo órgão ambiental, considerando obrigatória a verificação da funcionalidade dos mecanismos propostos para deslocamento da fauna em momento anterior ao início das atividades de supressão.

5.4.1.7.5. Captura

Antes do início da supressão, será feita uma vistoria na vegetação da área de desmate em busca de animais silvestres. Durante a execução da supressão, serão protegidos os animais em fuga das referidas

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



áreas, os quais serão conduzidos (transcolados) para áreas florestais adjacentes.

A princípio, não serão realizadas capturas de fauna adulta, apenas acompanhamento e proteção dos espécimes em fuga para evitar perdas. Os filhotes, eventualmente capturados, serão enviados ao Centro de Triagem (CT), localizado no viveiro de mudas da Unidade, para o tratamento adequado e recuperação, e, posteriormente, serão soltos em ambientes florestais apropriados, similares àqueles de origem. Ressalta-se que a caça de qualquer animal silvestre no Projeto Alemão e nas áreas de supressão será rigorosamente proibida.

A captura para posterior soltura somente será efetivada em último caso, quando confirmada a impossibilidade de determinado animal se locomover ou se dispersar por seus próprios meios. Para aqueles animais que não possuem mobilidade suficiente para fugir – seja por injúrias e/ou acidentes; impossibilidade de locomoção (filhotes e ovos); distância a ser percorrida; ou características biológicas da espécie – será realizado o salvamento de fauna propriamente dito, que consiste em captura e soltura imediata da fauna nas áreas preservadas adjacentes à interferida. Nestes casos, será priorizado o menor manuseio possível dos animais por parte da equipe, de modo a causar o mínimo de estresse possível aos mesmos.

A equipe deverá utilizar equipamentos de proteção individuais (EPIs) e equipamentos de manuseio adequados para cada animal a ser salvo, de modo a evitar acidentes com os salvadores ou causar lesões nos animais. Animais feridos acidentalmente serão encaminhados para Centros de Triagem ou para hospital veterinário do Bioparque na FLONA, onde receberão tratamento adequado, sendo soltos após seu restabelecimento. O transporte dos espécimes, durante todas as etapas do salvamento, será realizado pelo encarregado de campo e, na sua ausência, pelo responsável técnico, podendo ser assessorados por salvadores de fauna durante esta atividade.

Durante o acompanhamento das máquinas em atividade na área de supressão da vegetação, serão realizadas buscas ativas por animais a serem afugentados e/ou resgatados de acordo com os procedimentos descritos a seguir:

- Captura seletiva em árvores mortas e em troncos ocados: as árvores mortas ou ocadas que serão derrubadas devem ser observadas quanto à presença de ninhos ativos (com ovos e/ou filhotes) e/ou animais entocados. Caso seja detectada a presença de espécimes, será objetivada a remoção dos animais ou ninhos ativos, antes da derrubada da árvore. Sempre que observada a presença de ninhos, sejam em árvores mortas, ocadas ou vivas, o responsável técnico pelo salvamento deverá avaliar, conforme a espécie da fauna, a visitação por indivíduos adultos e o estágio reprodutivo, a possibilidade de isolamento da árvore e do seu entorno para que estes sejam preservados até o fim do ciclo reprodutivo.
- Captura durante o corte seletivo de vegetação: cada operador de motosserra será acompanhado por auxiliares de salvamento de fauna que realizarão a captura manual com o auxílio de luvas de raspa de couro, puçás, laços e/ou ganchos, considerando para estas atividades, principalmente, troncos caídos e a copa de árvores já derrubadas. Ressalta-se que as copas também serão inspecionadas quanto à presença de animais silvestres, antes da derrubada das árvores, procedendo-se o afugentamento ou, se possível e necessário, a captura do animal.
- Captura durante a supressão mecanizada da vegetação: a frente de supressão será acompanhada

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



continuamente pela equipe de resgate (salvadores) que irá salvar os animais deslocados de seus abrigos em copas, galhadas, troncos e no solo, utilizando, prioritariamente, luvas de raspa de couro, puçás de saco de pano, pinças e ganchos para répteis e pinções para mamíferos. Cada trator será acompanhado por integrante da equipe, com função de salvar os animais, que deverão manter uma distância de segurança variável do trator, estabelecida de acordo com as características da vegetação da área de supressão. As equipes de resgate serão posicionadas à frente e ao lado das máquinas (obedecendo-se os critérios de segurança), a fim de avistarem qualquer animal antes da passagem da máquina.

Visando o incremento do inventário da fauna na área do Projeto Alemão, todos os espécimes da fauna avistados e/ou resgatados (vivos ou mortos) durante as atividades de supressão de vegetação serão registrados em formulário próprio.

Em caso de visualização de algum grupo de primata durante a supressão, os motosserras serão desligadas e o biólogo responsável pela frente de desmate será chamado para que tome as medidas necessárias para direcionamento do grupo para fora da área de supressão, propiciando o deslocamento natural dos animais para áreas adjacentes. Em caso de grupos ou indivíduos ilhados, o biólogo deverá entrar em contato com a coordenação do resgate imediatamente. A coordenação irá até o local com um especialista para avaliar a situação do grupo e/ou dos indivíduos e propor estratégias para o manejo adequado destes animais. A Tabela 140, a seguir, apresenta alguns procedimentos que deverão ser adotados para a localização, captura e transporte de animais de baixa mobilidade ou dificuldade de movimentação entre áreas florestais.

Tabela 140 Procedimentos para localização, para captura e transporte de animais de baixa mobilidade ou com dificuldade de locomoção.

Grupo da fauna	Local a ser verificado	Forma de captura	Forma de acondicionamento
Anfíbios (sapos, rãs, pererecas)	Sob raízes, pedras e serapilheira, sobre a vegetação dos brejos e beira de córregos e poças, dentro de bromélias e nos ramos de arbustos e árvores.	Manual	Vasilhas plásticas de boca larga com orifícios na tampa ou sacos plásticos, com superfície interna umedecida e pequena quantidade de folhio no fundo
Cobra-de-duas-cabeças; cobra-cega	Sobre ou sob a superfície do solo.	Com a luva de couro ou com pinça própria para répteis	Mesmas condições para anfíbios ou em sacos de pano umedecidos
Alligatoridae (jacarés, jacaretingas)	Áreas alagadas, riachos e charcos.	Com a luva de couro ou redes	Caixa de transporte
Anguidae (bribe, cobra-de-pernas)	Sob pedras ou troncos, serapilheira ou enterrados no solo.	Com a luva ou puçá	Vasilhas plásticas de boca larga com orifícios na tampa ou sacos de pano
Chelidae (cágado)	Áreas alagadas, riachos e charcos.	Com a luva de couro ou redes	Caixas de madeira ou sacos de pano
Ofídios (serpentes e cobras)	Sobre os ramos dos arbustos e das árvores; chão, serapilheira; charcos e beiras de córregos e tocas.	Com ganchos (captura pela parte central do corpo), laços (captura pela cabeça) ou pinças	Caixas de madeira e sacos de pano (cobras não peçonhentas)

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Grupo da fauna	Local a ser verificado	Forma de captura	Forma de acondicionamento
Scincidae, Teiidae, Polychrotidae (calangos) e Tropiduridae (largatixas)	Chão, serapilheira, sobre os ramos das árvores, bromélias, tocas e sob troncos caídos	Manual (dependendo do porte), com luvas de couro ou com puçá	Vasilhas plásticas de boca larga com orifícios na tampa ou sacos de pano
Teiidae (tiú)	Tocas e chão	Uso de laço (captura pela cabeça)	Caixas de madeira
Dasypodidae (tatu)	Tocas sob o solo	Uso de puçá	Caixas de madeira ou sacos de pano
Roedores (ratos e camundongos)	Ninhos de capim no chão e na serapilheira, próximo à vegetação densa	Uso de luva de couro, contendo-os pelo dorso, próximo à nuca	Caixas de madeira ou sacos de pano
Marsupiais (gambá)	Ninhos em tocas, ocos de árvores, barrancos e ninhos de aves	Com luva de couro, contendo-os pelo dorso, próximo à nuca	Caixas de madeira ou sacos de pano
Erethizontidae (ouriço-cacheiro)	Galhos de árvores e ocos de troncos	Com luva de couro, contendo-os pelo dorso, próximo à nuca, tendo cuidado com os espinhos	Caixas de madeira

Fonte: CÁMERA *et al.*, 2016.

Os animais capturados durante o resgate serão acondicionados adequadamente, de forma a ocasionar o mínimo de estresse possível aos indivíduos durante o período de transporte até as áreas de soltura (relocação) ou ao Centro de Triagem.

Os espécimes em boas condições serão encaminhados o mais rápido possível para as áreas de soltura, com objetivo de evitar e/ou diminuir a carga de estresse dos animais e a preservação de seu bem-estar. Indivíduos feridos ou que não estiverem em boas condições para a soltura imediata serão encaminhados a atendimento médico-veterinário em clínicas credenciadas.

Serão três tipos de destinação dos animais capturados:

- Soltura (sendo está a indicação prioritária);
- Encaminhados ao Bioparque da Amazônia (animais não habilitados à soltura, podendo colaborar em projetos de Educação Ambiental realizados em instituições voltadas para visitação pública ou em projetos de reprodução em cativeiro para futura soltura);
- Os animais com necessidade de atendimento médico-veterinário deverão ter uma ficha individual de acompanhamento (prontuário);
- Animais encontrados mortos, aqueles que morrerem durante o transporte ou o tratamento e animais eutanasiados, sempre que encontrados em boas condições, serão submetidos aos procedimentos adequados de fixação para encaminhamento às instituições parceiras, visando o aproveitamento científico do material biológico. As informações contidas nas fichas individuais de

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



acompanhamento serão repassadas ao órgão ambiental competente, acompanhados dos atestados de óbito emitidos pelo médico-veterinário;

- Os animais destinados à soltura serão devidamente identificados e, sempre que possível, pesados e mensurados, visando subsidiar monitoramentos futuros.

Os dados gerais das atividades de resgate e soltura serão compilados e analisados diariamente, com objetivo de verificar quais espécies e quantos indivíduos foram resgatados e soltos em cada área. Deverá ser feito um planejamento diário de soltura, com objetivo de evitar a sobrecarga e de preservar as boas condições ambientais em cada área, favorecendo a sobrevivência dos espécimes e o sucesso do acompanhamento.

A soltura deverá levar em conta o comportamento e ecologia das espécies. Por exemplo, evitando a soltura de muitos espécimes ou grupos sociais territorialistas na mesma área.

5.4.1.7.6. Centro de Triagem (CT)

Para atendimento a animais feridos e destinados a algum tipo de tratamento, será utilizado o Centro de Triagem (CT), a ser definido sua localização em alguma estrutura existente do Projeto Alemão. O atendimento será realizado por médico-veterinário, preferencialmente com experiência em clínica de animais silvestres. Esta infraestrutura básica (centro de triagem) é necessária para a execução do resgate de fauna, pois apoiará na manutenção da fauna capturada ou resgatada e na realização de procedimentos de identificação e avaliação, quando necessário, de animais que aguardam a relocação.

O Centro de Triagem (CT) consiste numa estrutura para o manejo temporário de animais que eventualmente necessitem de resgate. No caso destes animais apresentarem debilidade ou ferimentos, o médico-veterinário utilizará esta estrutura para uma primeira avaliação clínica, com objetivo de subsidiar decisões sobre o transporte destes até uma clínica veterinária ou outras formas de destinação visando o restabelecimento dos mesmos. No Centro de Triagem deverá ser realizado o manejo de curto prazo de animais capturados, como identificação, documentação fotográfica, avaliação e outros de caráter simples e que não exijam pernoite dos animais.

5.4.1.7.7. Caracterização da área de soltura e controle

A vegetação da área selecionada como área de soltura da fauna resgatada, deverá ser semelhante à das áreas de influência do Projeto Alemão, onde estão previstas as supressões de vegetação. A área para soltura da fauna, deve ser próxima ao local onde a espécie foi resgatada, sendo priorizadas áreas seguras onde não será realizada atividades de supressão. Estas áreas devem ser pré-definidas em campo, pelos técnicos responsáveis pelas atividades, de acordo com cronograma de supressão.

5.4.1.8. Avaliação de Monitoramento

Todo o processo de resgate de fauna será monitorado e documentado, para que se mantenha o registro sistematizado dos procedimentos adotados, das ações bem-sucedidas e das dificuldades encontradas. Se necessário, o monitoramento e a documentação servirão como base para adequações das ações.

As equipes responsáveis pelo Programa deverão providenciar relatórios técnicos para serem reportados

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



ao órgão ambiental (IBAMA), bem como manter registros e memórias dos processos de resgate. Os relatórios técnicos serão semestrais e deverão conter registros de acompanhamento das atividades e documentação fotográfica referente às atividades de campo, resultados e conclusões, conforme Artigo 23 da Instrução Normativa nº 146/2007 do IBAMA. Os registros fotográficos deverão ilustrar as áreas de estudo, as metodologias utilizadas para resgate, as espécies resgatadas e a equipe técnica.

No caso da fauna, o registro dos dados levantados nas atividades de afugentamento, eventual resgate e de salvamento será feito em cadernetas de campo. Estes dados deverão ser inseridos no “Banco de Dados de Biodiversidade”, no referido site. A avaliação das ações de resgate da fauna será realizada, pela equipe responsável pelo resgate em conjunto com a equipe de Meio Ambiente do Projeto Alemão, após a finalização dos resgates na área alvo. Esta avaliação terá como premissa a eficiência da metodologia utilizada para alcance dos objetivos propostos. Após esta avaliação poderão ser sugeridos ajustes na metodologia de afugentamento, eventual resgate e salvamento, com justificativas técnicas, os quais deverão ser aprovados pelo órgão ambiental licenciador (IBAMA).

5.4.1.8.1. Metas e Indicadores

As metas e os indicadores, são associados a um conjunto de métricas utilizadas para avaliar os resultados, ao longo do tempo do desenvolvimento do Programa. O histórico desses dados é utilizado para analisar a junção dos objetivos e resultados esperados que foram estabelecidos previamente. Desse modo, são apontados como objetivos, metas e indicadores para o Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna, os seguintes pontos (Tabela 141).

Tabela 141 Objetivo, Metas e Indicadores Programa de Afugentamento e Resgate de Fauna.

Objetivos	Metas	Indicadores
Identificar espécies da fauna local.	Efetuar o resgate ou afugentamento de 100% das espécies identificadas na área de supressão.	Taxa de resgate e afugentamento: Percentual de indivíduos resgatados e afugentados em relação à área de vegetação suprimida. Número de animais resgatados + afugentados / hectares suprimidos.
Realizar o resgate e o afugentamento de Espécies com segurança.	Garantir uma taxa de sobrevivência de 95% para animais resgatados.	Taxa de sobrevivência durante o resgate e transporte: Percentual de animais resgatados que chegam vivos e em boas condições ao destino. Número de animais vivos ao final do transporte / Número total de animais resgatados x 100 $\geq 95\%$.
Utilizar técnicas de afugentamento específicas para cada grupo faunístico, reduzindo o estresse e promovendo o deslocamento voluntário para áreas seguras.	Implementar protocolos veterinários para 100% dos animais capturados.	Proporção de espécies em categoria de risco resgatadas: Percentual de espécies em risco (ameaçadas, vulneráveis) que foram efetivamente resgatadas.
Garantir cuidados veterinários e sanitários aos animais resgatados oferecendo avaliação e cuidados veterinários para os animais capturados, incluindo tratamento de ferimentos, triagem para doenças, e suporte alimentar temporário quando necessário.	Realizar triagens de saúde e cuidados veterinários para todos os animais capturados, garantindo que estejam aptos para a soltura e reintrodução.	Número de animais resgatados e avaliados por Médico veterinários. Quantidade total de animais que passaram por avaliação veterinária após atividade de supressão.

Elaborado por Clam, 2025.

5.4.1.9. Cronograma

O estabelecimento e cumprimento do cronograma de execução, desempenha um papel crucial em

12 DA @ 20 28 92 06-20 GC PM



diversos contextos fundamentais para o sucesso dos programas, principalmente quando relacionado ao cumprimento dos objetivos estabelecidos. Portanto, a execução do Programa ficará a cargo do empreendedor a partir da fase de implantação do Projeto Alemão.

O Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna deverá ocorrer durante todo o processo de supressão vegetal e remoção de solo, sendo seu cronograma ajustado associado ao dessa atividade.

5.4.2. Programa de Monitoramento de Fauna Atropelada

5.4.2.1. Justificativa

A mitigação da mortalidade de espécimes em rodovias se justifica por diferentes razões, entre elas podemos destacar a ética, segurança e conservação (KINDEL *et al.*, 2017). Uma das principais formas de mitigação de impactos de estradas sobre a fauna é a implementação de programas de monitoramento. Tais estudos permitem compreender quais grupos faunísticos são os mais afetados em uma determinada via, qual o efeito da sazonalidade sobre os eventos de atropelamento, bem como quais os principais pontos de ocorrência de atropelamentos de uma determinada estrada. Tais informações permitem delinear e implementar ações estruturais, de sinalização ou educativas com o intuito de reduzir este efeito negativo sobre a fauna.

A mortalidade de animais silvestres em infraestruturas viárias é frequentemente espacialmente agregada, o que constitui informação importante para a mitigação através da instalação de aparatos que minimizam o contato, como vias de passagens alternativas para os animais silvestres (van DER GIFT & KUIJSTERS, 1998), instalar sinalizações de educação ambiental, realizar atividades de roço das áreas verdes adjacentes a estrada de forma a facilitar a visualização pelos condutores de fauna próxima ao leito da estrada, e realizar atividades de educação ambiental com os condutores credenciados para utilização da via. Por este motivo, o monitoramento de fauna atropelada é importante para o levantamento de dados que ajudem a determinar os locais mais adequados para implementação das medidas mitigadoras que evitem o contato dos animais silvestres com veículos.

A rodovia Dr Faisal Salmen (PA-275) no trecho da Estrada do Igarapé Bahia, em Parauapebas – PA, está localizada no interior da Floresta Nacional (FLONA) de Carajás e próxima a outras áreas protegidas. A região da FLONA de Carajás possui elevada biodiversidade, com espécies endêmicas ou de distribuição restrita à região, principalmente dos grupos das aves, répteis e anfíbios (CAMPOS & CASTILHO, 2012). A presença dessas espécies, juntamente com o fato de ser uma área de tamanho reduzido, são indicadores do *status* de alta vulnerabilidade dos ecossistemas associados às formações feríferas da região (TRAJANO, 2012).

5.4.2.2. Objetivo

O objetivo é estabelecer os devidos parâmetros a serem aplicados ao programa, propostos para o Projeto Alemão, incorporando às atividades em execução através da Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico (ABIO) de nº 1496/2023. Tais especificidades, se encontram descritas abaixo:

12 DA @ 20 20 92 01-22 GC PM



- Estimar os registros de atropelamento de animais, avaliando as proporções em que as espécies são atingidas;
- Identificar os possíveis fatores que influenciam estes valores;
- Analisar as variações das taxas de atropelamento ao longo dos anos e fatores associados à sazonalidade;
- Organizar o banco de dados gerado sobre as espécies de vertebrados associadas à rodovia Dr Faisal Salmen (PA-275) no trecho da Estrada do Igarapé Bahia;
- Elaborar análises dos resultados estatísticos sobre as ocorrências de atropelamentos da fauna silvestre no trecho da estrada em estudo;
- Instalar as passagens de fauna (aérea ou terrestres) com as características e nos locais indicados pela proposta de intervenção em um trecho de 12,6 km na rodovia Dr Faisal Salmen (PA-275) no trecho da Estrada do Igarapé Bahia;
- Instalar sinalizações de educação ambiental ao longo da rodovia Dr. Faisal Salmen (PA-275) trecho da Estrada do Igarapé Bahia, visando alertar os condutores das regiões do trajeto que oferecem menor possibilidade de fuga para fauna;
- Realizar atividades de roço das áreas verdes adjacentes a estrada de forma a facilitar a visualização pelos condutores de fauna próxima ao leito da estrada;
- Realizar atividades de educação ambiental com os condutores que possuem autorização de direção (RAC 02 e RAC 03);
- Monitorar as estruturas das passagens de fauna, para eventuais reparos estruturais;
- Qualificar e quantificar a fauna que utiliza as passagens;
- Propor medidas mitigadoras e avaliar a eficiência de alternativas de proteção à fauna.

5.4.2.3. Responsável pela implementação do Programa

A Vale será responsável pela execução do Programa de Monitoramento de Fauna Atropelada, podendo designar profissionais habilitados, como biólogo, devidamente registrado no respectivo conselho de classe. A atuação ocorrerá em conformidade com as exigências legais e com as licenças ambientais emitidas vigentes para o empreendimento.

5.4.2.4. Legislação e/ou outros requisitos

A execução do programa observará a legislação ambiental vigente, incluindo normas federais, estaduais e municipais relacionadas à proteção da fauna silvestre e ao controle de impactos decorrentes de empreendimentos lineares. Entre as principais normas aplicáveis estão:

- Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais) – Estabelece sanções para condutas lesivas ao meio ambiente;
- Instruções normativas específicas dos órgãos ambientais – Que tratam de monitoramento e mitigação de impactos sobre a fauna silvestre.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Serão ainda observadas as condicionantes das licenças ambientais e demais exigências técnicas definidas pelos órgãos competentes.

5.4.2.5. Escopo

O Programa de Monitoramento de Fauna Atropelada abrange um conjunto de atividades destinadas a identificar, registrar e analisar os casos de atropelamento de fauna nas vias associadas ao empreendimento.

O escopo inclui o monitoramento sistemático dos trechos viários, a coleta e o manejo adequado dos animais atropelados, o levantamento e análise dos dados obtidos, e a implementação de medidas mitigadoras que contribuam para a redução dos impactos sobre a fauna.

Também estão contempladas ações complementares, como roçada da vegetação, sinalização adequada, educação ambiental, instalação e monitoramento de passagens de fauna, e o suporte técnico necessário para a operação do programa.

O programa visa apoiar a tomada de decisões para a conservação da fauna e o cumprimento das condicionantes ambientais do empreendimento.

5.4.2.6. Abrangência

O Programa de Monitoramento de Fauna Atropelada será aplicado ao longo dos trechos viários utilizados ou implantados pelo empreendimento, abrangendo vias internas, acessos, estradas de serviço e demais rotas com potencial de interferência sobre a fauna silvestre.

O monitoramento será realizado em áreas previamente definidas, com foco em trechos críticos para o risco de atropelamentos, considerando fatores como intensidade de tráfego, proximidade de fragmentos de vegetação nativa e histórico de registros.

As atividades serão conduzidas por equipe técnica especializada, conforme as exigências das licenças ambientais e em articulação com demais programas de gestão da fauna.

5.4.2.7. Materiais e Métodos

5.4.2.7.1. Roçada de Vegetação

Para a atividade de roçada das áreas verdes adjacentes a estrada de forma a facilitar a visualização pelos condutores de fauna próxima ao leito da estrada, com o objetivo de reduzir o risco de atropelamento da fauna silvestre, deve ser planejada com base em critérios ecológicos e operacionais. Inicialmente, será necessário realizar o mapeamento dos trechos com maior incidência de atropelamentos e presença de vegetação densa nas faixas laterais, que dificultam a visibilidade de animais pelos motoristas. O roçado deverá ser executado de forma seletiva e periódica, priorizando a manutenção de uma faixa livre de vegetação com largura adequada para ampliar o campo de visão dos condutores, sem comprometer a estabilidade do solo ou a cobertura vegetal essencial à fauna. As atividades deverão ser conduzidas com equipamentos adequados e por equipes treinadas, evitando períodos de reprodução ou maior atividade de espécies locais, de modo a minimizar impactos diretos à fauna. Sempre que possível, o manejo deverá

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



ser associado a outras medidas mitigadoras, como a instalação de sinalização educativa e a manutenção de corredores ecológicos.

5.4.2.7.2. Sinalização

Para a instalação de sinalizações de educação ambiental ao longo da rodovia Dr. Faisal Salmen (PA-275) no trecho da Estrada do Igarapé Bahia, visando alertar os condutores das regiões do trajeto que oferecem menor possibilidade de fuga para fauna, será feito o diagnóstico ambiental e levantamento de dados sobre os trechos com maior incidência de atropelamentos. Com base nesses dados, serão selecionados os pontos críticos para instalação das placas. O conteúdo das sinalizações deverá ser elaborado com linguagem acessível e uso de imagens ilustrativas, alertando sobre a presença de animais silvestres e incentivando a redução da velocidade. As mensagens poderão incluir também informações educativas sobre a importância da fauna local e os riscos do atropelamento para o equilíbrio ecológico. As placas deverão ser confeccionadas com materiais duráveis e refletivos, obedecendo às normas de sinalização viária, e instaladas em locais visíveis e estratégicos.

5.4.2.7.3. Educação Ambiental

A metodologia empregada para desenvolvimento da conscientização dos condutores que possuem autorização de direção (RAC 02 e RAC 03) tem caráter informativo, formativo, participativo e dialógico, os quais são trabalhados sob as óticas da multi e da transversalidade de temas, ou seja, no alinhamento e na complementação de temas correlacionados ao Meio Ambiente.

Serão feitas Blitz Ambientais como ferramenta de apresentação do Programa de Monitoramento de Fauna Atropelada. Apesar de ter finalidade de divulgar as informações do Programa, a Blitz também se propõe a discutir novos conceitos e conteúdos sobre o tema através de atividades teórico-práticas que gerem trocas de conhecimentos entre o mediador e público. As Blitz ocorrerão em espaços coletivos no intuito de despertar o interesse nas pessoas que estejam diretamente envolvidas, assim como dar a oportunidade de contribuírem com a discussão.

Uma importante atividade complementar a ser desenvolvida serão os Boletins Ambientais Informativos. Eles são uma ferramenta de comunicação para garantir a visibilidade das ações na execução do Programa de Monitoramento de Fauna Atropelada. Essa atividade buscará envolver todos os perfis de trabalhadores que possam se tornar agentes multiplicadores (gerentes das minas, trabalhadores terceirizados, trabalhadores dos setores administrativos, da produção e da alta gestão).

5.4.2.7.4. Instalação de passagem de fauna

A região prevista como intervenção na estrada existente é o trecho de 12,6 km na rodovia Dr Faisal Salmen (PA-275) no trecho da Estrada do Igarapé Bahia. A proposta de intervenção neste trecho é aumentar o nível de segurança na região de maiores inclinações e menores raios nas curvas. Não foram previstas quaisquer modificações no restante da estrada, pois são regiões planas e sem necessidade de interseções nos mananciais hídricos. As passagem de fauna estão representados na imagem a seguir (Figura 37).

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM

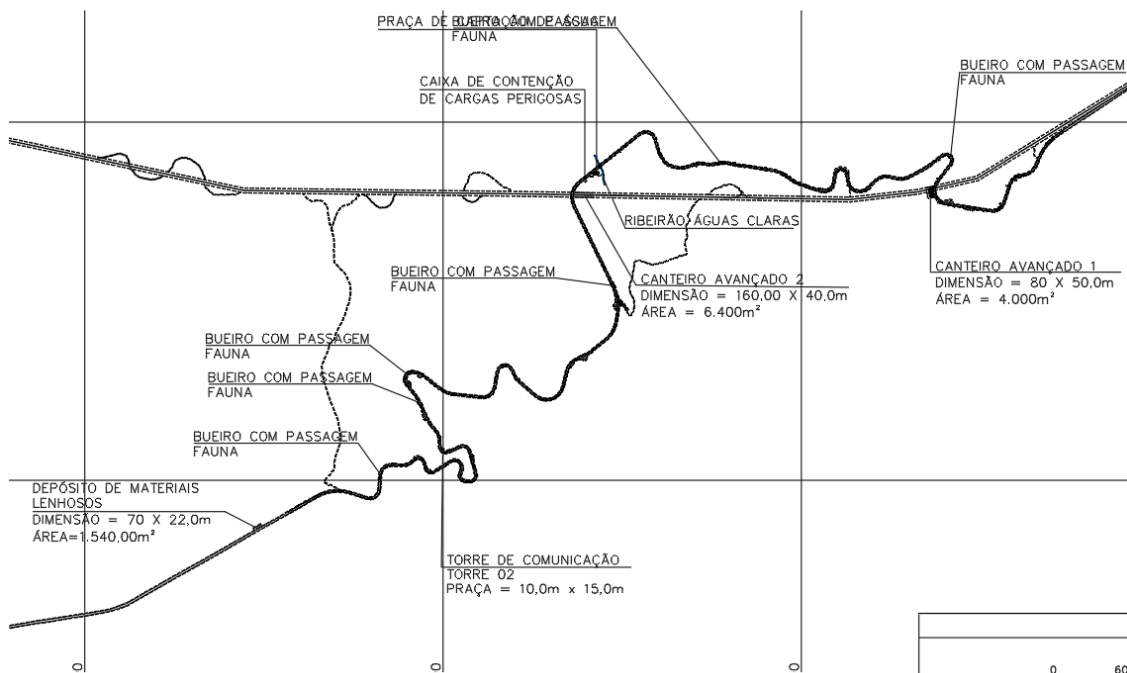


Figura 37 Passagens de fauna no trecho de 12,6 km na rodovia Dr Faisal Salmen (PA-275) no trecho da Estrada do Igarapé Bahia.

Para as passagens de fauna, poderão ser utilizados três tipos de estruturas, que serão escolhidas conforme a definição das necessidades específicas de cada local, conforme descrito abaixo e avanço no detalhamento da engenharia:

- Passagem inferior para fauna terrestre, que poderá ser utilizado como drenagem também (Figura 38; Figura 39).
- Passagem de fauna superior para arborícolas e escansoriais (Figura 40 a Figura 42);
- Passagem de fauna para herpetofauna (Figura 43 a Figura 45).

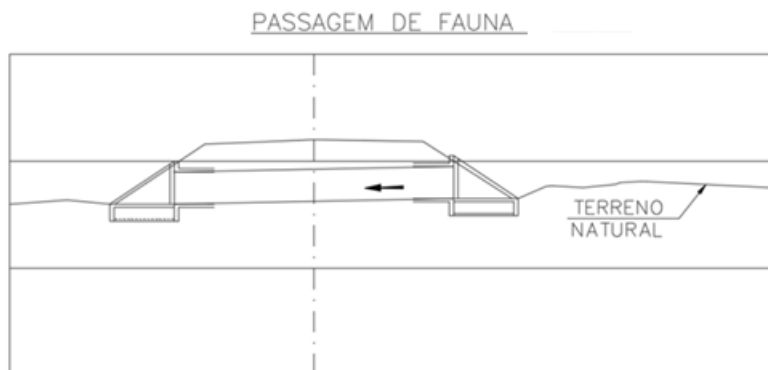


Figura 38 Corte longitudinal da passagem de fauna inferior.

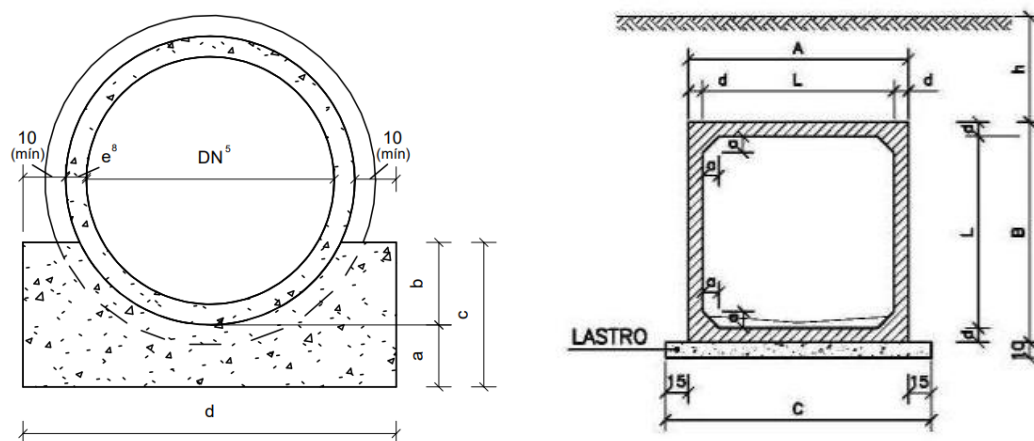


Figura 39 Corte transversal da passagem de fauna inferior, podendo celular ou circular, simples, duplo ou triplo em qualquer seção ou diâmetro.

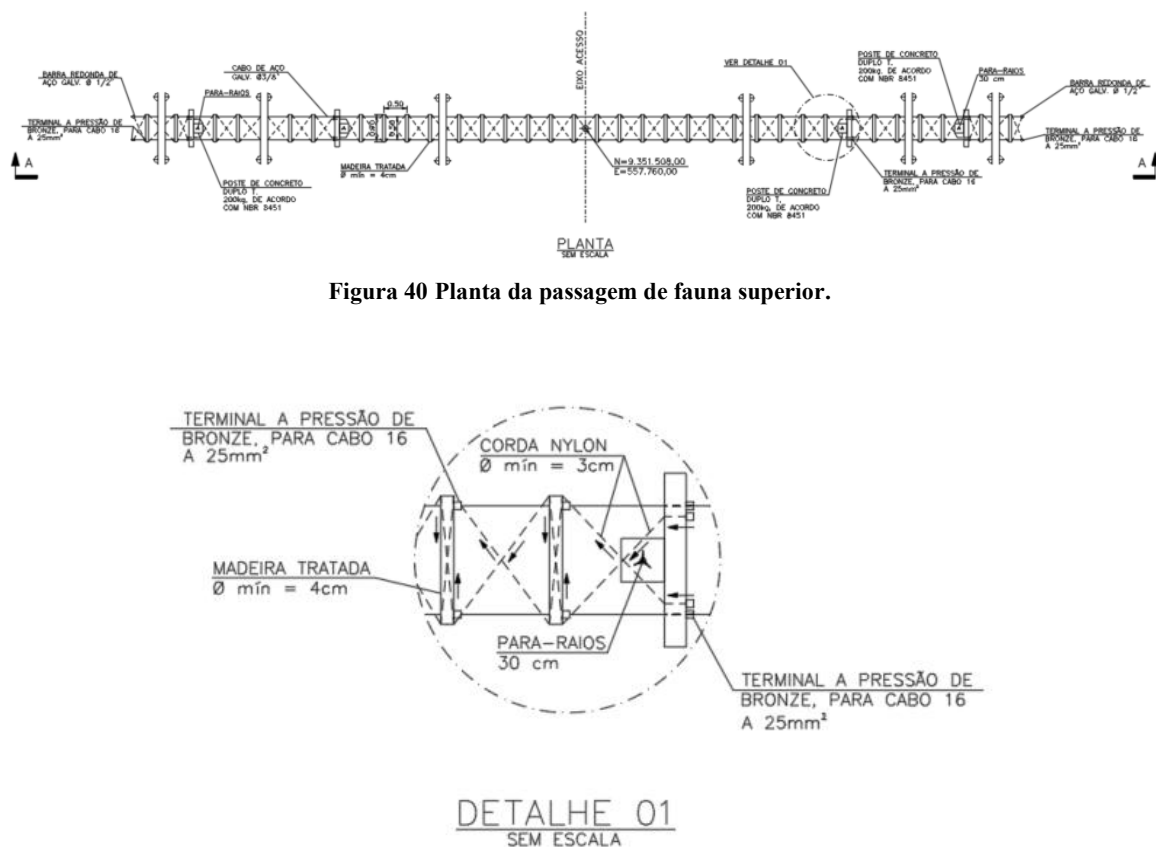


Figura 40 Planta da passagem de fauna superior.

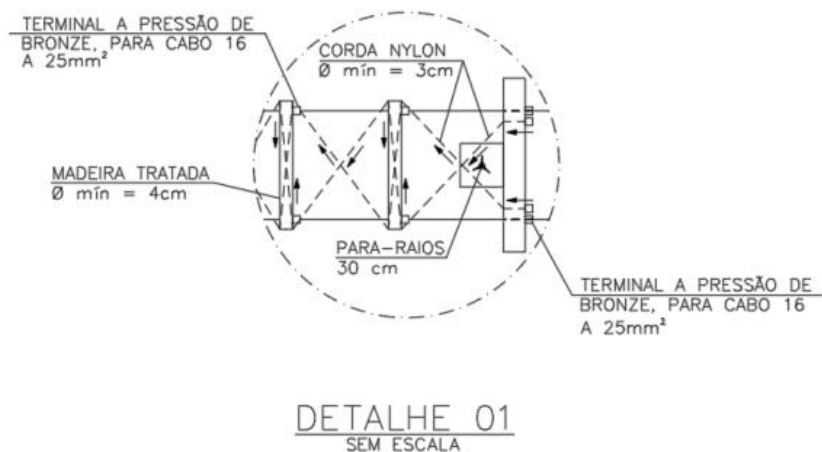


Figura 41 Detalhe da passagem de fauna superior.

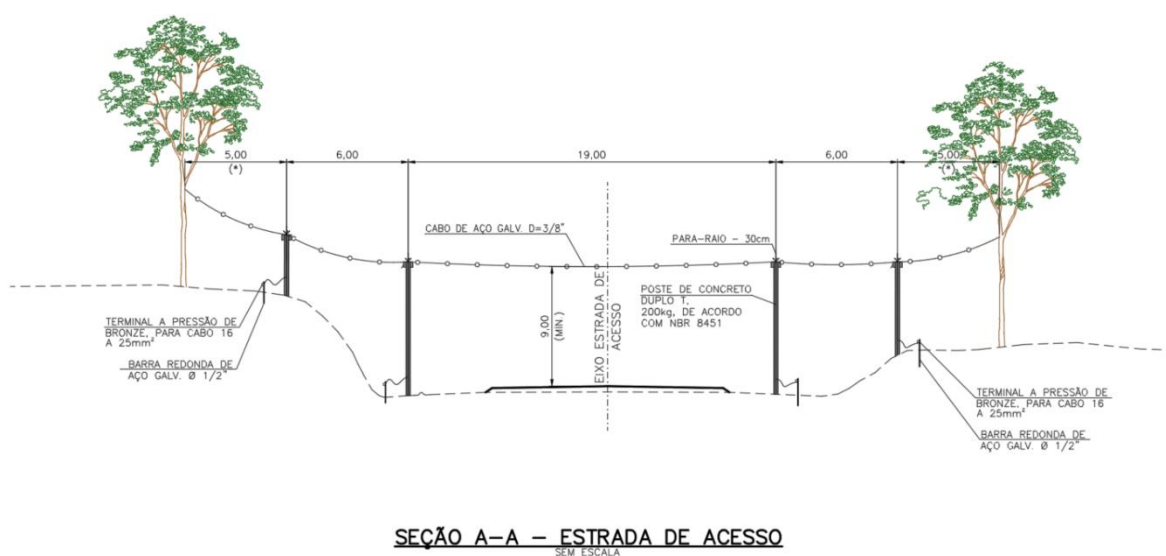


Figura 42 Corte longitudinal da passagem de fauna superior.

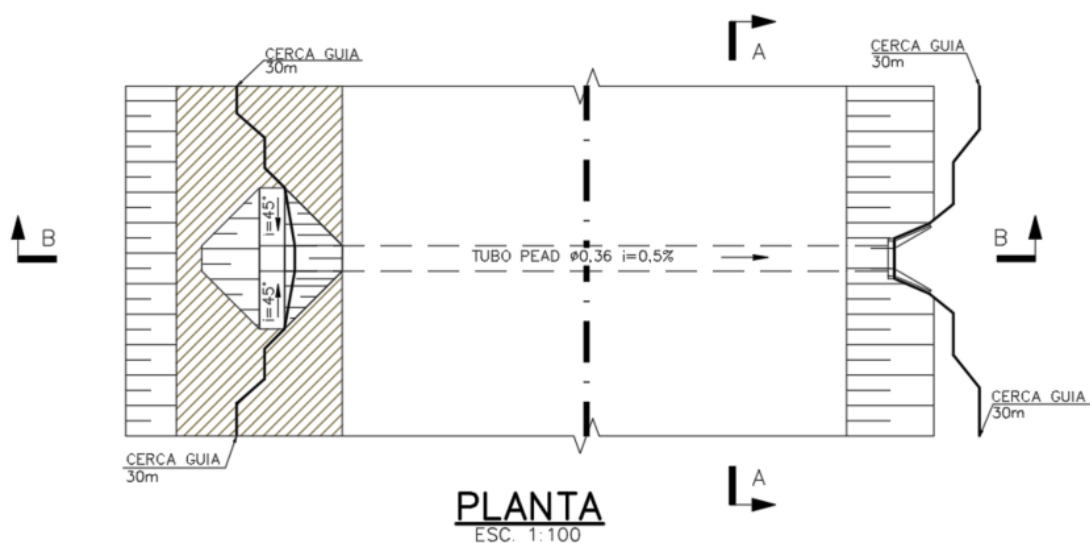


Figura 43 Planta da passagem de fauna para herpetofauna.

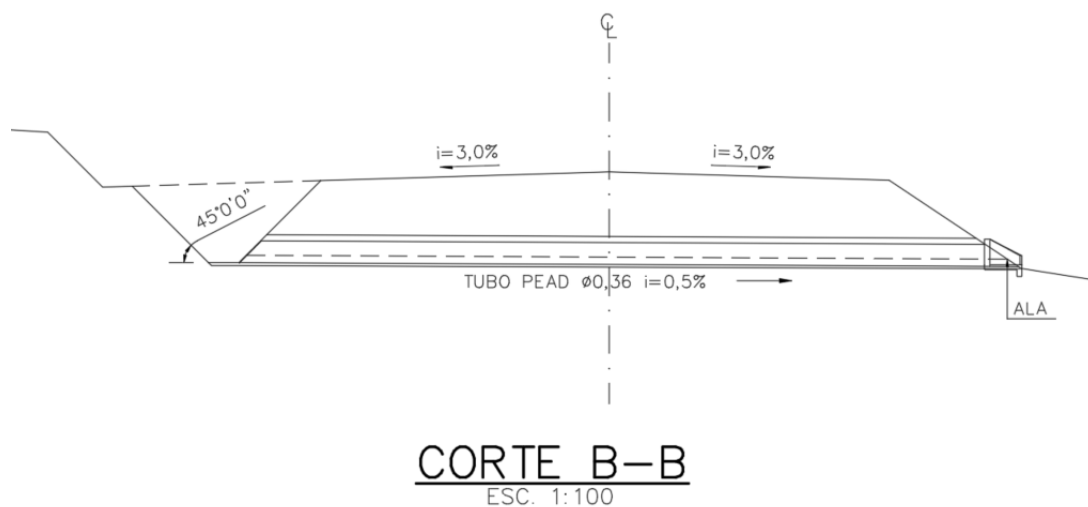


Figura 44 Corte longitudinal da passagem de fauna para herpetofauna.

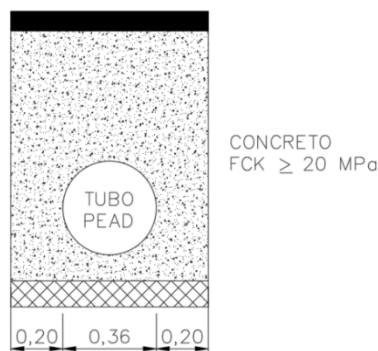


Figura 45 Corte transversal da passagem de fauna para herpetofauna.

Em ambas as passagens, terrestre ou aérea recomenda-se a manutenção periódica, assim como a retirada de obstáculos que eventualmente impeçam o acesso e a sua utilização pela fauna local.

5.4.2.7.5. Monitoramento das passagens instaladas

Para o monitoramento de passagens de fauna, propõe-se a utilização do método do armadilhamento fotográfico. Sugere-se ainda que o monitoramento seja realizado em campanhas trimestrais com duração de 30 dias corridos cada.

Alguns grupos da fauna, como os mamíferos terrestres de médio e grande porte são, em geral, de difícil detecção em ambiente natural, devido ao seu hábito discreto e predominantemente crepuscular e noturno (BECKER & DALPONTE, 2013). Assim sendo, o armadilhamento fotográfico é um método eficiente na amostragem desses grupos, particularmente das espécies de hábito predominantemente terrestre, e vem sendo amplamente utilizado em estudos envolvendo o grupo.

As armadilhas fotográficas (*câmera trap*), são aparelhos compostos por uma câmera fotográfica e dois



sensores passivos para detecção de calor ou movimento. O conjunto é alimentado por pilhas e é fixado em árvores por esticadores e correntes. A vantagem deste método não invasivo é que permite uma amostragem de espécies de difícil visualização e evita o afugentamento e coibição da utilização da passagem por estímulos derivados da presença humana.

Para o registro com armadilhas fotográficas será instalado um equipamento por ponto amostral, ou seja, uma câmera na extremidade de cada passagem. As câmeras serão instaladas em troncos de árvores, aproximadamente a 40 cm do nível do solo, em locais com maior probabilidade de registro, como próximo a fontes alimentares, nascentes e regiões de descanso e reprodução. Para instalar as câmeras nas passagens de fauna aéreas, serão utilizados suportes para manter o equipamento em altura equivalente a passagem de fauna e foram realizadas as instalações nos postes que compõe a própria estrutura das passagens de fauna.

Para o monitoramento indica-se a utilização de câmeras fotográficas digitais equipadas com sensores que detectam a movimentação dos animais que transitam na sua frente, inclusive durante noite, acionando o mecanismo de disparo da câmera.

Nas passagens de fauna aéreas, as câmeras deverão ser posicionadas em altura equivalente a passagem de fauna. Embora não seja comumente utilizado para monitoramento de espécies arborícolas, como os primatas, este método poderá ser eficiente em estudos envolvendo o grupo, desde que a localização das armadilhas fotográficas permita a visualização geral do início e/ou do fim da passagem

Em equipamentos digitais os registros poderão ser feitos nos formatos de fotos ou vídeos e armazenados no cartão de memória inserido em cada câmera. Ressalta-se, que o registro por meio de imagem permitirá uma melhor identificação das espécies (LYRA-JORGE *et al.*, 2008), associada a informações precisas sobre localização, data e hora, tendo assim valor semelhante aos registros diretos (visualizações), no que diz respeito à confirmação da ocorrência de uma espécie em uma determinada área de estudo. O método aqui proposto foi adaptado de Tomas & Miranda (2006), Srbek-Araújo (2003) e Srbek-Araújo & Chiarello (2007).

As armadilhas fotográficas serão programadas para realizar disparos automáticos em intervalos mínimos de 15 segundos entre as fotografias, com funcionamento contínuo (24 horas), permanecendo ligadas ininterruptamente por 30 dias consecutivos a partir da data de instalação. Para sequências de registros de uma mesma espécie serem consideradas como registros diferentes, será considerado apenas aquelas com intervalos maiores que cinco minutos de diferença entre si.

5.4.2.7.6. Coleta de dados de fauna atropelada

A coleta de dados deverá ser feita trimestralmente. Cada uma das campanhas do Programa será realizada durante 15 dias, sendo coletados os dados durante 5 dias consecutivos por três semanas em cada uma das campanhas realizadas.

As atividades de monitoramento se iniciarão com um dia para remoção de carcaças antigas da estrada, considerado como o dia zero, enquanto os outros 14 dias contemplam o censo dos animais atropelados ao longo da rodovia.

Para fins de estimativa da magnitude de atropelamentos de fauna, durante os sete primeiros dias em cada

LD DA @ 20 20 02 01-20 GC PM



ciclo de amostragem, será realizado o teste de remoção de carcaças. Nos três primeiros dias de campanha, todas as carcaças novas encontradas serão sinalizadas utilizando marcações verticais (p.ex. bandeirolas, fitas zebradas, estacas). Nos dias subsequentes de vistoria, é anotado o encontro/remoção da carcaça, de modo que sempre há um dia 0 (dia em que a carcaça é marcada) e outros quatro (04) dias de acompanhamento do encontro/remoção da carcaça. A fim de facilitar o encontro das carcaças, elas também serão georreferenciadas em aparelho GPS.

As amostragens iniciarão a partir das 7:00 horas, a fim de evitar a remoção das carcaças por animais carniceiros. O mesmo trajeto será percorrido duas vezes diariamente (uma ida e uma volta), de modo a amostrar ambos os lados, não havendo intervalos entre os percursos. Durante as atividades de campo, por questões de segurança e para a melhor visualização dos espécimes de pequeno porte, o monitoramento será realizado utilizando veículo comum em velocidade máxima de 40 km/h. Ressalta-se que esta velocidade pode ser alterada em decorrência de parâmetros de segurança ou fatores que melhorem a eficiência dos métodos.

As visualizações que ocorrerem durante o período da campanha, porém, fora do horário de coleta de dados, serão anotados como Registro Ocasional (RO) e serão considerados apenas como dados qualitativos, de forma que não entraram nas análises estatísticas. Para a coleta de carcaças de animais atropelados, será utilizada a Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico (ABIO) de nº 1496/2023. Quanto ao material biológico eventualmente coletado deverá ser destinado ao Museu de Zoologia da Universidade Federal Rural da Amazônia – MZUFRA.

Durante o percurso na estrada serão observadas as características físicas e fitofisionômicas dos locais adjacentes à via, como a presença de taludes, tipo de vegetação da margem, fragmentos florestais próximos, relevo, corpos hídricos, corredores ecológicos, entre outros.

5.4.2.7.7. Análise e processamento de dados

A nomenclatura taxonômica que será utilizada seguirá as fontes brasileiras mais recentes e completas para cada uma das classes de vertebrados terrestres. Inicialmente, serão utilizadas as listas de anfíbios (SEGALLA *et al.*, 2021), répteis (COSTA *et al.*, 2022), aves (PIACENTINI *et al.*, 2015) e mamíferos (PAGLIA *et al.*, 2012, DORNAS *et al.*, 2019, ABREU *et al.*, 2021). Outras fontes podem ser acrescentadas ao longo do trabalho considerando sua pertinência.

A consolidação dos dados será processada, inicialmente, em planilhas eletrônicas. O banco de dados original será avaliado para organização dos registros nos seguintes aspectos: (1) Nomes científicos digitados com variações; (2) Padronização dos nomes comuns; (3) Vinculação de taxonomia à classe correta; (4) Espécies ameaçadas e seus respectivos status de conservação; (5) Coordenadas geográficas; (7) Eliminação de espaços vazios em células.

Os passos seguintes consistirão na análise dos dados em termos de taxonomia e *status* de ameaça, visando a organização das informações para refletir o que há de mais atual em relação a esses parâmetros.

Tais procedimentos de organização dos dados citados serão realizados em ambiente R (R CORETEAM, 2024) com o auxílio dos pacotes *JANITOR* (FIRKE, 2023), *DPLYR* (WICKHAN *et al.*, 2024) e

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



STRINGR (WILCKHAN, 2018).

As espécies serão categorizadas quanto ao *status* de conservação de acordo com a lista de espécies ameaçadas de extinção da fauna estadual (COEMA, 2007), nacional, segundo a lista oficial das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção do (MMA, 2022), e global, de acordo com os critérios de classificação da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2024).

Além disso, serão calculados a taxa de atropelamento e as áreas de *hotspots*, conforme descrição que se segue:

Ecology and Transportation - ICOET. O cálculo é feito por meio da fórmula:

$$(MI = n/d/dias), \text{ sendo:}$$

n = número total de indivíduos;

d = distância do trecho monitorado em km;

t = tempo de monitoramento em dias.

Frequência de Atropelamentos de Fauna Silvestre – FAFS. O cálculo é feito por meio da fórmula:

$$T = n/(L \times V), \text{ sendo:}$$

n = número total de indivíduos;

L = distância do trecho monitorado em km;

V = volume de tráfego (número de veículos, normalmente diário ou mensal).

Posteriormente, será realizada análise de correlação entre as variáveis atropelamentos/dia, temperatura média/dia e pluviosidade/dia (KAISER & DICKMAN, 1962). Serão utilizados os bancos de dados do CEMADEN (2023) e INMET (2023) para obtenção dos dados pluviométricos e de temperatura, respectivamente.

Para determinar o *Hotspots* de atropelamento da estrada será realizado o teste 2D K de Ripley para responder se existem trechos da rodovia monitorada com maior mortalidade do que outros, avaliando a não aleatoriedade na distribuição espacial de eventos ao longo de múltiplas escalas. Consideramos a localização real do atropelamento e o desenho da estrada para realizar uma análise bidimensional.

Quando há agregações significativas de atropelamentos ao longo de uma estrada, é necessário identificar os segmentos de estrada com as maiores agregações. Para descrever o padrão de distribuição dos atropelamentos na rodovia Dr Faisal Salmen (PA-275), no trecho da Estrada do Igarapé Bahia, e identificar possíveis *hotspots*, a via será dividida em segmentos de tamanhos similares e um círculo de raio de 100m foi centrado em cada segmento, somando-se o número de carcaças dentro da área do círculo. Para ser considerado um *hotspot*, os trechos necessitarão apresentar somatório de eventos de atropelamentos dentro dos círculos maior do que o limite superior do intervalo de confiança (90%), obtido a partir de 1000 simulações, com redistribuição aleatória das carcaças, pelo software Siriema (COELHO *et al.*, 2008; 2011).

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC 7m



Para as análises descritivas, todos os registros de atropelamento de fauna serão contabilizados para análises estatísticas que levarão em consideração “Quais”, “Quantos” (estimativa de magnitude), “Quando” (aspectos temporais), “Onde” (análises espaciais) e “Por quê” (variáveis explicativas).

A seguir será descrito as análises que serão utilizadas em cada uma das perguntas elaboradas para o estudo:

Quais?

Para responder à pergunta “Quais?”, que se refere à quais animais são atropelados, serão realizadas estatísticas descritivas a partir dos dados do banco de dados de fatalidades levantados durante o monitoramento.

As análises serão realizadas no sentido de apresentar as classes faunísticas e os respectivos táxons, incluindo abordagens que apontem para características específicas, tais como hábito de locomoção (p. ex.: cursorial, arborícola, escansorial). As estatísticas descritivas são fundamentadas em aspectos ecológicos como riqueza, abundância e diversidade. Além do mais, esses dados serão fundamentais para a definição do tipo de passagem de fauna que deverá ser instalado, caso necessário.

Quantos (Estimativas de Magnitude)?

Para essa análise será utilizada a abordagem do modelo matemático constante em Teixeira et al. (2013), que considera um número constante de fatalidades por unidade de tempo, descreve a remoção de carcaças da estrada por um tempo característico (o tempo necessário para aproximadamente 63% do número inicial de carcaças serem removidas) e corrige a estimativa pela eficiência do pesquisador (a fração de carcaças disponíveis na estrada que efetivamente foi contada).

Os cálculos serão realizados a partir da avaliação da persistência das carcaças, quando é calculado o tempo de remoção de carcaças (em dias), e da detecção das carcaças pela equipe executora das atividades.

Para estimar a magnitude anual de atropelamentos nas vias em estudo, serão utilizados dados secundários de detecção de carcaças de vertebrados em rodovias asfaltadas (BOVES & BELTHOFF, 2012; PINHEIRO, 2016). Os estudos avaliados apontam uma detecção média de carcaças em 54,5%, ou seja, em um cenário em que 100 carcaças estavam disponíveis para registro, uma média de 54,5 são efetivamente registradas.

Em relação à questão da persistência das carcaças, apenas o primeiro dia de avaliação em campo será assumido, uma vez que carcaças eventualmente encontradas em dias posteriores não disporiam do mesmo tempo de esforço amostral e, conseqüentemente, de avaliação da sua persistência. Nesse sentido, para o cálculo da remoção de carcaças, uma curva de decaimento será construída assumindo-se todas as carcaças registradas no primeiro dia efetivo de teste em cada uma das campanhas e o prazo em dias, por quatro dias, em que as carcaças serão removidas ou permanecerão na estrada.

Quando (Análises Temporais)?

Em relação a aspectos temporais dos atropelamentos, serão avaliados os seguintes aspectos: pluviometria por dia, estação (chuva / seca) e dia da semana.

Para a pluviometria por dia serão utilizados dados disponíveis para a região. Para visualizar a variação

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



da pluviometria durante o período estudado será utilizado a linguagem computacional R (R CORE TEAM, 2020). A análise estatística para esse aspecto será processada pela mesma ferramenta, correlacionando o número de atropelamentos e a quantidade de chuva em cada um dos dias de amostragem (exceção feita ao primeiro dia de cada campanha, responsável por fazer uma retirada das carcaças acumuladas no período entre campanhas). Para dados que apresentarem normalidade será utilizada Correlação de Pearson (r) enquanto os dados que não apresentarem normalidade serão avaliados através da Correlação de *Spearman* (r_s ou p).

A distribuição de atropelamentos por estação, nos períodos de chuva/seca, será avaliada em termos categóricos. O teste não-paramétrico de Mann-Whitney será utilizado em caso da não normalidade dos dados. Tal distribuição será determinada de acordo com dados disponíveis para a região, prioritariamente de série histórica (1973-2022) da estação automática de Marabá/PA (INMET, 2020).

Onde?

A pergunta “Onde” será respondida através de análises de distribuição espacial dos atropelamentos que serão realizadas através da localização dos trechos com maiores índices de eventos de atropelamento. As análises serão executadas para todos os grupos de vertebrados registrados.

Do ponto de vista do planejamento de medidas mitigadoras é importante identificar, em primeiro lugar, se a distribuição dos atropelamentos possui agrupamentos significativos e em que escalas eles ocorrem, para, posteriormente, localizar os trechos com maior mortalidade (COELHO et al., 2014). A identificação objetiva de locais nas redes de transporte, onde as colisões animal-veículo ocorrem com mais frequência do que o esperado (*hotspots*), é um passo importante para a efetiva aplicação de medidas de mitigação (BÍL et al., 2016). Ou seja, esses dados serão fundamentais para a definição dos locais mais adequados para a instalação de passagens de fauna, caso seja provado necessárias.

Uma estimativa da densidade do núcleo (*kernel density estimation*, KDE) será realizada na sequência. A KDE é uma maneira não paramétrica de estimar a função de densidade de probabilidade $f(x)$ de uma variável aleatória X (SILVERMAN, 1986). Uma vez que o macro objeto de estudo são rodovias, optou-se por realizar a KDE de área. As análises serão executadas pelo software KDE+ (BÍL et al., 2013), sendo que esse é um método para identificação eficaz de focos de acidentes de trânsito, já que o software pode ser usado para analisar dados de colisão de veículos e animais.

O método é baseado nos princípios da Estimativa de Densidade do Kernel (KDE). O símbolo ‘+’ indica que o método permite a seleção objetiva de *clusters* significativos e a classificação dos *hotspots*. Também é aplicável simultaneamente a um número ilimitado de segmentos de estrada (BÍL et al., 2016).

Por quê (Variáveis Explicativas)?

Para responder à questão “Por quê”, as mais diversas variáveis explicativas serão coletadas a fim de se formular um modelo robusto para explicação dos atropelamentos nas vias em estudo. Inicialmente, as variáveis explicativas exploradas por essa pergunta seriam as seguintes: fluxo de caminhões por dia, topografia (no sentido de altitude/sinuosidade) e velocidade máxima por trecho. Todavia, em relação a essa última, controles de velocidades das vias serão avaliados. Outros dados poderão ser incluídos ao decorrer do trabalho, de acordo com sua pertinência, como a presença de corredores ecológicos ou pontos de vegetação próximas. Esses dados são fundamentais para a definição da necessidade e locais

12 DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



de instalação das passagens de fauna, caso seja provado necessárias.

5.4.2.8. Avaliação e Monitoramento

Todo o processo do Programa de fauna atropelada será monitorado e documentado, para que se mantenha o registro sistematizado dos procedimentos adotados, das ações bem-sucedidas e das dificuldades encontradas. Se necessário, o monitoramento e a documentação servirão como base para adequações das ações.

As equipes responsáveis pelo Programa deverão providenciar relatórios técnicos para serem reportados ao órgão ambiental (IBAMA), bem como manter registros e memórias dos processos de monitoramento. Os relatórios técnicos serão semestrais e deverão conter registros de acompanhamento das atividades e documentação fotográfica referente às atividades de campo, resultados e conclusões, conforme Artigo 23 da Instrução Normativa nº 146/2007 do IBAMA. Os registros fotográficos deverão ilustrar as áreas de estudo, as metodologias utilizadas no monitoramento e a equipe técnica.

5.4.2.8.1. Metas e Indicadores

As metas e os indicadores, são associados a um conjunto de métricas utilizadas para avaliar os resultados, ao longo do tempo do desenvolvimento do Programa. O histórico desses dados é utilizado para analisar a junção dos objetivos e resultados esperados que foram estabelecidos previamente. Desse modo, são apontados como objetivos, metas e indicadores para o Programa de Monitoramento de Fauna Atropelada, os seguintes pontos (Tabela 142).

Tabela 142 – Objetivo, Metas e Indicadores Programa de Monitoramento de Fauna Atropelada.

Objetivos	Metas	Indicadores
Qualificar e quantificar os grupos de animais silvestres atropelados.	Efetuar o registro de 100% dos espécimes encontrados atropelados na rodovia durante o monitoramento.	Planilhas editáveis, conforme Sisbia, contendo os dados brutos do levantamento da fauna atropelada.
Avaliar padrões de sazonalidade e espacialidade dos atropelamentos nas vias de estudo.	Estimar a magnitude anual de atropelamentos correlacionando com os padrões sazonais.	Correlação (<i>r</i>) de variáveis sazonais e número de atropelamentos.
Examinar a influência de variáveis explicativas como pluviosidade, fluxo de veículos, velocidade real de operação e aspectos da paisagem sobre a distribuição espacial dos atropelamentos.	Diagnosticar os principais fatores causadores de atropelamentos de fauna na rodovia.	Taxa de atropelamento por quilômetro ($MI = n/d/dias$) da rodovia. Taxa de atropelamento por veículo ($T = n/L.V$) da rodovia
Determinar os trechos de maior incidência de atropelamentos, Zonas Críticas de Fatalidade (ZCF).	Identificar através dos testes 2D K de Ripley as Zonas Críticas de Fatalidade (ZCF).	Mapa dos <i>hotspots</i> da estrada.
Avaliar a necessidade de instalação de passagens de fauna terrestres e aéreas nas vias.	Determinar a estimativa da densidade do núcleo (<i>kernel density estimation</i> , KDE) para os focos de acidentes de trânsito.	Mapa dos locais de passagem terrestre e aérea para fauna.
Monitorar as estruturas das passagens de fauna no trecho de 12,6 km na rodovia Dr Faisal Salmen (PA-275)	Identificar a efetividade das estruturas de passagem de fauna como medida mitigadora do atropelamento de fauna.	Planilhas editáveis, conforme Sisbia, contendo os dados brutos do levantamento da fauna utilizando as passagens.
Instalar sinalizações de educação ambiental ao longo da rodovia Dr. Faisal Salmen (PA-275) trecho da Estrada do Igarapé Bahia	Reduzir drasticamente regiões do trajeto que oferecem menor possibilidade de fuga para fauna	Número de placas instaladas utilizando as informações do Programa
Realizar atividades de roçado das áreas verdes adjacentes a estrada	Ampliar a visualização pelos condutores de fauna próxima ao leito da estrada	Mapa dos <i>hotspots</i> da estrada.
Realizar atividades de educação ambiental com os condutores que possuem autorização de direção (RAC 02 e RAC 03)	Sensibilizar, informar e formar agentes multiplicadores	Blitz Ambientais e relatórios de atividades com lista de participantes

Elaborado por Clam, 2025.

12 DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



5.4.2.9. Cronograma

O estabelecimento e cumprimento do cronograma de execução, desempenha um papel crucial em diversos contextos fundamentais para o sucesso dos programas, principalmente quando relacionado ao cumprimento dos objetivos estabelecidos. Portanto, a execução do Programa ficará a cargo do empreendedor a partir da fase de implantação do Projeto Alemão.

Como mencionado anteriormente, propõe-se que o programa de monitoramento da fauna atropelada, sejam realizados com periodicidade trimestral (quatro campanhas por ano), na rodovia Dr Faisal Salmen (PA-275). Os cronogramas de execução das atividades, bem como de entrega do relatório (anual) devem ser apresentados de acordo com o prazo que determina na Autorização Específica.

5.4.3. Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores

5.4.3.1. Justificativa

Ao longo principalmente das últimas três décadas, a cobertura vegetal natural do sudeste do Pará foi intensamente substituída por pastagens, alterando a paisagem de forma muito significativa em uma escala de dimensão regional. Esta dinâmica de grande ocupação territorial potencializou a importância das áreas protegidas da região, como é o caso da FLONA Carajás e as demais Unidades de Conservação que compõem um mosaico de mesmo nome (MARTINS *et al.*, 2012). Essas áreas protegidas, mesmo com suas significativas dimensões, passaram a ser percebidas como “fragmentos” ou “ilhas” representativas de toda a biodiversidade do sudeste do Pará. Este espaço protegido fornece para as futuras gerações uma herança da rica fauna que ainda habita esta pequena porção do bioma amazônico, que abrange a maior e a mais rica floresta tropical do mundo (MARTINS *et al.*, 2012).

Em contrapartida, a FLONA Carajás é uma Unidade de Conservação de uso sustentável, onde estão previstos a coleta e o uso de seus recursos naturais. Essas intervenções devem necessariamente ser realizadas com o menor impacto possível, e medidas mitigadoras e compensatórias devem ser adotadas não apenas para reduzir o impacto, mas também para promover a recuperação ou restauração das áreas afetadas. Para esse fim, programas de pesquisa e de conservação específicos são fundamentais.

A área onde se pretende implantar a Projeto Alemão está inserida no interior da FLONA Carajás, em local onde a Vale operou a Mina de Ouro do Igarapé Bahia no período de 1990 a 2002, sendo, portanto, uma área caracterizada pela ocorrência de ambientes antrópicos circundados por extensos ambientes naturais bem preservados. O diagnóstico regional da fauna do Projeto Alemão indica ser alta a diversidade devido ao elevado estado de conservação verificado na área. As comunidades registradas na área de estudo contêm representantes dos diferentes níveis tróficos, ocupando os nichos alimentares disponíveis, e apresentando-se bem estruturada.

Durante a implantação e operação do empreendimento, atividades como obras civis, operação das estruturas e a movimentação de máquinas, veículos e pessoas, levarão a um aumento dos níveis de fatores de perturbação, como, por exemplo, ruídos e vibrações. Estes fatores poderão causar perturbações ambientais e induzir a fuga de indivíduos da fauna, promovendo a dispersão dos indivíduos residentes, bem como daqueles que estiverem em processo de deslocamento pela área.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Além disso, a alteração da dinâmica hídrica, assim como as intervenções a serem geradas nas etapas de implantação e operação, tais como a adequação da rodovia Dr Faisal Salmen (PA-275) e a utilização de barragem para disposição de rejeitos, podem comprometer localmente as comunidades aquáticas e semiaquáticas.

Portanto, torna-se necessária a realização do monitoramento das comunidades naturais nas áreas de influência do Projeto Alemão durante as fases de implantação e operação do empreendimento, para confirmar a extensão dos impactos e fornecer subsídios para a definição de medidas mitigadoras complementares, caso sejam necessárias.

Para tanto, o Projeto Alemão integrará o Programa de Monitoramento de Bioindicadores, em consonância com programas que já vêm sendo conduzido em operações da Vale na Serra Norte e Serra Sul nos empreendimentos licenciados pelo Ibama no interior da Flona Carajás.

5.4.3.2. Objetivo

O objetivo geral deste Programa é monitorar os efeitos das atividades de mineração utilizando bioindicadores derivados dos seguintes impactos: alteração da disponibilidade e qualidade hídrica superficial, aumento na emissão de poeira e intensidade dos ruídos e redução e perda de habitat. Para tanto, serão avaliados os seguintes bioindicadores já utilizados em outros programas de monitoramento em curso, no mosaico Carajás, pela Vale: macro invertebrados aquáticos (EPT e Odonata), ictiofauna, aves e fenologia de plantas.

5.4.3.3. Responsável pela implementação do Programa

A Vale será responsável pela implementação do Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores, designando profissionais qualificados, como biólogos e técnicos especializados, devidamente registrados e com experiência comprovada nas áreas relacionadas. Esses profissionais atuarão conforme as normas técnicas e exigências legais, garantindo a execução eficiente do programa e o cumprimento das condicionantes ambientais do empreendimento.

5.4.3.4. Legislação e/ou outros Requisitos

A execução do Programa observará a legislação ambiental vigente, incluindo normas federais, estaduais e municipais relacionadas à proteção da fauna, monitoramento ambiental e uso de bioindicadores.

Destacam-se, entre outras:

- Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais): Estabelece sanções para infrações ambientais;
- Instruções Normativas do IBAMA e órgãos ambientais estaduais: Referentes a monitoramento e manejo da fauna e indicadores ambientais.

O programa também considerará as condicionantes das licenças ambientais, diretrizes técnicas e orientações dos órgãos competentes para assegurar conformidade e eficácia das ações.

12 DA @ 20 28 92 01-20 GC PM



5.4.3.5. Escopo

O programa compreende o monitoramento sistemático da fauna e de bioindicadores, abrangendo levantamento, coleta e análise de dados sobre grupos representativos da fauna, como ictiofauna, odonatas e aves, além da avaliação de parâmetros ambientais que reflitam a qualidade dos habitats impactados.

Inclui também o estudo de efeitos da alteração na qualidade e disponibilidade hídrica, efeitos de ruídos, alterações na paisagem acústica, deposição de poeira, e suas influências na diversidade biológica e funcional. Os dados coletados subsidiarão a avaliação ambiental contínua e a adoção de medidas mitigadoras adequadas.

5.4.3.6. Abrangência

O programa abrange as áreas impactadas direta e indiretamente pelo empreendimento, incluindo corpos hídricos, áreas terrestres e corredores ecológicos adjacentes às instalações e rotas de operação.

Será aplicado em diferentes habitats representativos do entorno, contemplando zonas de influência das atividades, conforme definido nos estudos ambientais e condicionantes legais.

A abrangência deverá incluir pontos estratégicos para o monitoramento da fauna e bioindicadores, garantindo cobertura adequada para avaliação dos efeitos ambientais e suporte à gestão ambiental.

5.4.3.7. Materiais e Métodos

O Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores, consiste no monitoramento dos efeitos das atividades de mineração utilizando diferentes grupos biológicos. Seguindo os objetivos propostos, são monitorados sete indicadores biológicos e três efeitos associados, nas estações seca e chuvosa, conforme descrito na Tabela 143.

Tabela 143 Lista dos indicadores biológicos a serem monitorados e esforço amostral no Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores.

Bioindicador	Pontos / Área	Secções por Ponto	Campanha	Esforço por secção	Esforço por Campanha	Esforço Total
Habitat hídrico	6	10	2	20 min	1200 min/campanha	2400 minutos
EPT	6	5	2	3 redes	90 redes/campanha	180 redes
Odonata	6	5	2	20 min	600 min/campanha	1200 minutos
Ictiofauna	6	5	2	5 tarrafas / 10 arrastos / 10 peneiras	750 redes/campanha	1500 redes
Aves	2	25	2	2000 m	100 km/campanha	200 quilômetros
Habitat ruído	50	1	2	20 min	1000 min/campanha	2000 minutos
Poeira	30	1	2	8 árvores	240 árvores/campanha	480 árvores

5.4.3.7.1. Efeito da Alteração na Qualidade e Disponibilidade Hídrica Superficial

Os grupos bioindicadores selecionados para avaliar a ocorrência de efeitos da alteração da qualidade e disponibilidade hídrica superficial são: EPT, Odonata e Ictiofauna. Como complemento a essa análise são considerados os resultados dos parâmetros de qualidade das águas (físicos e químicos) e vazão.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.4.3.7.2. EPT / Odonatas

As ordens de insetos aquáticos Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, em conjunto conhecido como EPT, são macroinvertebrados dominantes dos pequenos corpos d'água. Esses organismos são considerados importantes para a avaliação ambiental uma vez que são amplamente distribuídos, sensíveis, possuem alta abundância e riqueza de espécies, e por serem um elo importante entre diferentes níveis da cadeia alimentar aquática (RIGHI-CAVALLARO *et al.*, 2010). Além dos EPT, a ordem Odonata também é muito importante para os ecossistemas aquáticos uma vez que contribuem efetivamente para a cadeia alimentar por serem predadores (JUNEN *et al.*, 2014), sensíveis a modificações ambientais (MIGUEL *et al.*, 2017) e porque apresentam muitas espécies especialistas, requerendo condições de habitat especializados (OERTLI, 2008). Essas quatro ordens (EPTO) podem refletir os padrões de mudanças ocorridos na estrutura, tanto dos ecossistemas aquáticos, como dos ecossistemas terrestres (SHIMANO *et al.*, 2012; BRASIL *et al.*, 2014; PAIVA *et al.*, 2017), pois são organismos anfibióticos e sofrem com as perturbações ocorridas nos riachos, na fase aquática, e na paisagem, na fase adulta.

5.4.3.7.3. Caracterização do Habitat Físico

A caracterização da integridade dos ambientes foi realizada por meio da aplicação do Índice de Integridade de Habitats (IIH) nos sete pontos de amostragem, com objetivo de auxiliar na caracterização do ambiente por meio das condições físicas dos locais e o estado de conservação ambiental. Esse índice foi adaptado para o bioma Amazônico por Nessimian e colaboradores (2008).

O índice IIH é composto por 12 itens, os quais são visualmente analisados no ambiente aquático e suas regiões lindeiras, considerando características como, disponibilidade de substratos, deposição de sedimentos, fluxo de água e cobertura vegetal (mata ciliar), entre outros. Dentro de cada item, há diferentes descrições ambientais, sendo atribuída uma pontuação para cada descrição. Ao final da avaliação de todos os itens, o valor somado indica de forma proporcional a qualidade do ambiente aquático, podendo este valor variar entre 0 e 1 ponto, conforme modelo da tabela dos itens do índice IIH (Tabela 144).

Tabela 144 Parâmetros e variáveis de classificação para o cálculo do Índice de Integridade de Habitats.

01 Padrão de Uso da Terra além da zona de vegetação ribeirinha			
0	Cultivos Agrícolas de ciclo curto.	3	Capoeira.
1	Pasto.	4	Floresta Contínua.
2	Cultivos Agrícolas de ciclo longo.		
02 Largura da Mata Ciliar			
0	Vegetação arbustiva ciliar ausente.	3	Mata ciliar bem definida entre 5 e 30 m de largura.
1	Mata ciliar ausente com alguma vegetação arbustiva.	4	Mata ciliar bem definida com mais de 30 m.
2	Mata ciliar bem definida de 1 a 5 m de largura.	5	Continuidade da mata ciliar com a floresta adjacente.
03 Estado de preservação da Mata Ciliar			
0	Cicatrizes profundas com barrancos ao longo do rio.	2	Quebra ocorrendo em intervalos maiores que 50 m.
1	Quebra frequente com algumas cicatrizes e barrancos.	3	Mata Ciliar intacta sem quebras de continuidade.
04 Estado da Mata ciliar dentro de uma faixa de 10 m			
0	Vegetação constituída de grama e poucos arbustos.		
1	Mescla de grama com algumas árvores pioneiras e arbustos.		
2	Espécies pioneiras mescladas com árvores maduras.		

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



01	Padrão de Uso da Terra além da zona de vegetação ribeirinha			
	3	Mais de 90% da densidade é constituída de árvores não pioneiras ou nativas.		
05	Dispositivos de retenção			
	0	Canal livre com poucos dispositivos de retenção.	2	Rochas e/ou troncos presentes, mas, preenchidas com sedimento.
	1	Dispositivo de retenção solto movendo-se com o fluxo.	3	Canal com rochas e/ou troncos firmemente colocadas no local.
06	Sedimentos no canal			
	0	Canal dividido em tranças ou rio canalizado.	2	Algumas barreiras de cascalho e pedra bruta e pouco silte.
	1	Barreira de sedimento e pedras, areia e silte comuns.	3	Pouco ou nenhum alargamento resultante de acúmulo de sedimento.
07	Estrutura do barranco do rio			
	0	Barranco instável com solo e areia soltos, facilmente perturbável.		
	1	Barranco com solo livre e uma camada esparsa de grama e arbustos.		
	2	Barranco firme, coberto por grama e arbustos.		
	3	Barranco estável de rochas e/ou solo firme, coberto de grama, arbustos e raízes.		
	4	Ausência de barrancos.		
08	Escavação sob o barranco			
	0	Escavações severas ao longo do canal, com queda de barrancos.		
	1	Escavações frequentes.		
	2	Escavações apenas nas curvas e constrições.		
	3	Pouca ou nenhuma evidência, ou restrita a áreas de suporte de raízes.		
09	Leito do rio			
	0	Fundo uniforme de silte e areia livres, substrato de pedra ausente.		
	1	Fundo de silte, cascalho e areia em locais estáveis.		
	2	Fundo de pedra facilmente móvel, com pouco silte.		
	3	Fundo de pedras de vários tamanhos, agrupadas, com interstício óbvio.		
10	Áreas de corredeiras e poções ou meandros			
	0	Meandros e áreas de corredeiras/poções ausentes ou rio canalizado.		
	1	Longos poções separando curtas áreas de corredeiras, meandros ausentes.		
	2	Espaçamento irregular.		
	3	Distintas, ocorrendo em intervalos de 5 a 7 vezes a largura do rio.		
11	Vegetação Aquática			
	0	Algas emaranhadas no fundo, plantas vasculares dominam o canal.		
	1	Emaranhados de algas, algumas plantas vasculares e poucos musgos.		
	2	Algas dominantes nos poções, plantas vasculares semiaquáticas ou aquáticas ao longo da margem.		
	3	Quando presente consiste em musgos e manchas de algas.		
12	Detritos			
	0	Sedimento fino anaeróbico, nenhum detrito bruto.		
	1	Nenhuma folha ou madeira, matéria orgânica bruta e fina com sedimento.		
	2	Pouca folha e madeira, detritos orgânicos finos, floculentos, sem sedimento.		
	3	Principalmente folhas e material lenhoso com sedimento.		
	4	Principalmente folhas e material lenhoso sem sedimento.		

5.4.3.7.4. Desenho Amostral

Serão amostrados anualmente 6 igarapés (3 em áreas controle e 3 em áreas sob influência da mineração) e em cada igarapé será demarcado um trecho de 100 metros contínuos, sendo subdividido em 10 secções de 10 metros cada, separadas por 11 transecções. Cada transecção será nomeada (da letra “A” a “K”, sendo a transecção “A” sempre a jusante e “K” a montante). Em cada secção será aplicado o protocolo de Monitoramento e Avaliação do Hábitat Físico, coletadas as variáveis físicas, físico-químicas e as comunidades de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e Odonata. Para mensurar as características dos ambientes, verificar quais variáveis seriam as melhores preditoras na estrutura das assembleias e avaliar se o ambiente está sendo alterado, o hábitat físico será caracterizado ao longo de cada secção e em cada transecção seguindo a metodologia de avaliação de riachos de Peck *et al.* (2006) e Hughes & Peck (2008).

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Para a coleta de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, as seções longitudinais de 10 metros serão subdivididas em segmentos de cinco metros cada, ao final compondo 20 segmentos de cinco metros cada. As amostras serão obtidas com o uso de um coador de 18 cm de diâmetro e malha de 250 micrômetros, raspando duas vezes o coador do leito para a margem (metodologia descrita em SHIMANO, 2015). Essa aleatorização é necessária para garantir que todos os substratos presentes no trecho de córrego demarcado sejam suficientemente amostrados. Em campo, os substratos amostrados serão triados em bandejas brancas com o auxílio de pinças entomológicas e fixados em álcool 85%.

A metodologia de levantamento da comunidade de adultos de Odonata será baseada em um método de varredura com áreas fixas já empregadas em outros estudos com esse grupo (Carvalho et al., 2013; Juen et al. 2014). As amostragens consistirão na contagem visual do número de indivíduos adultos de cada espécie de Odonata, presente em cada um dos segmentos, já usados para a coleta de EPT. As coletas só serão realizadas quando houver sol e com temperaturas acima de 19 °C, pois estas condições são necessárias para que todas as espécies possam estar ativas, independente de qual grupo funcional a qual pertenciam (DE MARCO *et al.*, 2005). Os indivíduos de Odonata adultos serão coletados com rede entomológica para a confirmação da identificação em campo. Esses indivíduos serão acondicionados em envelope de papel e mergulhados em acetona durante 12 horas, para Zygoptera e 48 a 72 horas, para Anisoptera, com o intuito de retirar a gordura facilitando sua conservação, bem como, para a conservação do padrão de coloração. Após secagem por evaporação, serão acondicionados em envelopes plásticos sobre papel cartão.

EPT serão identificados até o nível taxonômico de gênero, uma vez que a identificação das larvas é mais difícil pois a genitália, essencial para a identificação, ainda não está formada, e os Odonata adultos serão identificados até nível de espécie, e quando não for possível, os espécimes serão morfoespeciados. Serão utilizadas chaves especializadas para a identificação dos espécimes e quando necessário, será feito comparação com espécimes depositados na coleção de referência do Laboratório de Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Pará. Este estudo será feito através de campanhas anuais na estação seca, conforme executado em Serra Norte e Serra Sul, por pelo menos três anos consecutivos.

5.4.3.7.5. Análise e processamento de dados

As análises estatísticas serão realizadas para dois grupos distintos de dados: (1) grupo EPT e (2) grupo Odonata. A justificativa para a separação é que as ordens foram amostradas em fases de vida diferentes, sendo Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera amostrados na forma imatura aquática e para Odonata os alados terrestres adultos. Além disso, estes grupos possuem diferenças marcantes nos requerimentos ecológicos, sendo os EPT mais influenciados pelas modificações na qualidade da água (PAIVA *et al.*, 2017) enquanto Odonata são mais afetados pela estrutura da vegetação marginal (JUEEN et al., 2016).

Para verificar a eficiência da amostragem em capturar a diversidade existente na área estudada, serão geradas curvas de acumulação de espécies, com os dados das campanhas. Um riacho ou tratamento é considerado bem amostrado a partir do momento que a curva de “número de espécie x tempo de amostragem” atinja seu ponto de inflexão, o que acontece conforme o número de espécies com poucos registros diminui, e aumenta o número de espécies com maior número de registros. Posteriormente será realizada uma análise de rarefação para poder comparar a riqueza de espécies padronizando o número

12 DA @ 20 28 52 04-20 GC PM



de indivíduos. Para essas análises será usado o software EstimateS Win (COLWELL, 2005).

Para avaliar se existem diferenças nas abundâncias de EPT e Odonata entre os tratamentos Controle e Sob Influência da mineração, serão aplicados teste t de Student (ZAR, 2010). Os pressupostos de homogeneidade da variância e distribuição normal sempre serão testados. Quando os pressupostos não forem corroborados, será realizado um teste t com variâncias separadas.

Para sumarizar os dados da composição e estrutura da assembleia, utilizaremos a ordenação de escalonamento não métrica multidimensional (NMDS). A matriz de dissimilaridade será calculada com o índice de Bray-Curtis a partir dos dados de abundância. Os dados de abundância serão transformados ($\ln x+1$), buscando uma maior contribuição das espécies com baixa abundância, bem como, diminuir o efeito dos outliers. Para testar a diferença na composição de espécies entre os tratamentos Controle e Sob Influência da mineração para EPT e Odonata será utilizada uma Análise de Variância Permutacional (Permanova) (ANDERSON, 2001), usando as matrizes de distância geradas na análise de NMDS. A significância da Permanova será avaliada por meio de 9999 permutações de Monte Carlo dos dados brutos de ambas as riquezas e composição de espécies, calculando-se a distribuição dos valores aleatorizados de $F\pi$ maiores ou iguais aos valores de F observados e dividindo-se pelo número de permutações ($F\pi \geq F / 9999$) (ANDERSON, 2001).

Para visualizar a variação das características ambientais entre os dois tratamentos (Controle e Sob influência) será utilizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998). Como as variáveis ambientais serão mensuradas em diferentes unidades de medidas, os dados abióticos serão padronizados e, posteriormente será usada uma matriz de correlação para a análise. Apenas os dois primeiros eixos serão retidos para interpretação.

Para verificar se há efeito das variáveis ambientais limnológicas sobre a riqueza e abundância de EPT e de Odonata serão realizadas regressões múltiplas. Com o objetivo de conseguir o melhor modelo que explique a variação da riqueza de espécies será usado o modelo de seleção de variáveis *stepwise*. Os pressupostos de normalidade e homogeneidade serão seguidos e o nível de significância utilizado será de $\alpha=0,05$. Para diminuir o efeito da multicolinearidade, será realizada uma seleção de métricas utilizando uma matriz de correlação e as variáveis que apresentem correlação acima de 0,5 serão retiradas da análise de forma a permanecer apenas uma das métricas para a análise final. Todas as análises estatísticas utilizadas no trabalho serão realizadas na rotina do software R (R CORE TEAM, 2018) usando o pacote vegan (OKSANEN *et al.*, 2013).

5.4.3.7.6. Ictiofauna

Os ecossistemas aquáticos das áreas de influência de empreendimentos minerários estão sujeitos a sofrer algum tipo de intervenção em suas estruturas naturais (físicas e/ou químicas) decorrentes da implantação, operação e desativação destes empreendimentos. As comunidades biológicas encontradas nos ecossistemas aquáticos respondem em diferentes escalas temporais e espaciais às ações antropogênicas praticadas nas respectivas bacias de drenagens, mais especificamente nas margens dos cursos d'água. Alguns grupos de organismos aquáticos, quando afetados por estas ações podem indicar com maior objetividade as consequências no ambiente, o que permite, muitas vezes, uma tomada de decisão eficaz e objetiva (BEAUMORD, 2014).

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC 7m



Segundo Gorman & Karr (1978), além dos fatores físicos e químicos, as interações biológicas diretas ou indiretas podem interferir nos padrões de coexistência e influenciar na composição e distribuição destas biocenoses. Neste sentido, não só a presença e ausência de determinadas espécies, mas também as dinâmicas expressas pela abundância dos componentes da ictiofauna vêm sendo utilizadas no embasamento para inferências acerca da qualidade das águas e da integridade ecológica de rios e lagoas (CASTRO & MENEZES, 1999), sendo considerados bons bioindicadores. No que diz respeito à ictiofauna, a implantação de empreendimentos minerários demanda uma série de intervenções no ambiente, porém localizadas e de menor relevância (BEAUMORD, 2014). Já as intervenções na fase de operação podem interferir em maior escala espacial e temporal na manutenção das biocenoses de peixes, especialmente a instalação de estruturas que possam alterar o regime hidrológico, como barramentos, a supressão de ambientes aquáticos de menor porte, ou situações que possam deflagrar alterações na qualidade das águas dos rios e riachos, como o descarte de efluentes, mesmo que tratados (BEAUMORD, 2014).

Além de exercerem importantes funções na teia trófica dos ecossistemas aquáticos, os peixes colonizam diferentes habitats, estando submetidos às mais variadas condições ambientais, para as quais apresentam aptidões diferenciadas ao desenvolver diferentes estratégias de acordo com suas funções vitais e ecológicas (NAKATANI et al., 2001).

5.4.3.7.7. Desenho Amostral

O desenho amostral para ictiofauna, seguirá os mesmos pontos amostrais de EPT e Odonata. Para a coleta de dados de ictiofauna serão utilizados diferentes amostradores e equipamentos de pesca tradicionais, divididos em métodos passivos (deslocamento dos peixes fazem com que sejam capturados por redes e armadilhas fixas) e ativos (os peixes são capturados pelo deslocamento do amostrador) (BICUDO & BICUDO, 2007), tais como tarrafas (esforço: 5 lances por trecho; diâmetro 2,0 m; malha 15 mm nós adjacentes); redes de arrasto (esforço: 10 metros de lance; comprimento 10 m; malha 12 mm nós adjacentes); e peneiras (esforço: 10 lances; diâmetro 70 cm; malha 10 mm nós adjacentes), ilustrados a seguir. Cabe destacar que é utilizada uma grande diversidade de amostradores para contemplar toda a variação dos ambientes serranos. Serão realizados registros fotográficos dos espécimes capturados, sendo estes posteriormente fixados em solução de formalina 4%, etiquetados, e encaminhadas para o laboratório para processamento.

Para identificação taxonômica dos exemplares coletados serão utilizadas literaturas específicas como Géry (1977), Britski *et al.* (1986), Planquette *et al.* (1996), Britski *et al.* (1999), Santos *et al.* (2004), Oyakawa *et al.* (2006), Buckup *et al.* (2007), e Menezes *et al.* (2007). Os nomes científicos seguem aqueles empregados nas descrições originais, atualizados através de Reis *et al.* (2003) e Buckup *et al.* (2007) sendo estas agrupadas em suas respectivas famílias em ordem de evolução, segundo Nelson (2006).

Para cada indivíduo amostrado, serão obtidos através de um ictiômetro, os seguintes dados biométricos: comprimento total (medida obtida da ponta do focinho à extremidade final da nadadeira caudal), e comprimento padrão (medida obtida da ponta do focinho até a extremidade da última vértebra). Para a obtenção do peso total será utilizada uma balança. Os dados de comprimento total e padrão serão

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC 7m



tomados em milímetros (mm) e o peso em gramas (g). Para determinar o porte (comprimento total) das espécies de peixes capturadas, será utilizada a classificação de Vazzoler (1996), que atribui comprimentos inferiores a 200 mm à peixes de pequeno porte; comprimentos entre 200 e 400 mm à peixes de médio porte; e, comprimentos superiores a 400 mm à peixes de grande porte. Após o processamento, estas amostras serão tombadas em coleção a ser definida.

As unidades amostrais serão definidas como os pontos de coletas. Desta forma, para cada ponto será determinada a diversidade por riqueza específica e abundância por número de indivíduos, atributos indicadores de estrutura de comunidades. Será adotado o Índice de Frequência de Ocorrência de Dajoz (1973), dada em porcentagem, considerando-se a relação entre a ocorrência das espécies e o número total de amostras. De acordo com este autor, são consideradas constantes as espécies que apresentaram valores com frequências iguais ou superiores a 50%; acessórias com frequências entre 25 e 50%; e, acidentais, com valores inferiores a 25% de frequência (DAJOZ, 1973).

Também será utilizado o Índice de Dominância sugerido por Beaumord & Petrere (1994), que integra o número de indivíduos e respectiva biomassa total por espécie, de forma a equalizar as diferenças entre peso, tamanho e abundância existentes entre os peixes.

Para testar as diferenças espaciais entre as áreas Controle e áreas Sob Influência da mineração será realizada uma análise multivariada de escalonamento não métrica multidimensional (NMDS) com os dados de composição da ictiofauna. A NMDS é uma técnica de ordenação não linear considerado como um método efetivo para analisar dados ecológicos das comunidades (MCCUNE & GRACE, 2002). Essa análise será realizada usando o programa computacional R (R Core Team, 2018), com pacote “vegan” (OKSANEN et al., 2013). Os dados de abundância dos peixes serão transformados ($\ln x+1$), a fim de evitar resíduos devido às diferenças entre os valores de abundância de indivíduos.

A fim de testar se há diferenças significativas entre a formação ou não dos grupos obtidos pelo NMDS será realizada uma ANOSIM (*Analysis of Similarities*). Essa técnica é baseada em matrizes de similaridades (ou distâncias), a partir do qual se realiza um ordenamento dos valores obtidos com o objetivo de gerar uma estatística de teste denominada R (CLARKE & WARWICK, 1993). Essa análise será realizada usando o software Primer (*Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research*). Para verificar a riqueza de espécies entre as áreas Controle e as áreas Sob Influência da mineração serão obtidas curvas de rarefação de espécies por número de indivíduos capturados. Esta curva será obtida utilizando-se do programa disponibilizado no aplicativo Past (HAMMER et al., 2001). Comparação entre espécies, considerando a ordem de grandeza dos cursos d’água tanto para a área de influência quanto para a área controle também poderão ocorrer.

Para verificar se as variáveis físico-químicas da água influenciam a abundância e riqueza de peixes, será utilizado um procedimento de seleção de modelos baseado no critério de informação de Akaike, no qual os modelos que apresentaram $\Delta < 2$ foram considerados os mais parcimoniosos (BURNHAM & ANDERSON, 2002). Será verificada, ainda, a existência de multicolinearidade entre as variáveis explanatórias, através do Teste VIF (*Variance Inflation Factor*), onde $VIF > 10$ indica multicolinearidade. Desta forma, variáveis autocorrelacionadas não serão inseridas no mesmo modelo. Este estudo será feito através de campanhas semestrais, abrangendo o período de sazonalidade, por pelo

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



menos três anos consecutivos.

5.4.3.7.8. Efeito de Ruídos

O bioindicador utilizado para avaliar a ocorrência de efeitos derivados de ruído gerados pelas atividades minerárias será o grupo de aves.

Cabe salientar que os pontos de monitoramento de ruído na comunidade de aves nas áreas tratamento e controle serão definidos em campo quando do início do monitoramento. Para uma definição correta dos pontos é necessário, inicialmente, entendimento da dinâmica de propagação do ruído existente (máquinas e equipamentos em operação), associada ao layout do empreendimento em questão.

5.4.3.7.9. Aves

Diante da percepção de que o mundo está cada vez mais barulhento, uma série de cientistas vêm avaliando os impactos do ruído na fauna. A maior parte desses estudos avaliam os impactos do ruído por meio da observação de alterações no indivíduo (BRUMM, 2004, 2013; LINHART *et al.*, 2012; SLABBEKOORN & RIPMEESTER, 2008), ainda que existam aqueles que indiquem que o ruído pode afetar aspectos populacionais e de comunidades de aves (FRANCIS, 2015; FRANCIS *et al.*, 2011; MCCLURE *et al.*, 2013; WARE *et al.*, 2015), bem como alterações na paisagem acústica (DUARTE *et al.*, 2015). A exemplo, o ruído pode afetar “silenciosamente” a qualidade do habitat, e reduzir a massa corporal de algumas espécies de aves (WARE *et al.*, 2015), ou abundância de algumas espécies (MCCLURE *et al.*, 2013), e as interações entre as espécies (FRANCIS *et al.*, 2009). Hoje, é amplamente aceito que a poluição sonora pode afetar a fauna, ainda que seus mecanismos não sejam bem compreendidos (de ARAÚJO, 2011).

O ruído sonoro vem sendo frequentemente ignorado em avaliações ambientais, apesar dos dados mostrarem, por exemplo, que o ruído de fundo cresceu 63% nas áreas de proteção norte americanas (BUXTON *et al.*, 2017). O objetivo desse trabalho é avaliar os efeitos da poluição sonora no ambiente e na biologia das aves. Esse problema pode ser abordado em escalas biológicas distintas, e nesse trabalho propomos uma avaliação na comunidade de aves e na paisagem acústica. Essas duas escalas têm a capacidade de resumir os efeitos da poluição sonora em um grande conjunto de espécies, tornando-as especialmente interessantes em uma avaliação inicial.

5.4.3.7.10. Desenho Amostral

Propõe-se realizar o monitoramento em 50 pontos, sendo 25 próximos ao local do estabelecimento da mina (tratamento), e outros 25 pontos mais distantes e sem a influência da mineração (controle). Enquanto as áreas em tratamento deverão ser posicionadas a não mais de 500m do limite final da cava, a área controle deverá possuir uma fitofisionomia similar, e ser posicionada em um local que diste de influências antrópicas. Em cada uma dessas áreas serão estabelecidos transectos de dois quilômetros, cortados perpendicularmente por cinco parcelas, nas quais serão posicionados os 25 pontos de amostragem. Cada um desses 25 pontos, áreas tratamento e controle, será amostrado uma vez por ano, sendo campanhas a serem realizadas na época seca. Cada ponto de amostragem terá a estrutura de habitat avaliada por meio da aquisição de 18 variáveis como altura e abertura do dossel, presença de clareiras,

12 DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



cipós, etc. Adicionalmente, tomaremos medidas de intensidade sonora por meio do uso de um decibelímetro BK2270, e realizaremos gravações calibradas do ambiente por meio de um microfone Beyerdynamic MM1 acoplado a um gravador Sounddevices MixPre3. A calibração do sistema se dará por meio de um calibrador do tipo I que emite um sinal de 94dB em 1kHz, o que nos permitirá obter o espectro do ruído de fundo. Em dois pontos de cada parcela posicionaremos gravadores autônomos AudioMoth, que serão dispostos em campo amostrando 3 minutos a cada hora ao longo de todo o período. Por fim, para amostrar as aves presentes será realizado listas de Mackinnon (MACKINNON & PHILLIPS, 1993) em cada parcela ao longo de todo o monitoramento.

5.4.3.7.11. Alterações na Paisagem Acústica

Nessa porção do projeto, buscar-se-á determinar como a mineração altera a paisagem acústica. Para além de medidas de intensidade de ruído, que mostram de forma simples as alterações acústicas, será utilizado espectros de potência, que ilustram a distribuição de energia no espectro de frequência, além de um conjunto de seis índices acústicos. Juntas, essas métricas tem o potencial de descrever as alterações da paisagem acústica provocadas pela mineração.

Serão utilizados seis índices que em conjunto, representam as três famílias de índices existentes (SUEUR *et al.*, 2014). O ruído de fundo (L90) será utilizado como índice de intensidade do ruído de fundo (BISTAFA, 2011). Já os índices de equitabilidade acústica (*Acoustic Evenness Index* - AEI) e Entropia H serão utilizados como índices de diversidade acústica, enquanto os índices o Índice de Complexidade Acústica (ACI), *Bioacoustics index* (BI) e NDSI serão utilizados como índices de paisagem acústica. De forma geral esses índices serão utilizados para verificar a existência de alterações na paisagem acústica nas áreas mineradas em relação ao controle. Os índices serão calculados com base nos arquivos gerados pelos gravadores autônomos, cuja amostragem se estende por três meses em cada campanha. Assim, para além de proporcionar a determinação da alteração da paisagem acústica ao longo do processo de estabelecimento, as gravações servirão como testemunho da diversidade acústica e biológica presente na área (MARQUES *et al.*, 2014).

5.4.3.7.12. Alterações na Diversidade Biológica

5.4.3.7.12.1. Efeitos na Diversidade Taxonômica

As amostragens das aves serão realizadas por meio de listas de MacKinnon (MACKINNON & PHILLIPS, 1993). Essas listas são mais adequadas que os índices pontuais de Abundância em amostragens de áreas com alta diversidade de aves, tal como as florestas tropicais (MACLEOD *et al.*, 2011). Adicionalmente, o uso de listas de Mackinnon (m-listas) é especialmente indicado aqui, uma vez que elas utilizam um número fixo de espécies, e seriam menos susceptíveis ao problema da redução da detectabilidade de indivíduos, já que independem da abundância (GOTELLI & COLWELL, 2001). As listas serão utilizadas em uma análise de acumulação de espécies realizadas por meio do pacote iNEXT (HSIEH, MA, & CHAO, 2016), no programa R (R, 2017), que utiliza métodos de interpolação e extrapolação para determinar a acumulação dos números de Hill. Vamos utilizar os três números de Hill (Riqueza de espécies, Índice de diversidade de Shannon e Simpson) calculados pelo iNEXT para

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



comparar a diversidade taxonômica entre as áreas controle e tratamento.

5.4.3.7.12.2. Efeitos na Diversidade Filogenética

A lista de espécies obtidas pela amostragem taxonômica será utilizada para realizar o download de 10000 árvores filogenéticas a partir do site Birdtree.org (JETZ et al., 2012). Através do software Mesquite (MADDISON e MADDISON, 2001), construiremos a filogenia das espécies amostradas. A árvore filogenética e a composição de espécies de cada parcela serão utilizadas para o cálculo das diversidades filogenéticas (PD) (FAITH, 1992) por parcela.

5.4.3.7.13. Medindo a Diversidade Funcional

A diversidade funcional é um componente da biodiversidade que diz respeito ao que os organismos fazem, e não, a sua identidade taxonômica (PETCHEY & GASTON, 2006). Nesse contexto, os fenótipos, ou atributos funcionais, têm um papel central nas medidas de diversidade funcional, uma vez que determinam como os organismos utilizam o ambiente. No presente trabalho, utilizaremos os parâmetros dos cantos das aves como atributos funcionais, para verificar se espécies com atributos vocais específicos estão sendo afetadas pelo ruído da mineração. Dentre as diversas métricas utilizadas para a diversidade funcional, utilizaremos duas, o *convex hull volume* (CHV) que representa a menor forma convexa que inclui um conjunto de pontos no espaço n-dimensional, e o *functional evenness*, métrica de diversidade funcional que sofre menos os efeitos da riqueza taxonômica.

5.4.3.7.14. Efeito da Deposição de Poeira

O bioindicador utilizado para avaliar a ocorrência de efeitos derivados de deposição de poeira gerada pelas atividades minerárias será a fenologia de plantas de sub-bosque.

Assim como os pontos de ruído, para a determinação correta dos pontos de poeira é necessário, inicialmente, quando do início do monitoramento, observar os locais e verificar em campo quais as principais fontes de emissão, bem como as atividades ligadas à ela (ex: Movimentação de material, terraplenagem, escavações).

5.4.3.7.14.1. Fenologia de Plantas de Sub-bosque

Os eventos fenológicos são extremamente ligados ao funcionamento de ecossistemas (WILLIAMS, et al., 1997) e a sua inibição por qualquer fator é um importante indicador de alterações ambientais (REICH, 1995). A deposição de poeira pode afetar os eventos fenológicos em plantas. Se isso realmente ocorre com a poeira oriunda de mineração ou do trânsito constante de máquinas pode indicar que a mata do entorno onde ocorre a deposição de poeira pode perder sua funcionalidade, em termos de manter grupos funcionais faunísticos que precisam realizar polinização, e grupos que dependem de floração, frutificação etc. Por outro lado, a ocorrência de chuva periódica pode também atuar como um efeito positivo ao lavar a poeira depositada sobre as plantas. Para entender melhor este efeito os eventos fenológicos serão estudados nas comunidades sob influência da deposição de poeira.

12 DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



5.4.3.7.14.2. Desenho Amostral

A seleção do gradiente de deposição de poeira, bem como de três espécies a serem estudadas depende de uma visita na área de estudo. O gradiente deverá ser desenhado entre 50 e 500 m, podendo ser ampliado se necessário. Três populações de cada espécie deverão ser utilizadas em cada gradiente. O gradiente pode ser diferente para cada espécie, mas idealmente devem ser os mesmos para diminuir esforço de deslocamento. As espécies escolhidas deverão ser de ampla distribuição, presente em todos os pontos do gradiente e apresentar eventos bem visíveis de floração e frutificação. Serão também escolhidas através do uso pelo maior número de animais. Também deve ser obtido algum parâmetro populacional, como taxa de crescimento, tamanho de folhas, regeneração natural, para avaliar os efeitos de deposição ao longo do gradiente. É necessário ainda a quantificação da poeira utilizando coleta de folhas maduras (10 unidades) de cada espécie. Após a coleta, as folhas serão colocadas em sacos zip lock, etiquetado e mantido a fresco. Em laboratório, as folhas frescas serão lavadas com 100 ml de etanol (incluindo o interior dos sacos) para a retirada de todas as partículas de poeira. O etanol, em seguida, será filtrado através de um filtro de 0,8 μ m de tamanho de malha, utilizando um holder e uma seringa. Os papéis de filtro com o material particulado serão colocados para secar ao ar durante alguns minutos e em seguida são pesados em balança analítica de precisão. O peso da poeira é calculado subtraindo o peso do papel de filtro do peso do filtro com o material particulado. O resultado será dado por uma relação entre o peso total do material particulado pela área total das folhas coletadas. A área foliar será medida utilizando imagem digital. As fotos serão transformadas para tons de cinza (8 bits) e então submetidas ao programa computacional ImageTool, para o cálculo da área foliar.

Caso não seja possível selecionar espécies ao longo de gradientes de modo a permitir um desenho amostral adequado, a metodologia deve ser direcionada para estudo fenológico da comunidade herbácea ou do sub-bosque (MUNHOZ & MORELLATO, 2005).

O período de monitoramento deve ser de pelo menos 3 anos e deve ocorrer semanal ou quinzenalmente, apenas durante o principal período de floração e frutificação da espécie, dependendo de quanto tempo durar o evento fenológico da espécie. Também deverão ser anotadas as precipitações pluviométricas locais, se possível diariamente, caso exista alguma estação pluviométrica regional. As análises entre variáveis fenológicas (floração, frutificação), populacionais (crescimento), ambientais (precipitação) e físicas (quantidade de poeira) devem indicar o efeito de poeira nas plantas, caso este esteja presente.

A verificação das intensidades dos eventos floração (antese) e frutificação serão estimadas utilizando a escala de Fournier. O Índice de Intensidade de Fournier fornece estimativa da abundância de flores e frutos produzidos (BENCKE & MORELLATO, 2002) através de uma escala semiquantitativa com números de 0 a 4, sendo que cada número corresponde a um intervalo de 25% (por exemplo, 0 = 0%, 1 = 1-25%, 2-50%, 3-75% 4-100%). Esses intervalos indicam que quanto maior a escala dada ao indivíduo maior é a exuberância de estruturas reprodutivas. O IA é um índice qualitativo que correspondente à razão entre o número de indivíduos encontrados em determinada fenofase em relação ao número total da população estudada (BENCKE & MORELLATO, 2002). Os dois métodos foram utilizados simultaneamente, pois fornecem informações complementares sobre a fenologia (BENCKE & MORELLATO, 2002).

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.4.3.8. Avaliação e Monitoramento

Todo o processo do Programa de monitoramento de fauna e bioindicadores será monitorado e documentado, para que se mantenha o registro sistematizado dos procedimentos adotados, das ações bem-sucedidas e das dificuldades encontradas. Se necessário, o monitoramento e a documentação servirão como base para adequações das ações.

As equipes responsáveis pelo Programa deverão providenciar relatórios técnicos para serem reportados ao órgão ambiental (IBAMA), bem como manter registros e memórias dos processos de monitoramento. Os relatórios técnicos serão semestrais e deverão conter registros de acompanhamento das atividades e documentação fotográfica referente às atividades de campo, resultados e conclusões, conforme Artigo 23 da Instrução Normativa nº 146/2007 do IBAMA. Os registros fotográficos deverão ilustrar as áreas de estudo, as metodologias utilizadas no monitoramento e a equipe técnica.

5.4.3.8.1. Metas e Indicadores

As metas e os indicadores, são associados a um conjunto de métricas utilizadas para avaliar os resultados, ao longo do tempo do desenvolvimento do Programa. O histórico desses dados é utilizado para analisar a junção dos objetivos e resultados esperados que foram estabelecidos previamente. Desse modo, são apontados como objetivos, metas e indicadores para o Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores, os seguintes pontos (Tabela 145).

Tabela 145 Objetivo, Metas e Indicadores Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores.

Objetivos	Metas	Indicadores
Avaliar a alteração da disponibilidade e qualidade hídrica superficial.	Monitorar os efeitos da alteração na disponibilidade e qualidade hídrica superficial de cursos d'água sob a comunidade de peixes e insetos aquáticos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera Trichoptera e Odonata.	Parâmetros biológicos de Riqueza e Diversidade dos grupos de peixes e insetos avaliados.
Avaliar o aumento na emissão de poeira.	Quantificar a deposição de poeira em plantas arbóreo-arbustivas localizadas em diferentes distâncias da atividade de mineração	Filtragem e pesagem de material particulado atmosférico raspado de folhas maduras.
Avaliar o aumento na intensidade dos ruídos.	Verificar se a emissão e intensidade deste ruído influenciam na comunidade de aves e monitorar os seus efeitos	Paisagem acústica dos pontos amostrais.
Avaliar a redução e perda de habitat.	Monitorar a influência direta da atividade de mineração sobre os habitats terrestres e aquáticos comparando locais considerados "Controle" versus locais considerados "Sob Influência".	Comparação dos parâmetros bióticos e abióticos entre os locais Controle e Sob Influência.

Elaborado por Clam, 2025.

5.4.3.9. Cronograma

O estabelecimento e cumprimento do cronograma de execução, desempenha um papel crucial em diversos contextos fundamentais para o sucesso dos programas, principalmente quando relacionado ao cumprimento dos objetivos estabelecidos. Portanto, a execução dos Programas ficará a cargo do empreendedor a partir da fase de implantação do Projeto Alemão.

O Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores deverá ocorrer em locais estratégicos que permitam avaliar a evolução dos possíveis impactos sobre a biota local ao longo de todo o período de instalação e operação do empreendimento.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.4.4. Programa de Monitoramento de Ninho de Harpia

5.4.4.1. Justificativa

As atividades de monitoramento a serem executadas pelas equipes em campo visam a conservação e bem-estar da espécie nativa da fauna, sobretudo buscando mitigar e/ou anular os impactos diretos e indiretos provenientes das atividades de implantação e operação do referido projeto, prevenindo a exposição aos riscos ou danos em função das atividades de supressão de vegetação em áreas de vegetação secundária, destinadas a construção da usina e outras instalações menores da mina, além de áreas de floresta primária, como, nas obras de adequação da rodovia Dr Faisal Salmen (PA-275), do repotenciamento da Linha de Transmissão Serra Norte-Igarapé Bahia e da barragem de rejeitos.

O Gavião-real, *Harpia harpyja*, habita as florestas do Novo Mundo desde o sul do México até o nordeste da Argentina (APARÍCIO, 2001; SICK 1993) e aparentemente nunca foi muito abundante (BIERREGAARD, 1995), o que pode criar uma sensação de absoluta ausência desta espécie em florestas que mostram condições ótimas para sua existência (GARCIA, 1996), sensação esta que se deve à dificuldade de detecção dos indivíduos em sua área de vida.

Esta espécie, a maior ave de rapina das Américas, esteve antes listada no Brasil como ameaçada de extinção (BERNARDES et al., 1990) e recentemente foi reclassificada como Vulnerável na Lista Oficial de Espécies Brasileiras Ameaçadas de Extinção (website do MMA, 2010), e considerada internacionalmente Quase Ameaçada (BirdLife / IUNC 2024).

Alvarez-Cordero (1996) estudou 29 ninhos na Venezuela e 10 no Panamá, estimou que os casais usam um raio de cerca de três a sete quilômetros do entorno dos ninhos, mantendo área de uso aproximadamente circular com o ninho central. A dispersão destes casais pode ser em até 80km².

O hábito de retornar às árvores dos ninhos (em diferentes ciclos de reprodução) foi apontado em dois diferentes trabalhos, Rettig (1978) e Alvarez & Kung (1998), que registraram ciclos de reutilização de ninhos com cerca de três anos.

Na FLONA de Carajás também se encontra o mais alto ninho de harpia monitorado em todo o Brasil. Construído em uma castanheira (*Bertholletia excelsa*), esse ninho encontra-se dentro da área de influência do Projeto Alemão. Em 2008 o ninho tornou-se ativo, com a utilização por um indivíduo fêmea e no ano de 2009 passou a ser monitorado dentro do Projeto Harpia. Em 2023 foi detectado mais um ninho ativo nas proximidades da Linha de Transmissão.

5.4.4.2. Objetivo

O objetivo principal do presente programa é monitorar os ninhos de *Harpia harpyja* (harpia ou gavião-real) localizado na área de influência do Projeto Alemão, ampliando o conhecimento sobre a espécie, avaliando possíveis alterações relacionadas a implantação e operação do projeto e apoiando estratégias de conservação da espécie na Floresta Nacional de Carajás.

Desta forma, são objetivos específicos do programa:



- Monitorar a atividade no ninho da espécie harpia existente na Área de Influência do Projeto Alemão;
- Favorecer a proteção dos sítios de nidificação de grandes rapinantes e seu entorno, principalmente na FLONA Carajás;
- Contribuir para a ampliação do conhecimento sobre o uso e comportamento da espécie dentro do território da FLONA Carajás;
- Gerar subsídios para propor ações de mitigação, conservação e manutenção da espécie na FLONA Carajás.

5.4.4.3. Responsável pela implementação do Programa

A Vale S.A. será responsável pela implementação do Programa de Monitoramento de Ninho de Harpia, no âmbito do Projeto Alemão. Para isso, a empresa designará profissionais qualificados, como biólogos, com experiência em fauna silvestre, devidamente registrados nos respectivos conselhos de classe (como o CRBio).

Esses profissionais atuarão conforme os protocolos técnicos estabelecidos, observando rigorosamente as normas ambientais vigentes, os instrumentos de gestão das Unidades de Conservação envolvidas (como o plano de manejo da FLONA Carajás).

A Vale será responsável também pela supervisão, avaliação de desempenho das ações implementadas e reporte periódico dos resultados ao órgão licenciador, conforme previsto na legislação e nos instrumentos de controle ambiental.

5.4.4.4. Legislação e/ou outros Requisitos

A implementação do Programa observará as seguintes legislações e requisitos aplicáveis:

- Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais) – Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
- Lei nº 9.985/2000 – Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).
- Instrução Normativa IBAMA nº 146/2007 – Estabelece critérios e diretrizes para elaboração de Programas de Monitoramento de Fauna.
- Portaria MMA nº 148/2022 – Lista as espécies ameaçadas de extinção da fauna brasileira (*Harpia harpyja* classificada como "Vulnerável").
- Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB/ONU) – Ratificada pelo Brasil, que promove a conservação da diversidade biológica.
- Requisitos de Licenciamento Ambiental Federal do IBAMA relacionados ao Projeto Alemão.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.4.4.5. Escopo

O escopo do Programa de Monitoramento de Ninho de Harpia abrange a identificação, mapeamento, monitoramento, análise comportamental e proteção dos ninhos ativos da espécie *Harpia harpyja*, localizados na área de influência direta e indireta do Projeto Alemão, com foco especial na FLONA de Carajás. O programa também contempla:

- Instalação de armadilhas fotográficas e soundtraps;
- Registro de comportamentos reprodutivos, de alimentação e de uso do habitat;
- Avaliação de impactos das atividades do projeto sobre os ninhos ativos e potenciais áreas de nidificação;
- Proposição de medidas mitigadoras e de conservação.

5.4.4.6. Abrangência

A abrangência do programa compreende a área de influência direta e indireta do Projeto Alemão, em especial:

- Trechos da rodovia Dr. Faisal Salmen (PA-275) a serem adequados;
- Faixas de servidão da Linha de Transmissão Serra Norte – Igarapé Bahia;
- Área de implantação da barragem de rejeitos;
- Floresta Nacional de Carajás (FLONA Carajás), incluindo áreas de vegetação primária e secundária;
- Áreas próximas a ninhos de harpia já identificados e mapeados (incluindo os de 2008 e 2023);
- Outras áreas potenciais de ocorrência da espécie que possam ser afetadas direta ou indiretamente pelas atividades de implantação e operação do Projeto Alemão.

5.4.4.7. Materiais e Métodos

5.4.4.7.1. Planejamento

De maneira preliminar, deverá ser feito o planejamento das atividades de campo considerando o reconhecimento da área, localização e abertura de acessos para o ninho da harpia a ser monitorado, levando em consideração os acessos e as áreas já mapeados e as informações levantadas. Ainda, o planejamento também deverá prever o contato com organizações que atuam na conservação desta espécie e obtenção de autorizações específicas com a equipe gestora da Unidade de Conservação (ICMBio).

A partir do planejamento prévio, deverá ser verificada a necessidade de realização de uma campanha piloto com o objetivo de (i) verificação da acessibilidade e limpeza e demarcação das trilhas para os ninhos e áreas potenciais de ocorrência de harpia dentro da FLONA Carajás; (ii) instalação das armadilhas fotográficas em árvores emergentes próximas do ninho; (iii) manutenção da plataforma de

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



observação; (iv) manutenção/instalação de tela na base do ninho para coleta de vestígios.

5.4.4.7.2. Monitoramento

Os ninhos indicados serão monitorados a partir de observação direta e da instalação de armadilhas fotográficas com o objetivo de monitorar o uso do ninho e comportamentos dos pais e filhote. Se possível, filhotes serão capturados e marcados com anilhas, além de colocados rádio transmissores para monitoramento por telemetria via satélite. Será também monitorada a presença de carcaças e vestígios de alimentos na base do ninho e entorno imediato, com objetivo de estudar o uso de diferentes recursos para alimentação.

Serão instalados na base do ninho e entorno imediato, assim como em áreas controle, armadilhas fotográficas e *soundtraps* (gravadores de vocalizações) com o objetivo de estudar a presença de animais que podem ser presas potenciais para as harpias, além de permitir análises sobre a vocalização das harpias. As gravações das câmeras e do gravador de sons serão analisadas posteriormente, e os resultados comparados e agregados aqueles obtidos no monitoramento do ninho.

5.4.4.7.3. Proteção dos Sítios de Nidificação

As árvores-ninhos da espécie *Harpia harpyja* (gavião-real), geralmente se encontram em áreas inóspitas e de difícil acesso. As técnicas de aproximação dos ninhos de gavião-real, serão desenvolvidas para situações que gere o menor incômodo possível para a espécie, de modo que sejam observadas diversas clareiras ao redor da árvore-ninho, analisando o extrato da floresta para que possa ser escolhida a mais segura e aberta clareira para realizar a instalação das câmeras, dos gravadores e a decolagem e o pouso com o drone em segurança.

Além disso, serão instaladas medidas de proteção e fiscalização das áreas de entorno dos sítios de nidificação, como placas de aviso.

5.4.4.7.4. Avaliação e Monitoramento

Todo o processo do Programa de monitoramento de ninho de harpia será monitorado e documentado, para que se mantenha o registro sistematizado dos procedimentos adotados, das ações bem-sucedidas e das dificuldades encontradas. Se necessário, o monitoramento e a documentação servirão como base para adequações das ações.

As equipes responsáveis pelo Programa deverão providenciar relatórios técnicos para serem reportados ao órgão ambiental (IBAMA), bem como manter registros e memórias dos processos de monitoramento. Os relatórios técnicos serão semestrais e deverão conter registros de acompanhamento das atividades e documentação fotográfica referente às atividades de campo, resultados e conclusões, conforme Artigo 23 da Instrução Normativa nº 146/2007 do IBAMA. Os registros fotográficos deverão ilustrar as áreas de estudo, as metodologias utilizadas no monitoramento e a equipe técnica.

5.4.4.8. Metas e Indicadores

As metas e os indicadores, são associados a um conjunto de métricas utilizadas para avaliar os resultados, ao longo do tempo do desenvolvimento do Programa. O histórico desses dados é utilizado

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



para analisar a junção dos objetivos e resultados esperados que foram estabelecidos previamente. Desse modo, são apontados como objetivos, metas e indicadores para o Programa de Monitoramento de Ninho de Harpia, os seguintes pontos (Tabela 146).

Tabela 146 Objetivo, Metas e Indicadores Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores.

Objetivos	Metas	Indicadores
Monitorar a atividade no ninho da espécie <i>Harpia harpyja</i> .	Apresentar informações etológicas e parentais de <i>Harpia harpyja</i>	Gravações, fotografias e estrutura comportamental obtidos no monitoramento
Promover a proteção dos sítios de nidificação.	Promover conhecimento técnico para Educação Ambiental que permita a conservação da <i>Harpia harpyja</i> .	Placas, banners e sinalizadores

Elaborado por Clam, 2025.

5.4.4.9. Cronograma

O estabelecimento e cumprimento do cronograma de execução, desempenha um papel crucial em diversos contextos fundamentais para o sucesso dos programas, principalmente quando relacionado ao cumprimento dos objetivos estabelecidos. Portanto, a execução dos Programas ficará a cargo do empreendedor a partir da fase de implantação do Projeto Alemão.

O Programa de Monitoramento de ninho de harpia deverá ocorrer nos pontos dos ninhos identificados que permitam avaliar a evolução dos possíveis impactos sobre a biota local ao longo de todo o período de instalação e operação do empreendimento.

5.4.5. Programa de Monitoramento de Insetos Vetores

5.4.5.1. Justificativa

Os mosquitos são insetos da ordem Diptera comumente conhecidos como pernilongos e muriçocas, compreendendo algumas espécies consideradas vetores biológicos, pois transmitem agentes patogênicos para um hospedeiro vertebrado através da hematofagia (BRASIL, 2011). A disponibilidade de criadouros artificiais e fontes sanguíneas para mosquitos culicídeos é aumentada em áreas com intervenção humana, seja agrícola ou minerária (SANTOS & CALADO, 2014). A dinâmica populacional da fauna de mosquitos também pode ser alterada por esses fatores, tornando-os pragas disseminadoras de doenças (FORATTINI, 1998; TAÍPE-LAGOS & NATAL, 2003). Devido a importância epidemiológica dos culicídeos e flebotômíneos, estudos são necessários principalmente em áreas preservadas associadas a áreas com alterações antrópicas para conhecer as espécies presentes nesses locais permitindo a adoção de medidas preventivas de combate e controle desses mosquitos (HUTCHINGS et al., 2002, TANDINA et al., 2018).

Tendo em vista esses conhecimentos, torna-se relevante os estudos em áreas preservadas próximas a áreas que sofrem ou irão sofrer algum tipo de interferência, perturbação ou até transformação total de ambientes naturais (HUTCHINGS et al., 2002, TANDINA et al., 2018). As dinâmicas populacionais dos insetos e suas interações ecológicas são facilmente alteradas, dessa forma é necessário a identificação e monitoramento das ações que podem contribuir com essas alterações ambientais, permitindo que medidas preventivas de preservação, combate ou controle sejam tomadas (OLIVEIRA

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



& MELO, 2014).

A área de estudo da mina apresenta grandes extensões de floresta em grau elevado de conservação. A instalação do empreendimento alterará este ambiente, podendo acarretar mudanças na composição da fauna de mosquitos vetores de doenças, fazendo com que agentes etiológicos antes sem representatividade, ou não presentes, do chamado ciclo selvagem e do ciclo periurbano, passem a participar do quadro de saúde pública local.

5.4.5.2. Objetivo

O objetivo é estabelecer os devidos parâmetros a serem aplicados ao programa, propostos para o Projeto Alemão. Tais especificidades, se encontram descritas abaixo:

- Avaliar a diversidade, abundância e distribuição das espécies da fauna nos pontos amostrais, identificando variações temporais e espaciais;
- Monitorar espécies ameaçadas e de interesse para a conservação para que, se necessário, direcionar ações de proteção e recuperação das populações;
- Desenvolver uma base de dados, que possibilite a análise para eventuais tomadas de decisões voltadas a conservação de biodiversidade local;
- Utilizar como parâmetro comparativo de riqueza das espécies de fauna da Mineração Onça Puma, dados disponíveis na literatura relativos a FLONA de Carajá.

5.4.5.3. Responsável pela implementação do Programa

A Vale S.A. será responsável pela implementação do Programa de Monitoramento de Insetos Vetores, assegurando que todas as etapas sejam executadas por profissionais qualificados, como biólogos, entomologistas, devidamente registrados em seus conselhos profissionais e com experiência comprovada.

A empresa poderá contratar consultorias especializadas em entomologia aplicada e gestão ambiental, que atuarão sob supervisão direta da área de Meio Ambiente da Vale. Esses profissionais deverão executar o programa conforme as exigências legais e normas técnicas vigentes, garantindo o cumprimento das condicionantes ambientais estabelecidas nas licenças ambientais do empreendimento.

A atuação conjunta com instituições de pesquisa, universidades ou órgãos de saúde pública poderá ser considerada, com o objetivo de fortalecer a base científica do programa e contribuir com ações preventivas no contexto da saúde coletiva regional.

5.4.5.4. Legislação e/ou outros Requisitos

A execução do Programa observará a legislação ambiental, de saúde pública e normas técnicas aplicáveis, incluindo, mas não se limitando a:

- Lei nº 9.605/1998 – Lei de Crimes Ambientais;
- Lei nº 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente;

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Portaria nº 1.172/2004 – Ministério da Saúde – Diretrizes para o controle de vetores em áreas endêmicas;
- Instrução Normativa IBAMA nº 146/2007 – Estabelece normas para monitoramento da fauna no âmbito do licenciamento ambiental federal;
- Diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre vigilância entomológica de vetores;
- Plano de Manejo da FLONA de Carajás (quando aplicável).

5.4.5.5. Escopo

O escopo do Programa de Monitoramento de Insetos Vetores compreende a caracterização da diversidade, abundância e distribuição temporal e espacial de insetos vetores, com foco em mosquitos das famílias Culicidae e Psychodidae, que são reconhecidamente vetores de doenças infecciosas de importância em saúde pública.

O programa visa gerar dados ecológicos e epidemiológicos que subsidiem a avaliação de riscos à saúde dos trabalhadores e das comunidades vizinhas, decorrentes das alterações ambientais associadas à implantação e operação do Projeto Alemão.

Inclui também a implementação de medidas preventivas de controle vetorial e subsídios técnicos para apoio à gestão integrada de riscos, além da construção de uma base de dados para orientar ações de vigilância ambiental e sanitária.

5.4.5.6. Abrangência

A abrangência do programa se estende às áreas de influência direta e indireta do Projeto Alemão, especialmente:

- Canteiros de obras, áreas de convivência e alojamentos;
- Áreas de disposição de resíduos e estruturas de apoio operacional;
- Fragmentos florestais e ambientes naturais que sofrerão intervenção antrópica;
- Áreas de entorno da FLONA Carajás, onde possam ocorrer interações entre mosquitos silvestres e ambientes modificados.

O programa será desenvolvido de forma a cobrir as diferentes fitofisionomias e zonas de risco entomológico, respeitando critérios técnicos de acessibilidade, representatividade ambiental e relevância epidemiológica.

5.4.5.7. Materiais e Métodos

5.4.5.7.1. Delineamento Amostral

Os pontos de amostragem serão determinados na primeira campanha, considerando a presença de acessos e de ambientes favoráveis à presença de insetos vetores de doenças das famílias Culicidae e Psychodidae, abrangendo as fitofisionomias existentes. Serão também verificadas as condições de

12 DA @ 25 26 52 01-22 GC PM



criadouros para insetos vetores das famílias de interesse nas áreas de maior movimentação de trabalhadores como canteiros de obras, alojamentos, áreas de disposição de resíduos e demais estruturas.

5.4.5.7.2. Barraca Shannon

Para as amostragens serão utilizadas técnicas de atração protegida, do tipo Barraca de Shannon (SHANNON, 1939). Neste modelo de armadilha, o coletor minimiza o risco de contrair doenças por vetores, utilizando equipamentos de proteção pessoal (EPI). Essa armadilha foi proposta por Shannon (1939) e consiste em uma barraca de tecido em algodão natural, de tamanho da parte superior 150 x 150 x 50 cm e da parede central 150 x 150 cm.

Para este estudo, deve-se instalar uma armadilha por ponto, permanecendo aberta das 18:00 às 22:00, totalizando 24 horas por campanha. Para atração dos mosquitos deve-se utilizar uma lanterna de led instalada na região interna da armadilha. Os mosquitos atraídos pela luz, serão capturados pelo coletor com auxílio de sugador entomológico e armazenados em frasco coletor. Em seguida os mosquitos devem eutanasiados e devidamente armazenados, para posterior identificação em laboratório.

5.4.5.7.3. Armadilhas CDC (Center for Disease Control)

As armadilhas do tipo CDC (*Center for Disease Control*) são armadilhas automáticas que utilizam o método de atração luminosa e uma ventoinha para sucção dos mosquitos atraídos pela luz. Os mosquitos atraídos pela luz são sugados e aprisionados em um saco coletor na parte inferior da armadilha, sendo a ventoinha e a luz de led, são alimentadas por baterias do tipo 18650 3,7v.

Para atendimento dos objetivos propostos, devem-se utilizar duas armadilhas por ponto, permanecendo em campo 24 horas seguidas por um período de cinco dias consecutivos. As armadilhas devem ser vistoriadas diariamente, e as baterias trocadas sempre que necessário. Os mosquitos coletados são eutanasiados com vapor de acetona, triados e armazenados em microtubos de 5 mL, preservados a seco com sílica ou naftalina.

Esse método de coleta, é amplamente utilizado para levantamento e monitoramento de fauna culicídea em estudos entomológicos devido a sua grande eficiência de captura (CÂMARA *et al.*, 2022; MATHENGE *et al.*, 2005; NAMANGO *et al.*, 2022). Em programas de vigilância e monitoramento de vetores e em programas de levantamento de fauna culicídea, as armadilhas CDC são comumente usadas por coletarem espécies de mosquitos vetores em uma única amostragem principalmente espécies de hábitos noturnos (LI *et al.*, 2016; SRIWICHAI *et al.*, 2015). Além disso, por serem armadilhas automáticas, o coletor não tem contato direto com os mosquitos vetores, evitando assim a transmissão de patógenos.

5.4.5.7.4. Análise de dados

Para cada um dos grupos amostrados serão avaliados aspectos de composição (identidade das espécies) e riqueza (número de espécies), considerando também os pontos e as fitofisionomias de registro. As estimativas geradas pelo Jackknife 1 serão utilizadas para avaliar a efetividade do esforço amostral. A partir de uma matriz binária de presença e ausência das espécies em cada uma das amostras é possível gerar uma estimativa total da riqueza de espécies e a curva de acumulação de espécies possibilitando a

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



discussão sobre o esforço de coleta e a estrutura geral da comunidade faunística estudada.

Serão calculados os Índices de Diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade (J') para cada fitofisionomia de amostragem, e realizado a ANOVA (análise de variância) para testar a diferença dos descritores (riqueza, índices de diversidade e abundância) entre locais, para cada ocasião de amostragem.

A verificação da similaridade na composição de espécies entre as áreas amostradas será realizada por meio da análise de agrupamento hierárquico (Cluster), que se baseia no coeficiente de similaridade (medida por grupo) de Bray-Curtis, o qual é calculado a partir da abundância / dados de espécies nas estações amostradas.

Para verificação da similaridade entre os pontos de amostragem será realizada uma análise de agrupamento com o algoritmo UPGMA. Para o cálculo dos índices e análises, serão considerados na análise os números absolutos de registros para cada espécie obtidos durante a amostragem quantitativa.

5.4.5.8. Avaliação e Monitoramento

Todo o processo do Programa de Monitoramento de Insetos Vetores será monitorado e documentado, para que se mantenha o registro sistematizado dos procedimentos adotados, das ações bem-sucedidas e das dificuldades encontradas. Se necessário, o monitoramento e a documentação servirão como base para adequações das ações.

As equipes responsáveis pelo Programa deverão providenciar relatórios técnicos para serem reportados ao órgão ambiental (IBAMA), bem como manter registros e memórias dos processos de monitoramento. Os relatórios técnicos serão semestrais e deverão conter registros de acompanhamento das atividades e documentação fotográfica referente às atividades de campo, resultados e conclusões, conforme Artigo 23 da Instrução Normativa nº 146/2007 do IBAMA. Os registros fotográficos deverão ilustrar as áreas de estudo, as metodologias utilizadas no monitoramento e a equipe técnica.

5.4.5.8.1. Metas e Indicadores

As metas e os indicadores, são associados a um conjunto de métricas utilizadas para avaliar os resultados, ao longo do tempo do desenvolvimento do Programa. O histórico desses dados é utilizado para analisar a junção dos objetivos e resultados esperados que foram estabelecidos previamente. Desse modo, são apontados como objetivos, metas e indicadores para o Programa de Monitoramento de Insetos Vetores, os seguintes pontos (Tabela 147).

Tabela 147 – Objetivo, Metas e Indicadores Programa de Monitoramento de Insetos Vetores.

Objetivos	Metas	Indicadores
Avaliar a diversidade, abundância e distribuição das espécies da fauna nos pontos amostrais, identificando variações temporais e espaciais	Estabelecer e monitorar 100% dos pontos de amostragem, nas áreas de influência do empreendimento	Índice de Riqueza de Espécies = Número de espécies registradas por área, com comparações temporais
Monitorar espécies ameaçadas e de interesse para a conservação para que, se necessário, direcionar ações de proteção e recuperação das populações	Realizar os monitoramentos em 100% dos pontos de amostragem, com análise e elaboração de relatórios semestrais e anuais	Densidade Populacional de Espécies Ameaçadas = Número de indivíduos de espécies ameaçadas, comparado anualmente para avaliar tendências populacionais
Desenvolver uma base de dados, que possibilite a análise para eventuais tomadas de decisões voltadas a conservação de	Avaliar 100% dos impactos das atividades operacionais da Mineração Onça Puma, sobre as populações da fauna	Índice de Qualidade do Habitat = Avaliação de métricas do habitat (como cobertura vegetal, disponibilidade de água, conectividade) em

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Objetivos	Metas	Indicadores
biodiversidade local		relação ao nível de adequação para a fauna
Utilizar como parâmetro comparativo de riqueza das espécies de fauna da Mineração Onça Puma, dados disponíveis na literatura relativos a FLONA de Carajá	Realizar 100% das campanhas de Monitoramento previstas na área da Mineração Onça Puma e compará-lo com os dados disponíveis da Floresta Nacional de Carajás (FLONA de Carajás).	Número de Relatórios Gerados = Contagem e análise de relatórios, publicações e dados disponibilizados para apoiar políticas de conservação da biodiversidade na Unidade

Elaborado por Clam, 2025.

5.4.5.9. Cronograma

O estabelecimento e cumprimento do cronograma de execução, desempenha um papel crucial em diversos contextos fundamentais para o sucesso dos programas, principalmente quando relacionado ao cumprimento dos objetivos estabelecidos. Portanto, a execução do Programa ficará a cargo do empreendedor a partir da fase de implantação do Projeto Alemão.

Como mencionado anteriormente, propõe-se que o programa de monitoramento da fauna atropelada, sejam realizados com periodicidade semestral (duas campanhas por ano). Os cronogramas de execução das atividades, bem como de entrega do relatório (anual) devem ser apresentados de acordo com o prazo que determina na Autorização Específica.

5.4.6. Programa de Detecção e Controle de Caramujo Africano

5.4.6.1. Justificativa

O caramujo gigante africano *A. fulica* [atualmente *Lissachatina fulica* (Bowdich)] é um dos maiores caramujos terrestres do mundo, podendo chegar a mais de 20 cm de comprimento (em geral, têm entre 5 e 10 cm) (PETERSON, 1957). Eles apresentam alimentação diversa, podendo consumir mais de 500 espécies de plantas, além de matéria vegetal em decomposição (plantas e animais), lixo, papel molhado etc. Um dos fatores mais significativos para ocorrência e dispersão de *L. fulica* é a presença humana, sendo mais abundantes em áreas com densidades altas de seres humanos (TAKEDA, 1988).

O caramujo africano, especificamente, apresenta potencial de desenvolvimento e reprodutivo altos. A espécie apresenta hermafroditismo (eliminando a necessidade de encontro entre parceiros sexuais, acasalamento), e fertilidade (potencial de postura com 300 a 1.200 ovos por indivíduo) e fecundidade altas (taxas de eclosão altas). Os indivíduos alcançam maturidade sexual em um período considerado baixo, de 6 a 9 meses em média.

Assim como outras espécies invasoras, os impactos potencialmente gerados pela presença do caramujo africano na área vão desde alterações a nível ecossistêmicos, como alterações na cadeia trófica local a disseminação de doenças aos seres humanos. De forma mais específica, a disseminação do caramujo africano na área do Projeto Alemão pode gerar impactos devido a diversos fatores como por exemplo:

- Competição por recursos: conforme citado anteriormente, essa espécie invasora apresenta hábitos alimentares generalistas, podendo competir por determinados recursos (espécies de plantas, por exemplo) que são utilizadas como alimento por espécies nativas de moluscos;
- Doenças: os caramujos africanos estão relacionados à transmissão de nematódeos capazes de causar a meningite eosinofílica e angiostrilíase abdominal. As doenças podem ser transmitidas para

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



os seres humanos através do muco do caramujo ou para animais silvestres que se alimentem dos caramujos. Além disso, as conchas servem de reservatório de água parada, sendo um potencial criadouro de culicídeos com potencial de transmissão de doenças como dengue, *Chikungunya* e Zika;

- Estética: além dos riscos à saúde, a infestação de caramujos causa desconforto aos seres humanos, uma vez que são moluscos de grande porte, que se aglomeram em áreas bastante urbanizadas e é considerada uma espécie que gera aversão.

Ressalta-se caramujo africano pode ser identificado através de sua coloração castanho-clara e estrias longitudinais castanho-avermelhadas. A identificação correta da espécie invasora é fundamental para o manejo seja efetivo, evitando impactos negativos sobre as populações de moluscos nativos. O Caramujo africano, *Lissachatina fulica* pode ser facilmente confundida com espécies nativas como *Megalobulimus* sp., *Sultana* sp. (Foto 11) e *Corona* sp. (Foto 12), que compartilham caracteres morfológicos semelhantes.

Assim sendo, o monitoramento e controle do caramujo africano (*Lissachatina fulica*) nas Áreas Diretamente Afetadas e Áreas de Influência Indiretas do Projeto Alemão é importante, tendo em vista os efeitos deletérios conhecidos causados por espécies invasoras no ecossistema local e o fato do Projeto Alemão estar localizado próximo aos limites da FLONA Carajás.

5.4.6.2. Objetivo

O objetivo é monitorar e controlar as espécies invasoras de fauna, especificamente o caramujo africano (*Lissachatina fulica*), nas Áreas Diretamente Afetada e Áreas de Influência Direta do Projeto Alemão, de forma a impedir a invasão e/ou disseminação desta espécie na área do Projeto Alemão e áreas adjacentes, principalmente nas áreas próximas à FLONA Carajás.

5.4.6.3. Responsável pela Implementação do Programa

A Vale S.A. será responsável pela implementação do Programa de Detecção e Controle de Caramujo Africano (*Lissachatina fulica*) no âmbito do Projeto Alemão. A execução do programa será realizada por profissionais capacitados, com formação e experiência comprovada, controle de espécies exóticas invasoras e monitoramento ambiental, estando devidamente registrados em seus conselhos profissionais.

A Vale poderá contar com o apoio de consultorias ambientais especializadas e instituições científicas reconhecidas, que atuarão sob a supervisão direta da área de Meio Ambiente da empresa. Todos os profissionais envolvidos deverão seguir as normas técnicas, boas práticas de manejo e as exigências estabelecidas pelos órgãos ambientais competentes.

A atuação deverá assegurar a eficiência do diagnóstico, monitoramento e controle da espécie invasora, minimizando impactos ecológicos e sanitários, e promovendo o cumprimento das condicionantes ambientais associadas à implantação e operação do Projeto Alemão.

5.4.6.4. Legislação e/ou Outros Requisitos

A execução do Programa atenderá às normas legais e diretrizes técnicas aplicáveis ao controle de espécies exóticas invasoras e ao monitoramento ambiental, incluindo, mas não se limitando a:

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Lei nº 9.605/1998 – Lei de Crimes Ambientais;
- Lei nº 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente;
- Instrução Normativa MMA/ICMBio nº 6/2019 – Dispõe sobre prevenção, controle e erradicação de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação federais e zonas de amortecimento;
- Instrução Normativa IBAMA nº 146/2007 – Normas para monitoramento da fauna em processos de licenciamento ambiental federal;
- Normas da Vigilância em Saúde (MS) – Relacionadas à prevenção de zoonoses e controle de vetores;
- Autorização Direta nº 16/2023 e nº 05/2023 (ICMBio) – Referentes ao manejo da espécie no Núcleo Urbano de Carajás;

5.4.6.5. Escopo

O escopo do programa envolve o diagnóstico, monitoramento, controle e manejo ambiental do caramujo africano (*Lissachatina fulica*) nas áreas diretamente e indiretamente afetadas pelo Projeto Alemão, com vistas à prevenção da invasão, contenção da dispersão e eliminação localizada da espécie.

As ações serão baseadas em evidências científicas e observações de campo, considerando os impactos ecológicos, sanitários e sociais da presença da espécie invasora, bem como sua interação com a fauna nativa, a vegetação local e a saúde humana.

O programa contemplará o uso de métodos ativos (busca direta) e passivos (armadilhas), além da eutanásia controlada dos espécimes coletados, respeitando os protocolos ambientais e sanitários vigentes.

5.4.6.6. Abrangência

O Programa abrangerá as seguintes áreas:

- Área Diretamente Afetada (ADA): locais onde ocorrerão intervenções físicas diretas do Projeto Alemão;
- Área de Influência Direta (AID): áreas adjacentes à ADA com potencial risco de invasão;
- Zonas de amortecimento da FLONA Carajás, considerando a proximidade geográfica e a sensibilidade ecológica da Unidade de Conservação;
- Ambientes com características propícias à presença da espécie, como áreas úmidas, entulhos, depósitos de matéria orgânica, canteiros de obra, sistemas de drenagem, alojamentos e estruturas operacionais.
- A distribuição espacial das atividades será orientada por resultados do diagnóstico prévio, histórico de ocorrências e mapeamento de pontos críticos.

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



5.4.6.7. Materiais e Métodos

5.4.6.7.1. Diagnóstico prévio

O Diagnóstico de Prévio tem como objetivo levantar dados de presença e ausência e estrutura da população de *Lissachatina fulica* na ADA e AID do Projeto Alemão e áreas adjacentes. Os dados levantados através do diagnóstico serão imperativos para a compreensão do cenário atual (distribuição, estrutura de população) desta espécie na área e no entorno da área do Projeto Alemão para o desenvolvimento do delineamento das atividades de monitoramento e controle da espécie na área.

Três cenários são esperados como resultado do diagnóstico, conforme pode ser observado abaixo:

- No primeiro cenário, a espécie é inexistente nas áreas de influência do Projeto Alemão, o que direcionará os planos de ação para o levantamento, e monitoramento e controle de vias de disseminação visando coibir a invasão das áreas pela espécie.
- No segundo cenário, a espécie é existente e abundante na Área Diretamente Afetada e inexistente na Área de Influência Direta do Projeto Alemão, o que direcionará os planos de ação para o monitoramento e controle da espécie na ADA, visando coibir a invasão das Áreas de Influência Direta.
- No terceiro cenário, a espécie é existente e abundante na ADA e AID do Projeto Alemão, o que direcionará os planos de ação para o monitoramento e controle das espécies, focado principalmente na eliminação ou controle das populações na AID e ADA, respectivamente.

O diagnóstico será realizado através de duas campanhas, prioritariamente na estação chuvosa. Quando os indivíduos forem encontrados, será realizada uma avaliação da estrutura da população (nº de indivíduos, biometria e estágio de desenvolvimento). A biometria dos indivíduos será realizada através da mensuração do canal sifonal ao ápice (comprimento total). A definição do estágio de desenvolvimento se dará através da classificação dos indivíduos em quatro classes de desenvolvimento: juvenil (até 10 mm), adultos jovens (40 a 70 mm) e adultos (acima de 70 mm) (TOMIYAMA, 2002; CRAZE & MAUREMOOTO, 2002). Além disso, será realizada busca por ovos, e inspeções de herbivoria de plantas nativas e evidências de predação dos indivíduos pela fauna local. Por fim, serão criados panfletos com perguntas e respostas simples para o preenchimento dos moradores e colaboradores que estejam presentes nas áreas de monitoramento, a fim de obter informações acerca da presença e distribuição da espécie na área.

A localidade e os habitats onde os indivíduos forem encontrados registrados através de fotografia e georreferenciamento, a fim de mapeamento da distribuição e padrão de ocupação de habitats. Conforme mencionado anteriormente, as informações levantadas durante o diagnóstico serão utilizadas para o desenvolvimento do plano de trabalho detalhado do monitoramento e controle da espécie na área.

5.4.6.7.2. Busca ativa

A busca ativa consiste na detecção visual dos indivíduos de caramujo africano através da exploração de áreas pré-determinadas. A busca ativa será realizada por biólogo especialista em molusco, considerando as informações existentes sobre a ecologia e biologia da espécie, como habitats (áreas húmidas com

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



acúmulo de matéria orgânica, entulhos, áreas de descarte de resíduos e objetos etc.) e período de maior atividade dos indivíduos (períodos de temperatura mais amenas, início da manhã e da noite), e a exequibilidade da atividade nas áreas, principalmente no que diz respeito à logística. O método de busca ativa será realizado tanto no diagnóstico prévio quanto no monitoramento e controle posterior.

5.4.6.7.3. Armadilhas

Por se tratar de métodos de coleta passiva, as armadilhas poderão ser utilizadas, caso seja julgado necessário em áreas específicas. As armadilhas para os caramujos correspondem ao posicionamento de pratos com leite ou cerveja em locais com indicativo da presença de indivíduos de caramujos africanos. Pelas características das armadilhas, principalmente, pelas iscas atrativas utilizadas (leite ou cerveja) e pela eventual presença de caramujos nas armadilhas, estas não são indicadas para utilização em áreas com potencial presença de espécies nativas de animais silvestres. No entanto, as armadilhas tem se mostrado eficazes na captura de exemplares de classes de tamanho específicas, conforme observado no Diagnóstico e Manejo para Controle e Monitoramento de Molusco Exótico (*Lissachatina fulica*) no Núcleo Urbano de Carajás (NUC), Parauapebas, PA, realizado pela CLAM Meio ambiente para a Vale Metais Básicos. para atender as determinações do Instituto Chico Mendes de Conservação de Biodiversidade (ICMBio) conforme a Autorização Direta Nº 16/2023 (2ª Retificação da AD Nº 17/2022) e Autorização nº 05/2023.

5.4.6.7.4. Eutanásia

Tanto no diagnóstico prévio quanto no monitoramento e controle da espécie, os indivíduos serão ensacados, eutanasiados através de uma solução de hipoclorito de sódio a 10% e macerados. Em seguida, serão descartados preferencialmente em tambor de cal vedado. É indicado que o descarte final do material seja feito através de enterramento em poço de cal.

5.4.6.8. Avaliação e Monitoramento

Todo o processo de resgate de fauna será monitorado e documentado, para que se mantenha o registro sistematizado dos procedimentos adotados, das ações bem-sucedidas e das dificuldades encontradas. Se necessário, o monitoramento e a documentação servirão como base para adequações das ações.

As equipes responsáveis pelo Programa deverão providenciar relatórios técnicos para serem reportados ao órgão ambiental (IBAMA), bem como manter registros e memórias dos processos de resgate. Os relatórios técnicos serão semestrais e deverão conter registros de acompanhamento das atividades e documentação fotográfica referente às atividades de campo, resultados e conclusões, conforme Artigo 23 da Instrução Normativa nº 146/2007 do IBAMA. Os registros fotográficos deverão ilustrar as áreas de estudo, as metodologias utilizadas para resgate, as espécies resgatadas e a equipe técnica.

5.4.6.8.1. Metas e Indicadores

As metas e os indicadores, são associados a um conjunto de métricas utilizadas para avaliar os resultados, ao longo do tempo do desenvolvimento do Programa. O histórico desses dados é utilizado para analisar a junção dos objetivos e resultados esperados que foram estabelecidos previamente. Desse

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



modo, são apontados como objetivos, metas e indicadores para o Programa de Detecção e Controle de Caramujo Africano, os seguintes pontos (Tabela 148).

Tabela 148 Objetivo, Metas e Indicadores Programa de Detecção e Controle de Caramujo Africano.

Objetivo	Meta	Indicador
Monitorar e controlar as espécies invasoras de fauna, especificamente o caramujo africano (<i>Lissachatina fulica</i>), nas Áreas Diretamente Afetada e Áreas de Influência Direta do Projeto Alemão.	Realizar as campanhas de diagnóstico prévio previstas no programa de monitoramento, executadas por profissional especialista no grupo.	Relatórios com apresentação dos resultados nos períodos acordados.
Capturar espécies invasoras de fauna, especificamente o caramujo africano (<i>Lissachatina fulica</i>), nas Áreas Diretamente Afetada e Áreas de Influência Direta do Projeto Alemão.	Elaborar planilhas de identificação, captura e realização de eutanásia das espécies invasoras.	Abundância (número de indivíduos)

Elaborado por Clam, 2025.

5.4.6.9. Cronograma

O estabelecimento e cumprimento do cronograma de execução, desempenha um papel crucial em diversos contextos fundamentais para o sucesso dos programas, principalmente quando relacionado ao cumprimento dos objetivos estabelecidos. Portanto, a execução do Programa ficará a cargo do empreendedor a partir da fase de implantação do Projeto Alemão.

O Programa de Detecção e Controle de Caramujo Africano deverá ocorrer com a periodicidade e períodos de execução das campanhas definidas em conjunto com a equipe Vale Metais Básicos, considerando as características biológicas da espécie, os dados levantados no diagnóstico prévio (cenários e dados de estrutura de populações) e a Instrução Normativa MMA/ICMBio nº 6, de 25 de julho de 2019, que dispõe sobre a prevenção de introdução e o controle ou erradicação de espécies exóticas ou invasoras em Unidades de Conservações Federais e suas Zonas de Amortecimento.

5.4.7. Programa de Controle da Dispersão de Espécies Exóticas de Peixes na Bacia do Igarapé Bahia

5.4.7.1. Justificativa

Os levantamentos conduzidos na área de influência do Projeto Alemão registraram a presença da espécie exótica: *Engraulisoma taeniatum*. Originalmente essa espécie é encontrada em riachos na bacia do rio Paraguai. Os efeitos das introduções de espécies exóticas e invasoras são muito severos para as comunidades residentes, onde locais com grande biodiversidade natural sofrem diminuição desta diversidade devido a chegada de espécies não nativas nos ambientes (MCKINNEY, 2006; LASSAU & HOCHULI, 2004; RAHEL, 2000; SIMBERLOFF, 2003). Os impactos da introdução de espécies exóticas invasoras são diversos, e entre eles estão: modificação na composição e na estrutura da comunidade, competição por recursos, efeito predatório, alteração na teia alimentar, chegada de patógenos e parasitas, processos de hibridizações, dentre outros (KURCHEVSKI, et al., 2010; ORSI & AGOSTINHO, 1999; RAHEL et al., 2007; JOHNSON et al., 2008; RAHEL, 2000; LATINI & PETRERE Jr., 2004; PIMENTEL, 2005).

Para uma despesca mais eficiente, seria necessário desviar ou barrar os tributários do reservatório e

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



esvaziá-lo ao máximo, o que duraria ao menos 47 dias na época de seca (junho a setembro). Embora tilápias e tambaquis não tenham sido registrados à jusante da barragem nos levantamentos do Estudo de Impacto Ambiental, não é possível afirmar que as espécies ainda permaneçam restritas ao ambiente lântico. Além de eliminar o maior número possível de indivíduos do reservatório, no contexto do Plano de Manejo para coleta, transporte e soltura de peixes (ictiofauna) da barragem de água da Mina do Igarapé Bahia de agosto de 2020 apresentado no âmbito do Protocolo 8278550 / Processo IBAMA 02001.001990/2008-84, é imprescindível assegurar que os remanescentes, principalmente as formas juvenis diminutas, não se dispersem nos cursos d'água à jusante, sobretudo durante as obras de construção da barragem de rejeitos à jusante do maciço atual.

Considerando o objetivo maior do Programa de erradicar as espécies exóticas da bacia, será avaliada a eficácia das ações por meio de um monitoramento sistemático ictiofauna da bacia do Igarapé Bahia.

5.4.7.2. Objetivos

O Programa de Controle da Dispersão de Espécies Exóticas de Peixes na Bacia do Igarapé Bahia tem os seguintes objetivos:

- Conhecer as populações da espécie *Engraulisoma taeniatum* na bacia do Igarapé Bahia;
- Prevenir a dispersão destas espécies na bacia do Igarapé Bahia.

5.4.7.3. Responsável pela Implementação do Programa

A responsabilidade pela implementação do Programa de Controle da Dispersão de Espécies Exóticas de Peixes na Bacia do Igarapé Bahia é da Vale S.A., no contexto das atividades do Projeto Alemão.

A execução será realizada por equipe técnica especializada, composta por profissionais com formação em biologia, com experiência comprovada em ictiologia, controle de espécies exóticas e manejo de fauna aquática, devidamente registrados em seus conselhos profissionais.

A Vale poderá firmar parcerias com consultorias ambientais e instituições de pesquisa reconhecidas, que atuarão sob sua supervisão direta, garantindo que as ações de contenção, monitoramento e controle sejam conduzidas com rigor técnico, base científica e dentro das exigências legais.

O programa será executado em conformidade com o licenciamento ambiental vigente, com acompanhamento de técnicos da empresa e dos órgãos ambientais competentes, especialmente o IBAMA.

5.4.7.4. Legislação e/ou Outros Requisitos

A execução do Programa seguirá a legislação ambiental vigente e os dispositivos normativos relacionados à introdução, controle e erradicação de espécies exóticas invasoras, incluindo, mas não se limitando a:

- Lei nº 9.605/1998 – Lei de Crimes Ambientais;
- Lei nº 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente;

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Instrução Normativa MMA/ICMBio nº 6/2019 – Dispõe sobre prevenção da introdução e controle de espécies exóticas em Unidades de Conservação federais e suas zonas de amortecimento;
- Resolução CONABIO nº 05/2009 – Estabelece diretrizes para análise de risco na introdução de espécies exóticas no território nacional;
- Instrução Normativa IBAMA nº 146/2007 – Dispõe sobre os procedimentos de monitoramento da fauna em processos de licenciamento ambiental federal;
- Plano de Manejo para coleta, transporte e soltura de peixes da barragem de água da Mina do Igarapé Bahia.

5.4.7.5. Escopo

O escopo do programa abrange o monitoramento e controle da dispersão de espécies exóticas de peixes, com foco nas espécies *Engraulisoma taeniatum*, *Oreochromis niloticus* (tilápia) e *Colossoma macropomum* (tambaqui), na bacia do Igarapé Bahia, a fim de:

- Impedir a dispersão dos indivíduos exóticos para ambientes naturais adjacentes;
- Reduzir a pressão sobre a ictiofauna nativa;
- Avaliar a eficácia de barreiras físicas (redes e caixas de brita/lã acrílica);
- Elaborar e implementar novas estratégias de contenção, caso as espécies sejam detectadas à jusante da barragem.

O programa será ajustado conforme os resultados de campo e os cenários identificados, podendo incluir ações corretivas e complementares conforme o grau de risco identifica

5.4.7.6. Abrangência

O Programa atuará na área hidrográfica da bacia do Igarapé Bahia, abrangendo:

- Reservatório da barragem da Mina do Igarapé Bahia;
- Trecho à jusante da barragem, incluindo o Igarapé Bahia e o Igarapé Águas Claras;
- Pontos de monitoramento estratégicos (três no reservatório e dois nos cursos d'água à jusante), conforme plano de amostragem estabelecido;
- Áreas de intervenção física para instalação de redes de contenção, barreiras de brita e sistemas de filtragem de ictioplâncton;
- Zona de influência direta hídrica da barragem, com atenção especial durante o período de obras e construção da barragem de rejeitos.

Essa abrangência visa impedir o escape e a dispersão das espécies exóticas, promovendo a proteção da ictiofauna nativa e a integridade ecológica da bacia.

12 DA @ 25 26 52 08-20 GC PM



5.4.7.7. Materiais e Métodos

5.4.7.7.1. Atividades

O Programa de Controle da Dispersão de Espécies Exóticas de Peixes na Bacia do Igarapé Bahia apoia-se nas seguintes atividades, todas em consonância com o que estabelece a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas:

- Instalação de redes de contenção de peixes e de caixas de brita, para a contenção de ictioplâncton, no vertedouro da barragem; e
- Monitoramento da ictiofauna no reservatório e nos igarapés Bahia e Águas Claras.

De acordo com os resultados obtidos nos estudos supracitados, sobretudo se as exóticas invasoras forem registradas à jusante da barragem, será elaborada e aplicada uma nova estratégia para controlar a proliferação e dispersão das espécies nos ambientes naturais. Nesse caso, será procedida uma análise de risco, como determina a Resolução CONABIO 05/2009.

5.4.7.7.2. Procedimentos

No início da fase de implantação do empreendimento serão instaladas no reservatório, junto ao vertedouro da barragem, redes metálicas para a contenção de espécimes juvenis e adultos. Serão redes de diferentes malhas (entrenós de 0,5; 2,0; 4,0 e 6,0 cm) de modo que todas as espécies, nativas ou não, fiquem restritas à represa. Na descarga do vertedouro serão instaladas barreiras de brita e lâ acrílica para reter o ictioplâncton. As caixas funcionarão como uma barreira mecânica, evitando a passagem de organismos, mas permitindo a passagem da água.

Para acompanhar as variações das populações das duas espécies exóticas (*Oreochromis niloticus* e *Colossoma macropomum*) e confirmar que não ocorrem nos cursos d'água à jusante da barragem serão realizados monitoramentos periódicos da ictiofauna, tanto no reservatório quanto nos cursos d'água à jusante. Em princípio, consideram-se levantamentos quadrimestrais por dois anos em cinco pontos de amostragem: três no reservatório, dois no Igarapé Bahia e um no Igarapé Águas Claras.

Para tanto, serão coletados indivíduos com redes e tarrafas, cinco conjuntos de redes de emalhe com diferentes malhas (4; 8; 12 e 14 cm) e tarrafas de malhas 1,5 e 6 cm. A princípio, preveem-se esforços de amostragem de 24 horas/dia para as redes de emalhe, com despesca a cada seis horas, e 40 lances de tarrafas (20 para cada malha).

Todos os indivíduos capturados serão pesados e medidos e seus dados serão anotados em fichas específicas. Os exemplares das espécies exóticas serão devidamente descartados.

5.4.7.8. Avaliação e Monitoramento

Todo o processo de despesca será monitorado e documentado, para que se mantenha o registro sistematizado dos procedimentos adotados, das ações bem-sucedidas e das dificuldades encontradas. Se necessário, o monitoramento e a documentação servirão como base para adequações das ações.

As equipes responsáveis pelo Programa deverão providenciar relatórios técnicos para serem reportados ao órgão ambiental (IBAMA), bem como manter registros e memórias dos processos de resgate. Os

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



relatórios técnicos serão semestrais e deverão conter registros de acompanhamento das atividades e documentação fotográfica referente às atividades de campo, resultados e conclusões, conforme Artigo 23 da Instrução Normativa nº 146/2007 do IBAMA. Os registros fotográficos deverão ilustrar as áreas de estudo, as metodologias utilizadas para resgate, as espécies resgatadas e a equipe técnica.

5.4.7.8.1. Metas e Indicadores

As metas e os indicadores, são associados a um conjunto de métricas utilizadas para avaliar os resultados, ao longo do tempo do desenvolvimento do Programa. O histórico desses dados é utilizado para analisar a junção dos objetivos e resultados esperados que foram estabelecidos previamente. Desse modo, são apontados como objetivos, metas e indicadores para o Programa de Controle da Dispersão de Espécies Exóticas de Peixes na Bacia do Igarapé Bahia, os seguintes pontos (Tabela 149).

Tabela 149 Objetivo, Metas e Indicadores Programa de Controle da Dispersão de Espécies Exóticas de Peixes na Bacia do Igarapé Bahia.

Objetivos	Metas	Indicadores
Conhecer as populações das espécies <i>Oreochromis niloticus</i> e <i>Colossoma macropomum</i> na bacia do Igarapé Bahia.	Monitorar as duas espécies exóticas do reservatório na fase de implantação do empreendimento, antes da construção da barragem de rejeitos.	Números de indivíduos das populações de <i>Colossoma macropomum</i> e de <i>Oreochromis niloticus</i> .
Prevenir a dispersão destas espécies na bacia do Igarapé Bahia.	Controlar as duas espécies exóticas do reservatório na fase de implantação do empreendimento, antes da construção da barragem de rejeitos.	Diminuição da probabilidade de captura ao longo do tempo.

Elaborado por Clam, 2025.

5.4.7.9. Cronograma

O estabelecimento e cumprimento do cronograma de execução, desempenha um papel crucial em diversos contextos fundamentais para o sucesso dos programas, principalmente quando relacionado ao cumprimento dos objetivos estabelecidos. Portanto, a execução do Programa ficará a cargo do empreendedor a partir da fase de implantação do Projeto Alemão.

O Programa de Controle da Dispersão de Espécies Exóticas de Peixes na Bacia do Igarapé Bahia deverá ocorrer como a periodicidade e períodos de execução das campanhas definidas em conjunto com a equipe Vale Metais Básicos, considerando as características biológicas da espécie, os dados levantados no diagnóstico prévio (cenários e dados de estrutura de populações) e a Instrução Normativa MMA/ICMBio nº 6, de 25 de julho de 2019, que dispõe sobre a prevenção de introdução e o controle ou erradicação de espécies exóticas ou invasoras em Unidades de Conservações Federais e suas Zonas de Amortecimento.

5.5. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO SOCIOECONÔMICO

5.5.1. Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança

5.5.1.1. Justificativa

A implementação do Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança é imprescindível para assegurar a integridade física, o bem-estar e a qualidade de vida dos trabalhadores e das comunidades

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



inseridas na AII do Projeto Alemão. Dada a complexidade intrínseca às operações minerárias – incluindo movimentação de materiais, transporte de cargas pesadas, operação de equipamentos industriais de grande porte e manejo da barragem de rejeitos – torna-se necessário adotar uma abordagem integrada e estratégica para mitigar riscos ocupacionais e ambientais.

O Projeto Alemão, ao gerar fluxos significativos de trabalhadores locais e migrantes durante todas as suas fases, introduz uma dinâmica que impacta diretamente os serviços públicos, a infraestrutura e as comunidades próximas, especialmente no município de Parauapebas. Este cenário demanda medidas que vão além da conformidade regulatória, buscando fortalecer a resiliência socioeconômica da região e promover um ambiente seguro e saudável, tanto para os trabalhadores quanto para as comunidades afetadas.

Adicionalmente, a priorização da contratação de mão de obra local é um pilar essencial deste programa, alinhando-se às expectativas socioeconômicas de Parauapebas e contribuindo para a mitigação de fluxos migratórios que poderiam sobrecarregar os serviços públicos e comprometer a coesão social. Ao mesmo tempo, a capacitação contínua dos trabalhadores desempenha um papel estratégico na redução de riscos ocupacionais, promovendo a qualificação técnica e fomentando a diversificação econômica regional a longo prazo.

A relevância deste programa também se reflete na necessidade de atender aos padrões normativos nacionais e internacionais de saúde e segurança ocupacional, como as diretrizes da ANM e a Norma ISO 45001. Tais exigências normativas reforçam a importância de implementar ações de prevenção, gestão e resposta a emergências, especialmente no que tange ao gerenciamento da barragem de rejeitos e ao tráfego intenso nas estradas Paulo Fonteles e Apinha, que representam pontos críticos de risco.

Por fim, a comunicação transparente com as comunidades impactadas e a construção de confiança mútua são elementos centrais deste programa. A integração de ações como a divulgação de informações sobre os riscos associados ao empreendimento e as medidas mitigadoras, incluindo o PAEBM, são importantes para promover segurança, reduzir incertezas e consolidar o legado positivo do projeto. Essa abordagem fortalece a governança socioambiental do empreendimento e contribui para o desenvolvimento sustentável da região, garantindo benefícios duradouros para trabalhadores e comunidades.

Adicionalmente, a formulação deste programa considera os desafios específicos do município de Parauapebas, cuja condição de polo regional de serviços públicos e destino de fluxos migratórios induzidos pelos empreendimentos de mineração gera sobrecargas estruturais e assimetrias no acesso a direitos sociais básicos. A priorização da mão de obra local e a articulação institucional com os entes municipais de saúde, assistência social, segurança pública e trabalho não devem se restringir à mitigação de impactos internos ao canteiro, mas sim estender-se como diretriz transversal de prevenção de externalidades sociais, tais como a intensificação de acidentes, o adoecimento mental e a insegurança comunitária.

Por essa razão, este programa também se justifica como ferramenta de apoio ao fortalecimento da governança pública local, uma vez que prevê a pactuação de fluxos de atendimento com a rede SUS, ações preventivas integradas ao sistema de saúde ocupacional, apoio psicossocial aos trabalhadores, estruturação de mecanismos de escuta qualificada da população e elaboração de plano de

12 DA @ 20 28 52 01-20 GC PM



desmobilização da força de trabalho ao final da implantação. Sua implementação coordenada com os demais programas socioeconômicos permitirá ampliar a resiliência social e institucional de Parauapebas diante dos efeitos concentrados e temporalmente intensos do ciclo de instalação do Projeto Alemão.

5.5.1.2. Objetivo

O Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança tem como objetivos principais assegurar condições adequadas de trabalho, promover a saúde e o bem-estar dos trabalhadores, e mitigar impactos relacionados à segurança e à qualidade de vida das comunidades inseridas na AID. Para isso, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- Implementar medidas preventivas para minimizar riscos ocupacionais e acidentes de trabalho em todas as etapas do empreendimento, especialmente nas atividades que envolvem movimentação de cargas, operação de equipamentos pesados e trabalhos em áreas de risco, como a barragem de rejeitos.
- Disponibilizar infraestrutura e serviços de saúde ocupacional, incluindo exames periódicos, acompanhamento médico e campanhas de conscientização sobre saúde física e mental, com atenção especial às condições psicossociais geradas pelas demandas do empreendimento.
- Incentivar o desenvolvimento socioeconômico regional por meio da priorização de contratações locais, promovendo capacitação técnica e qualificação profissional para atender às demandas específicas do projeto.
- Estabelecer fluxo de articulação com a rede SUS local, planejar e coordenar ações que evitem sobrecarga nos serviços de saúde e segurança pública, especialmente nas localidades diretamente impactadas pela movimentação de trabalhadores e equipamentos.
- Disponibilizar suporte psicossocial básico aos trabalhadores migrantes, com atendimentos orientativos e mecanismos de acolhimento em situações críticas.
- Realizar programas de treinamento e capacitação contínuos para todos os trabalhadores, assegurando o cumprimento das normas de segurança e a adequação às exigências legais e regulamentares.
- Garantir transparência e diálogo com as comunidades impactadas, informando sobre medidas de segurança, possíveis riscos e ações mitigadoras, especialmente relacionadas à barragem de rejeitos e ao tráfego nas estradas Paulo Fonteles e Apinha.
- Atender às regulamentações nacionais, como as normas da Agência Nacional de Mineração (ANM) e da legislação trabalhista, e aderir a padrões internacionais de saúde e segurança ocupacional.
- Integrar as ações do Plano de Atendimento a Emergências de Barragem de Mineração (PAEBM) aos treinamentos ministrados aos trabalhadores, garantindo a segurança dos trabalhadores e das comunidades em caso de incidentes.

Com a integração desses objetivos, o programa busca não apenas mitigar riscos, mas também promover um ambiente de trabalho seguro, inclusivo e sustentável, promovendo benefícios socioeconômicos

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



duradouros para Parauapebas.

5.5.1.3. Responsável pela implementação do Programa

A responsabilidade pela implementação do Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança será compartilhada entre diferentes atores institucionais, cada um desempenhando um papel fundamental para assegurar o cumprimento dos objetivos definidos. A Vale Metais Básicos, como empreendedor, será responsável pela coordenação geral e supervisão das atividades do programa, garantindo a alocação de recursos financeiros, técnicos e humanos para sua execução.

Além disso, caberá à Vale Metais Básicos assegurar que as empresas terceirizadas cumpram integralmente os requisitos estabelecidos no programa, tanto no que tange à contratação de mão de obra local, quanto ao cumprimento das normas de saúde e segurança. Para tanto, serão firmados contratos e acordos de responsabilidade que estabeleçam claramente as obrigações de cada parte, especialmente no que se refere ao fornecimento de Equipamentos de Proteção Individual, treinamentos e capacitações.

A gestão da saúde ocupacional e da segurança será conduzida por equipes multidisciplinares compostas por profissionais especializados, como engenheiros de segurança, técnicos em segurança do trabalho, médicos do trabalho e psicólogos organizacionais. Esses profissionais atuarão em parceria com a área de Recursos Humanos e Sustentabilidade, assegurando a integração das ações de saúde e segurança ao planejamento estratégico do empreendimento.

No âmbito das relações com as comunidades locais, a área de Comunicação e Relacionamento com Comunidades será a responsável por desenvolver e implementar as estratégias de comunicação voltadas para os públicos externos, incluindo a apresentação de informações sobre o PAEBM e demais ações relacionadas à segurança. Essa área também será a interface direta com os representantes das comunidades impactadas, promovendo diálogos abertos e transparentes e minimizando potenciais conflitos entre os trabalhadores do empreendimento e a população local.

Por fim, o monitoramento e a fiscalização das ações serão realizados por órgãos reguladores e intervenientes, como a ANM, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e as Secretarias Municipais de Saúde e de Trabalho e Renda de Parauapebas. A articulação com esses órgãos garantirá a conformidade legal e o alinhamento do programa aos padrões técnicos e normativos exigidos, fortalecendo a governança e a transparência em todas as etapas do projeto.

Com essa estrutura organizacional, o programa busca assegurar que as responsabilidades sejam devidamente compartilhadas e que as ações sejam implementadas de forma coordenada e eficaz, contribuindo para a segurança, a saúde e o bem-estar dos trabalhadores e das comunidades impactadas.

5.5.1.4. Legislação e/ou outros requisitos

Abaixo, a Tabela 150 apresenta o compêndio com requisitos aplicáveis para elaboração do Programa de Gestão da Mão de Obra, Saúde e Segurança:

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Tabela 150 – Requisitos aplicáveis para elaboração do Programa de Gestão da Mão de Obra, Saúde e Segurança

Legislação/Norma	Descrição
Constituição Federal de 1988 - Art. 7º	Dispõe sobre os direitos dos trabalhadores urbanos e rurais, assegurando condições dignas de trabalho, incluindo segurança, saúde e bem-estar.
Decreto nº 6.514/2008	Regulamenta infrações ambientais e sanções administrativas.
NR-1 – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (Portaria SEPRT nº 6.730/2020)	Estabelece os fundamentos do Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (GRO), incluindo a obrigatoriedade da elaboração e implementação do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), que deve ser articulado com as demais NRs. É a base para a estruturação do sistema de saúde
NR-4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT)	Exige a implementação de equipes especializadas em segurança e saúde ocupacional.
NR-6 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI)	Define a obrigatoriedade de fornecimento de EPIs adequados ao tipo de atividade exercida.
NR-9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA)	Requer a identificação, avaliação e controle de riscos ambientais no local de trabalho.
NR-18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção	Regulamenta a segurança em canteiros de obras.
NR-22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração	Especifica medidas de segurança e saúde ocupacional para atividades de mineração.
Lei nº 8.080/1990 – Lei Orgânica da Saúde (art. 6º, §1º, I, c)	Define a articulação com o SUS como diretriz para ações de saúde do trabalhador. Fundamenta a necessidade de pactuação entre a empresa e o sistema público de saúde.
Lei nº 12.334/2010	Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens.
Lei nº 13.979/2020 (e posteriores normativas relacionadas à saúde pública em contextos de emergência sanitária)	Pode orientar medidas relacionadas à vigilância em saúde, inclusive para prevenção de surtos epidemiológicos em grandes aglomerações de trabalhadores.
Decreto nº 7.602/2011 – Política Nacional de Saúde e Segurança no Trabalho (PNSST)	Estabelece os princípios da gestão integrada de saúde e segurança, incluindo a atuação preventiva e a promoção da saúde no ambiente de trabalho.
Portaria ANM nº 70.389/2017	Regulamenta o Plano de Atendimento a Emergências de Barragens de Mineração (PAEBM).
Resolução CONAMA nº 01/1986	Prevê a necessidade de avaliação dos impactos ambientais sobre a saúde humana, integrando o escopo do EIA/RIMA e dos programas de mitigação
Norma ISO 45001 - Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional	Padrão internacional para gestão de segurança e saúde no trabalho.
Agenda 2030 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)	Propõe ações para promover trabalho decente, saúde e segurança (ODS 8 e ODS 3).

Fonte: Elaboração Própria.

5.5.1.5. Escopo

O Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança abrange um conjunto de ações voltadas para a gestão eficiente da força de trabalho, a promoção da saúde ocupacional e a garantia da segurança em todas as etapas do Projeto Alemão. Este programa incorpora medidas preventivas, corretivas e educativas para assegurar o cumprimento das normas legais aplicáveis, mitigar os riscos associados às atividades de mineração e promover o bem-estar dos trabalhadores e das comunidades diretamente impactadas pelo empreendimento.

A implementação deste programa acontecerá a partir da obtenção da Licença de Instalação até o fechamento do empreendimento. Importa destacar que há especial atenção ao período de implantação,

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



em que se concentra o maior contingente de trabalhadores e se intensificam os riscos ocupacionais e os potenciais efeitos sobre os serviços públicos da AII. Seu escopo contempla tanto os trabalhadores diretos quanto os terceirizados envolvidos nas atividades do empreendimento, abrangendo ações preventivas de saúde e segurança ocupacional, qualificação e capacitação da mão de obra, articulação com o sistema público de saúde e estratégias de mitigação dos impactos sociais decorrentes da dinâmica laboral do projeto.

As ações previstas neste programa serão organizadas a partir de uma abordagem integrada e voltada ao território, com atenção à promoção da saúde física e mental dos trabalhadores, no gerenciamento de riscos ocupacionais conforme estabelecido na NR-1 e no Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), na disponibilização de suporte psicossocial básico, na prevenção de acidentes de trabalho e no fortalecimento da relação entre o sistema privado de saúde ocupacional e a rede pública, promovida pelo SUS. Assim, o escopo do programa contempla a gestão do recrutamento, seleção e capacitação de trabalhadores, priorizando a contratação de mão de obra local, de forma a estimular o desenvolvimento socioeconômico regional. Inclui ainda a implementação de medidas de segurança e saúde ocupacional, como a adoção de protocolos de segurança em conformidade com as Normas Regulamentadoras (NR), fornecimento de Equipamentos de Proteção Individual, realização de treinamentos periódicos, avaliações de saúde ocupacional e monitoramento contínuo dos ambientes de trabalho.

Além disso, o programa abrange a elaboração e a implementação de estratégias específicas para a gestão de emergências, com foco na mitigação de riscos relacionados às operações do projeto, como o transporte de insumos e o gerenciamento da barragem de rejeitos. O PAEBM será desenvolvido conforme as diretrizes da ANM e integrará as ações preventivas e de resposta a incidentes.

O escopo também engloba iniciativas de conscientização e sensibilização dos trabalhadores e comunidades próximas sobre os riscos associados às atividades do empreendimento, buscando engajar os envolvidos na construção de uma cultura de segurança. Por meio de campanhas educativas e atividades participativas, o programa visa minimizar impactos adversos, promover boas práticas e fortalecer o relacionamento entre o empreendimento e os interessados locais.

As ações do programa voltadas para o apoio ao fortalecimento da saúde pública em Parauapebas se concentra na atuação mais próxima às localidades mais suscetíveis a impactos diretos, como os bairros Palmares Sul e a Vila Sanção – esta última apenas na fase de implantação –, que historicamente concentram maior vulnerabilidade social e pressão sobre a infraestrutura urbana em contextos de expansão econômica. Além disso, os hospitais atuantes no município e a UPA também serão abrangidos por essas ações de apoio.

Adicionalmente, o programa incluirá estratégias de comunicação preventiva com as comunidades localizadas ao longo dos principais corredores logísticos do projeto, como as estradas Paulo Fonteles e Apinha, e elaborará um plano de desmobilização da força de trabalho para o encerramento da fase de implantação, com vistas a mitigar efeitos abruptos sobre o mercado de trabalho local e os serviços públicos. Todas as ações serão coordenadas com os demais programas socioeconômicos previstos, garantindo sinergia operacional e efetividade das medidas de prevenção e mitigação estabelecidas no EIA/RIMA e no PBA.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.5.1.6. Abrangência

A abrangência do Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança será a AII do Projeto Alemão, o município de Parauapebas. As ações serão implementadas com atenção especial aos trabalhadores direta e indiretamente ligados ao empreendimento e com apoio ao poder público incentivando o incremento na oferta de infraestrutura de saúde, principalmente nos locais de atendimento a comunidades vulneráveis situadas ao longo das estradas Paulo Fonteles e Apinha, bem como na UPA e Hospitais situados no município.

As iniciativas do programa serão voltadas para a promoção de ações de capacitação da mão de obra e orientações sobre saúde (física e mental) e segurança, com o objetivo de fortalecer a integração e a resiliência das comunidades em relação às atividades do empreendimento. A inclusão social e o estímulo à participação comunitária são pilares essenciais para minimizar as vulnerabilidades socioeconômicas na AII.

O programa também abrangerá medidas preventivas e educativas voltadas à segurança no entorno da barragem de rejeitos e ao longo das rotas logísticas do projeto, com foco na mitigação de riscos e na promoção do bem-estar da população em parceria com as ações do PAEBM a ser elaborado em atendimento à Agência Nacional de Mineração (ANM).

5.5.1.7. Materiais e métodos

A execução do Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança contará com um conjunto de abordagens articuladas, estruturadas a partir de três eixos metodológicos: promoção da saúde e da segurança dos trabalhadores envolvidos diretamente nas atividades do Projeto Alemão; ações preventivas de educação e conscientização voltadas à saúde ocupacional e ambiental; e apoio à rede pública de saúde local, com atenção à mitigação dos impactos gerados pela pressão adicional sobre os serviços do município de Parauapebas.

O primeiro eixo envolve a estruturação de protocolos voltados à proteção da saúde física e mental dos trabalhadores, com a realização de exames admissionais e periódicos, monitoramento de indicadores de saúde ocupacional, implantação de ações de suporte psicossocial, campanhas preventivas voltadas ao uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e à prevenção de doenças relacionadas ao trabalho. Também serão promovidas iniciativas contínuas de orientação e sensibilização sobre boas práticas de segurança, prevenção de acidentes, consumo consciente de substâncias psicoativas e respeito aos protocolos ambientais e operacionais do empreendimento.

O segundo eixo contempla a implementação de ações educativas sistemáticas, voltadas tanto à conscientização sobre os riscos associados às atividades exercidas quanto à promoção de uma cultura de segurança e bem-estar no ambiente de trabalho, e de convivência harmônica e respeitosa com as comunidades do entorno. Serão utilizados recursos como palestras, materiais impressos e digitais, rodas de conversa, campanhas temáticas e treinamentos obrigatórios, com foco em segurança no trabalho, saúde física e mental, impactos ambientais e conduta ética. Essas atividades serão planejadas em parceria com as áreas de Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA) do projeto, assegurando alinhamento com os protocolos internos da empresa e com a legislação vigente.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



No terceiro eixo, o programa incluirá medidas de apoio à rede pública de saúde da AII, com atenção especial às comunidades mais suscetíveis à pressão demográfica e aos riscos associados à intensificação da circulação de pessoas e veículos, que podem gerar demandas adicionais à estrutura de saúde local. Estão previstas ações de fomento à rede pública de saúde local, coordenadas com a Secretaria Municipal de Saúde de Parauapebas, considerando a capacidade das estruturas físicas e fluxos de atendimento da Unidade de Pronto Atendimento (UPA), os Hospitais Municipais e outras estruturas da atenção básica e especializada, especialmente na região dos bairros localizados ao longo das estradas Paulo Fonteles e Apinha. Essas medidas visam apoiar a ampliação da capacidade de resposta da rede pública frente ao aumento projetado de demandas durante a fase de implantação, em estreita articulação com as ações previstas no Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial - PADT.

A execução do programa será supervisionada por equipe técnica especializada em saúde ocupacional, segurança do trabalho e gestão socioambiental, em articulação com os demais programas do PBA, com o Plano de Gerenciamento de Riscos e com as estruturas locais do Sistema Único de Saúde (SUS). Sempre que possível, serão empregadas metodologias participativas e tecnologias sociais que promovam a corresponsabilidade entre empresa, trabalhadores e poder público local.

5.5.1.8. Avaliação e monitoramento

A Avaliação e Monitoramento do Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança será estruturado para garantir a efetividade das ações e a conformidade com os objetivos propostos. Essa etapa terá como foco principal o acompanhamento contínuo e sistemático dos indicadores de desempenho, permitindo ajustes estratégicos que assegurem a melhoria constante do programa.

O monitoramento será realizado por meio de indicadores quantitativos e qualitativos, como a redução do número de acidentes de trabalho, o aumento no índice de capacitação e contratação de mão de obra local, e a melhoria na percepção de segurança por parte das comunidades da Área de Influência Indireta (AII). Esses indicadores serão aferidos em ciclos regulares, com a aplicação de ferramentas de análise, como auditorias internas, inspeções de campo e consultas com stakeholders locais. Além disso, serão aplicadas pesquisas de opinião nas comunidades e com os trabalhadores, para avaliar a eficácia das ações implementadas e o impacto percebido.

A avaliação será conduzida por uma equipe multidisciplinar composta por profissionais das áreas de saúde, segurança, recursos humanos e assistência social, além de representantes da comunidade e órgãos reguladores. Essa equipe será responsável por analisar os relatórios gerados no monitoramento, interpretar os resultados e propor melhorias no programa. Reuniões periódicas serão realizadas para revisar o andamento das atividades e garantir que estejam alinhadas aos objetivos estratégicos e aos padrões de sustentabilidade do empreendimento.

Relatórios anuais de avaliação serão elaborados, contendo análises detalhadas sobre os progressos alcançados, os desafios enfrentados e as ações corretivas implementadas. Esses documentos serão compartilhados com os órgãos reguladores, como o IBAMA, e com as lideranças comunitárias, promovendo transparência e fortalecimento do relacionamento com as partes interessadas.

Para garantir a adaptabilidade do programa às dinâmicas locais e às fases do empreendimento, será

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



adotado um sistema de gestão baseado em feedback contínuo. Esse sistema permitirá identificar rapidamente qualquer desvio em relação aos objetivos estabelecidos, corrigindo-os de forma eficiente. Adicionalmente, serão promovidos workshops anuais com a participação das comunidades, trabalhadores e stakeholders relevantes, com o objetivo de compartilhar os resultados do programa, discutir as lições aprendidas e coletar sugestões para melhorias futuras.

Por fim, o compromisso com a avaliação e o monitoramento contínuos reflete a preocupação do empreendimento em mitigar impactos negativos e potencializar os benefícios socioeconômicos e ambientais, promovendo um legado positivo e sustentável para a região da AII.

Tabela 151 Metas, Indicadores, Evidências e Periodicidade de Monitoramento do Programa

Meta	Indicador	Meio de Evidenciar	Periodicidade
Realizar ao menos 2 campanhas anuais de prevenção de acidentes e segurança do trabalho	Nº de campanhas realizadas	Relatórios de campanha, materiais distribuídos, registros fotográficos	Anual
Realizar exames médicos admissionais e periódicos previstos na legislação com 100% dos trabalhadores	Proporção de exames realizados / exigidos	Registros médicos e planilhas de controle ocupacional	Trimestral
Divulgar as vagas de emprego prioritariamente em Parauapebas com, pelo menos, 1 semana de antecedência às demais localidades	% de trabalhadores residentes na AII	Relatórios de contratação, cadastros sociais, comprovantes de residência	Semestral
Realizar, pelo menos, 1 reunião anual junto à Secretaria Municipal de Saúde para definir articulações de apoio à política pública e campanhas de saúde	Número de reuniões ocorridas	Atas, fotos, listas de presença	Anual
Realizar pelo menos 1 ação de acolhimento ou escuta psicossocial por ano	Nº de ações realizadas	Relatórios de escuta, fichas de atendimento, registros internos	Anual
Ministrar 3 ciclos de treinamento anuais para 100% dos trabalhadores ativos	Nº de ciclos realizados e cobertura de público	Listas de presença, conteúdo programático, certificados	Anual
Conduzir 2 encontros comunitários por ano com foco em segurança e medidas preventivas	Nº de encontros realizados	Atas, fotos, listas de presença	Anual
Realizar auditoria interna de conformidade até o 3º ano da implantação	Auditoria concluída e não conformidades tratadas	Relatório de auditoria, planos de ação corretiva	Único (implantação)
Integrar ações do PAEBM na rotina de treinamentos dos trabalhadores	Número de ações do PAEBM incorporadas aos treinamentos dos trabalhadores	Fotos, listas de presença	Anual
Realizar avaliação da efetividade do programa, com base em indicadores qualitativos e quantitativos	Nº de avaliações executadas e indicadores monitorados	Relatório de avaliação e ações corretivas	Anual

Fonte: Elaboração própria.

5.5.1.9. Cronograma

A seguir, a Tabela 152 apresenta o Cronograma proposto para este programa:

12 DA 25 26 52 01-22 GC PM



Tabela 152 Cronograma Executivo

Atividade	Período																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Definição da equipe do programa																								
Pactuação com a Secretaria de Saúde (fluxos SUS)																								
Planejamento de fluxos ocupacionais e psicossociais																								
Campanhas educativas em saúde e segurança																								
Ciclos de treinamentos com trabalhadores																								
Atendimento psicossocial aos migrantes																								
Exames médicos admissionais e periódicos																								
Apoio à infraestrutura pública de saúde																								
Auditoria interna de conformidade																								
Elaboração e simulado do PAEBM																								
Encontros com comunidade sobre riscos e segurança																								
Planejamento de desmobilização da força de trabalho																								

5.5.2. Programa de Comunicação Social (PCS)

5.5.2.1. Justificativa

A implementação do Plano de Comunicação Social (PCS) para o Projeto Alemão é essencial para promover a transparência, a participação e o diálogo contínuo entre os diversos públicos envolvidos. A comunicação eficaz é um componente estratégico que auxilia na minimização de conflitos entre os interessados no projeto e o empreendedor, no fortalecimento do entendimento sobre os impactos (negativos e positivos) do empreendimento e no compromisso de que as comunidades e autoridades competentes e demais interessados tenham acesso a informações oficiais sobre o empreendimento de modo transparente. Nesse contexto, o PCS é um instrumento de gestão socioambiental fundamental para o empreendimento.

O diagnóstico de meio socioeconômico identificou a necessidade de aprimorar os canais de comunicação entre o empreendimento e as comunidades locais, considerando que informações acessíveis são essenciais para evitar desinformação, insegurança e conflitos. As comunidades próximas às estradas Paulo Fonteles e Apinha, bem como aquela situada na APA do Igarapé Gelado, destacaram a necessidade de receber atualizações frequentes sobre as etapas do projeto, especialmente no que tange aos impactos diretos em sua rotina e ao acesso a medidas mitigadoras. Além disso, o PCS busca atender às diretrizes estabelecidas pelo Termo de Referência Específico do EIA emitido pelo IBAMA, que enfatiza a importância de instrumentos de comunicação para garantir a disseminação de informações de maneira inclusiva e acessível. É fundamental assegurar que o público-alvo do PCS, composto por comunidades, lideranças locais e regionais, órgãos públicos e a sociedade em geral, tenha suas particularidades culturais, sociais e educacionais respeitadas, promovendo o alinhamento entre o projeto e as expectativas das partes interessadas.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Outro fator determinante para a elaboração do PCS é a diversidade socioeconômica e cultural das comunidades no entorno do empreendimento. Essa diversidade demanda abordagens específicas, considerando a variação no grau de acesso a tecnologias, níveis de alfabetização e modos de organização comunitária. Assim, o plano se justifica como um mecanismo para integrar diferentes realidades em torno de um diálogo construtivo e efetivo.

O PCS também se alinha às melhores práticas de gestão de grandes empreendimentos, reconhecendo que a comunicação social não apenas auxilia na gestão de impactos, mas também contribui para a construção de uma imagem positiva do empreendimento junto à sociedade. Uma comunicação bem estruturada pode transformar desafios em oportunidades, promovendo maior engajamento das comunidades e reduzindo resistências ao projeto.

Por fim, o PCS considera a diversidade sociocultural dos territórios de atuação, reconhecendo a importância de linguagens apropriadas, múltiplos formatos e canais de comunicação com capilaridade local, como rádios comunitárias, lideranças informais, grupos religiosos e influenciadores territoriais. Sua implementação ocorrerá de forma articulada com os demais programas socioeconômicos e ambientais do empreendimento, em especial o Programa de Educação Ambiental e o Programa de Valorização da FLONA de Carajás, garantindo sinergia, abrangência e coerência institucional.

Adicionalmente, cabe destacar que este PCS foi elaborado em conformidade às diretrizes estabelecidas no Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás, especialmente no que se refere à promoção da participação social, à valorização da diversidade sociocultural do entorno e à adoção de estratégias de educação ambiental e comunicação institucional. O Plano de Manejo reconhece a importância de mecanismos que assegurem o diálogo contínuo entre a gestão da unidade de conservação e os diversos segmentos da sociedade, recomendando o uso de instrumentos acessíveis, inclusivos e territorialmente adequados. Ao integrar esses princípios à lógica do licenciamento ambiental do Projeto Alemão, o PCS contribui para fortalecer a governança socioambiental na região e promover uma articulação harmônica entre a atividade minerária e os objetivos de conservação e uso sustentável da FLONA de Carajás.

Portanto, o Plano de Comunicação Social se justifica como um instrumento indispensável para a gestão integrada do Projeto Alemão, fortalecendo o relacionamento com as partes interessadas, garantindo a disseminação de informações de qualidade e consolidando um ambiente de diálogo e confiança mútua.

5.5.2.2. Objetivo

O PCS foi elaborado com objetivo de estabelecer os canais eficientes para uma comunicação transparente e contínua entre os diversos públicos interessados e o Projeto Alemão, com o intuito de promover o entendimento mútuo, fomentar o diálogo e assegurar que as informações sobre os impactos, benefícios e medidas mitigadoras sejam disseminadas de forma acessível, inclusiva e culturalmente adequada.

Mais especificamente, pretende-se:

- Garantir a disseminação de informações oficiais de modo transparente, preciso e atualizado, apresentando dados sobre as fases do licenciamento do projeto, desde seu planejamento até a

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



desativação, com destaque para os potenciais impactos socioambientais e respectivas medidas de controle – sejam elas preventivas, mitigadoras e/ou compensatórias;

- Estabelecer mecanismos que permitam a participação ativa das comunidades locais, lideranças comunitárias, órgãos públicos e demais interessados na construção de soluções para questões associadas ao empreendimento;
- Implementar estratégias de comunicação que minimizem o risco de disseminação de boatos ou interpretações equivocadas sobre o projeto, promovendo a confiança e o entendimento mútuo;
- Desenvolver materiais e ações de comunicação adaptados às realidades locais, considerando aspectos como nível de escolaridade, tradições culturais e acesso a tecnologias;
- Promover ações que demonstrem o compromisso do Projeto Alemão com a sustentabilidade, o desenvolvimento local e a responsabilidade social, construindo uma percepção positiva junto às comunidades e à sociedade em geral;
- Disponibilizar meios de comunicação acessíveis, como atendimento presencial, telefônico e digital, para que as comunidades possam obter informações, registrar dúvidas ou manifestar preocupações de forma eficiente e acolhedora;
- Promover ações de comunicação que assegurem a compreensão da população local sobre o conceito da Floresta Nacional de Carajás como uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, bem como das atividades de mineração que ocorrem na Flona; e
- Utilizar dos indicadores e mecanismos de avaliação contínua para garantir que as estratégias de comunicação sejam revistas e atualizadas para se manter atingindo seus objetivos e promovendo resultados satisfatórios junto aos públicos de interesse.

5.5.2.3. Responsável pela implementação do Programa

A implementação do PCS do Projeto Alemão exige uma estrutura de governança bem definida, com atribuições claras para os responsáveis diretos e parceiros estratégicos. A organização das responsabilidades visa assegurar que as ações sejam realizadas com eficiência, alinhamento às diretrizes do empreendimento e atendimento às demandas das comunidades e partes interessadas envolvidas. Assim, a equipe técnica do Projeto Alemão terá papel central na coordenação geral do PCS, incluindo a supervisão das atividades e o alinhamento estratégico com os objetivos do empreendimento. A execução do PCS será de responsabilidade do time de Relacionamento Comunitário da Vale Metais Básicos ou de empresa terceira especializada em comunicação social contratada para operacionalizar o programa. A implementação do PCS contará também com o apoio de parceiros institucionais, incluindo órgãos públicos, organizações da sociedade civil e associações comunitárias. Para garantir a efetividade do PCS, diferentes atores compartilharão responsabilidades durante o processo de implementação. Dentre esses, citam-se:

- Equipe Jurídica do Empreendimento para assegurar que todas as atividades do PCS estejam em conformidade com a legislação vigente e as exigências dos órgãos licenciadores;

LD DA @ 25 26 52 Of- RD GC PM



- Consultores Socioambientais com objetivo de apoiar na elaboração de conteúdos técnicos traduzidos em linguagem acessível a públicos diversos, contribuindo para o esclarecimento de questões complexas, como os impactos socioambientais do empreendimento; e
- Lideranças Comunitárias Locais que podem colaborar como ponto de contato entre o projeto e as comunidades, auxiliando na mobilização de moradores para eventos e consultas públicas.

Durante a execução do PCS, ao longo de todas as fases de licenciamento do empreendimento, a equipe técnica responsável atuará como gestora central, enquanto os parceiros institucionais e comunitários serão envolvidos de forma pontual, com destaque para participação em ações em campo, como audiências públicas, eventos educativos e atendimento à população.

Essa organização hierárquica e colaborativa busca assegurar a clareza nos papéis desempenhados, o alinhamento entre todos os envolvidos e a entrega de resultados consistentes, promovendo um diálogo aberto e contínuo entre o Projeto Alemão e seus públicos de interesse.

5.5.2.4. Legislação e/ou outros requisitos

A elaboração deste PCS observa, além dos dispositivos legais e normativos aplicáveis ao licenciamento ambiental, as diretrizes estabelecidas nos instrumentos de gestão da Floresta Nacional de Carajás. Em especial, considera-se a coerência com o Plano de Manejo da unidade, que orienta a comunicação institucional voltada à valorização da participação social, à transparência no relacionamento com a sociedade e à promoção da educação ambiental como meio de fortalecimento da conservação e do uso sustentável dos recursos naturais. Essa aderência garante que o PCS atue de forma sinérgica com os objetivos estratégicos da FLONA, respeitando seu papel como território protegido e reconhecido de uso múltiplo sustentável. Abaixo, a Tabela 153 apresenta o compêndio com requisitos aplicáveis para elaboração do PCS:

Tabela 153 – Requisitos aplicáveis para elaboração do PCS

Legislação/Norma	Descrição
Constituição Federal de 1988	Estabelece o direito ao meio ambiente equilibrado e a proteção de povos indígenas, garantindo participação social no licenciamento ambiental.
Lei Federal nº 6.938/1981 – PNMA	Prevê o licenciamento ambiental e o EIA como instrumentos essenciais, incluindo a comunicação pública como parte do processo.
Resolução CONAMA nº 9/1987	Define diretrizes para audiências públicas, assegurando acesso à informação às comunidades afetadas.
Lei Federal nº 12.305/2010 – PNRS	Demand a comunicação com a sociedade sobre os impactos do gerenciamento de resíduos sólidos.
Portaria Interministerial nº 60/2015	Estabelece critérios para avaliação de impactos sobre povos indígenas, destacando a consulta e comunicação.
Decreto Federal nº 10.144/2019	Inclui ações de educação ambiental obrigatórias em projetos licenciados.
Lei Estadual nº 5.887/1995 (Pará)	Reforça a participação social no licenciamento ambiental no estado do Pará.
Decreto Estadual nº 2.880/2010 (Pará)	Exige ações educativas que conscientizem sobre impactos ambientais no estado do Pará.
Termo de Referência do EIA/RIMA	Orienta a comunicação acessível e atividades de consulta pública no contexto do licenciamento.
Convenção 169 da OIT	Garante o direito de consulta livre, prévia e informada a comunidades indígenas e tradicionais.
Padrões do Banco Mundial e da IFC	Define boas práticas de transparência e comunicação em gestão socioambiental.

Fonte: Elaboração Própria.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



5.5.2.5. Escopo

O Programa de Comunicação Social será implementado em todos os territórios da AII do Projeto Alemão, com destaque para as comunidades da AID do empreendimento. Esses territórios apresentam diferentes graus de proximidade e exposição aos efeitos do empreendimento, exigindo estratégias diferenciadas de comunicação, com respeito às particularidades socioculturais e linguísticas de cada localidade.

O escopo do programa compreende a estruturação de um sistema permanente de comunicação entre a empresa e os públicos de interesse, com base na disseminação transparente de informações sobre as fases do projeto, medidas de controle ambiental, oportunidades de relacionamento e mecanismos de escuta. Serão utilizados múltiplos canais e linguagens com atenção à acessibilidade e confiabilidade. O programa contará ainda com um protocolo interno de retroalimentação, capaz de sistematizar percepções, dúvidas e críticas das comunidades, convertendo-as em subsídios para o aprimoramento da gestão do empreendimento e para o planejamento de respostas consistentes e tempestivas.

Além disso, o PCS será responsável pela definição de diretrizes de comunicação em situações críticas, como incidentes ambientais, tensões sociais ou eventos imprevistos de grande repercussão, atuando em conjunto com as áreas de segurança, saúde e meio ambiente do projeto. O programa incorporará o monitoramento das queixas e demandas registradas pelos canais de comunicação direta com o empreendedor. Esse processo garantirá que as manifestações da comunidade sejam avaliadas de forma sistemática, identificando padrões e pontos críticos que necessitem de atenção, além de subsidiar ajustes nas ações do empreendimento e na relação com as comunidades.

Também caberá ao programa promover a integração com outras iniciativas do PBA, especialmente o Programa de Educação Ambiental (PEA) e o Programa de Valorização da FLONA de Carajás, garantindo coerência nas mensagens, sinergia entre equipes e maior efetividade no alcance dos públicos. Foram também consideradas as diretrizes estabelecidas nos instrumentos de gestão da Floresta Nacional de Carajás, especialmente o Plano de Manejo da unidade. Ao fazer isso, o PCS contribuirá para o fortalecimento da governança socioambiental e da confiança nos processos de licenciamento e operação do projeto.

5.5.2.6. Abrangência

O PCS irá abranger o município de Parauapebas (AII) e as comunidades localizadas na AID, priorizando aquelas mais expostas aos impactos diretos do empreendimento. São elas: as comunidades ocupantes do bairro Palmares Sul, da Vila Sanção, da APA do Igarapé Gelado e dos loteamentos Gavião Real, Santa Cruz, Rio Gelado, Parque das Cachoeiras I, Parque das Cachoeiras II, Kwany, São Luís e Pôr-do-Sol. Todas essas comunidades estão situadas no município de Parauapebas, no estado do Pará.

No âmbito municipal, considera-se também a inclusão de *stakeholders* regionais relevantes, como representantes da Prefeitura Municipal e suas Secretarias, bem como membros de órgãos ambientais, intervenientes e participantes de organizações de defesa social, saúde e segurança pública, para garantir a abrangência das informações e a articulação interinstitucional.

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



5.5.2.7. Materiais e métodos

A elaboração e execução do PCS do Projeto Alemão exige o uso de materiais e métodos que garantam a disseminação eficaz das informações e a promoção de um diálogo aberto com as partes interessadas. A escolha dos materiais e das estratégias metodológicas foi pautada pela necessidade de atender às especificidades culturais, sociais e educacionais das comunidades diretamente impactadas, bem como pelas diretrizes legais e normativas aplicáveis.

Nesse contexto, serão utilizados materiais informativos e educativos, como boletins informativos impressos e digitais contendo atualizações periódicas sobre as etapas do projeto; cartilhas educativas adaptadas às características culturais e linguísticas locais, abordando temas como impactos e medidas mitigadoras; e vídeos institucionais explicativos para distribuição em redes sociais e exibição em eventos comunitários. Além disso, serão implantados painéis informativos e sinalização visual em áreas de grande circulação; além de equipamentos multimídia para apresentações e reuniões públicas.

A divulgação dos canais de comunicação e relacionamento direto com o empreendedor é também uma ação relevante com função de prestar atenção continuada ao público-alvo do empreendimento realizando o acolhimento às demandas das comunidades, atendimento a questões e dúvidas e divulgação de informações sobre o empreendimento durante a fase de implantação. O acesso a esses canais deve ser universal, sem discriminação ou seleção de públicos específicos, e por meios amplamente difundidos entre os interessados no projeto. Assim, será divulgado contato de linha telefônica gratuita, aplicativos de mídias sociais, mensagens de texto e áudio para manifestações junto à Vale Metais Básicos. Além disso, através das manifestações registradas nesses canais de escuta e respostas, serão organizados encontros presenciais para as devidas tratativas, sempre que for identificada necessidade específica para atendimento às manifestações da comunidade.

Esses materiais e meios de contato serão utilizados em atividades de comunicação que, para atingir os objetivos propostos neste programa, se valerão de metodologias integradas e participativas para garantir a disseminação eficaz de informações e a promoção de um diálogo contínuo com as comunidades e demais interessados envolvidos. O primeiro método utilizado é o diagnóstico participativo, que busca identificar as percepções, demandas e necessidades específicas das comunidades impactadas. Essa etapa inclui a realização de reuniões presenciais e consultas virtuais com líderes comunitários e representantes locais, garantindo que as particularidades de cada grupo sejam consideradas no planejamento das ações de comunicação.

A disseminação de informações é outro pilar central do PCS. São realizadas campanhas de conscientização que abordam as fases do projeto, os potenciais impactos e as medidas mitigadoras previstas. Para alcançar diferentes públicos, são produzidos conteúdos em múltiplos formatos, como textos, vídeos e materiais gráficos, de modo a atender pessoas com variados níveis de alfabetização e acesso tecnológico.

Além disso, o PCS prioriza a promoção do diálogo e do engajamento por meio de eventos comunitários, como rodas de conversa e oficinas temáticas. Esses encontros permitem que as informações sejam apresentadas diretamente às comunidades, criando oportunidades para que dúvidas sejam esclarecidas e *feedback* seja coletado. Para consolidar o diálogo contínuo, são formados comitês de acompanhamento

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



compostos por representantes das comunidades, do empreendimento e de órgãos públicos, fortalecendo a transparência e a confiança no processo.

Como forma de ampliar o alcance das informações e fortalecer a relação com os públicos, realizar-se-ão atividades de articulação e formalização de parcerias com veículo de comunicação local (como rádio comunitária, jornal digital ou canal regional) ou com influenciador territorial reconhecido na região, incluindo lideranças informais, produtores de conteúdo ou agentes culturais. Essa parceria terá como objetivo apoiar a divulgação de conteúdos informativos sobre o Projeto Alemão, bem como ampliar a escuta social por meio de canais de comunicação já legitimados pelas comunidades. A ação será conduzida pela equipe de relacionamento comunitário da Vale Metais Básicos, que identificará atores com capilaridade local, avaliará critérios de confiança e adesão comunitária e estabelecerá os termos de cooperação, assegurando alinhamento com os princípios de transparência, acessibilidade e respeito às diversidades sociais e culturais. Outra atividade importante é o monitoramento e a avaliação das ações do PCS. Serão implementadas ferramentas para medir o alcance e a efetividade das atividades realizadas, utilizando indicadores como o número de participantes em eventos, o engajamento nos canais de comunicação e o grau de compreensão das informações divulgadas. Com base nos resultados, revisões periódicas são realizadas para ajustar as estratégias de comunicação às necessidades identificadas.

Por fim, o PCS também estrutura um sistema robusto de gestão de queixas e demandas, que registra, trata e responde a manifestações, reclamações e sugestões recebidas por meio dos diversos canais de comunicação. Esse método garante que todas as partes interessadas tenham suas questões devidamente atendidas, reforçando o compromisso do empreendimento com a transparência e a responsabilidade social.

5.5.2.8. Avaliação e monitoramento

Para avaliar os resultados obtidos com a implantação do PCS, é importante realizar um processo de gestão do desempenho robusto e com foco na atenção às metas do projeto. Essas ações são relevantes para assegurar a eficácia das ações implementadas e promover a transparência ao longo do processo de execução. O acompanhamento contínuo de indicadores previamente definidos, que permitem medir o alcance das metas estabelecidas, identificar possíveis lacunas e corrigir falhas, permitirão avaliar os resultados obtidos durante os processos de comunicação e serão utilizados para ajustar as estratégias do PCS, de forma a atender de maneira mais precisa às necessidades das comunidades e demais interessados envolvidos.

O processo de monitoramento envolve a coleta e análise periódica de dados, abrangendo aspectos como participação comunitária, engajamento nos canais de comunicação e satisfação das partes interessadas. Além disso, relatórios consolidados serão produzidos em intervalos regulares, contendo evidências das ações realizadas, como registros fotográficos, materiais distribuídos e dados quantitativos e qualitativos sobre a efetividade das ações. A tabela a seguir apresenta as metas, os indicadores, os meios de evidenciar os resultados e a periodicidade de apresentação das evidências:

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Tabela 154 Metas, Indicadores, Evidências e Periodicidade de Monitoramento do Programa

Meta	Indicador	Meio de Evidenciar	Periodicidade
Produzir e divulgar materiais informativos sobre o projeto em cada fase, utilizando pelo menos 2 formatos (ex.: impresso, áudio e digital), conforme a necessidade do público	Nº materiais informativos produzidos e de formatos distintos utilizados	Cópias dos materiais, prints, registros de distribuição	Por fase
Realizar ao menos 2 encontros comunitários com pauta informativa por ano	Nº de encontros realizados	Atas, listas de presença, registros fotográficos	Anual
Implementar ao menos 1 ação de escuta ativa (rodas de conversa) com as comunidades, com retorno sistematizado à equipe de gestão socioambiental por ano	Nº de ações de escuta realizadas com sistematização	Relatórios, boletins sociais, atas de reuniões	Anual
Manter pelo menos, 1 canal de atendimento ativo durante as fases de implantação e operação	Nº de canais operando regularmente	Logs de atendimento, registros de escuta, prints de respostas	Anual
Responder às demandas das comunidades	Tempo médio de resposta às queixas registradas	Registros no sistema de atendimento	Anual
Estabelecer pelo menos 1 parceria com meio de comunicação local ou influenciador territorial até o 1º ano da implantação	Nº de parcerias formalizadas	Termo de parceria, prints de publicação, registros de veiculação	Único (implantação)

Fonte: Elaboração própria.

5.5.2.9. Cronograma

A seguir, a Tabela 155 apresenta o Cronograma proposto para este programa:

Tabela 155 Cronograma Executivo

Atividade	Período																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Planejamento estratégico da comunicação e definição de canais																								
Produção e validação dos materiais institucionais																								
Realização de campanhas informativas sobre o projeto																								
Atendimentos presenciais, telefônicos e digitais às comunidades																								
Rodas de conversa e reuniões com lideranças locais																								
Monitoramento dos canais e aferição de engajamento/compreensão																								
Revisão e atualização das estratégias com base em avaliações																								

5.5.3. Programa de Educação Ambiental (PEA)

5.5.3.1. Justificativa

A implementação do Programa de Educação Ambiental (PEA) no contexto do Projeto Alemão é fundamental para promover a conscientização e o engajamento de todos os públicos envolvidos no empreendimento, incluindo comunidades locais, trabalhadores que atuarão nas diferentes fases do empreendimento e demais interessados. O PEA tem como premissa central a disseminação de conhecimentos e práticas voltadas à preservação ambiental e ao desenvolvimento sustentável, reforçando a importância do equilíbrio entre a operação minerária e a conservação do meio ambiente.

Localizado em uma área de sensibilidade ecológica elevada – a Floresta Nacional de Carajás – do

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



município de Parauapebas, a pesquisa realizada no âmbito do diagnóstico socioeconômico identificou lacunas no conhecimento acerca do empreendimento, tanto nas comunidades, quanto entre os profissionais diretamente ligados ao empreendedor, evidenciando a necessidade de ações educativas que promovam a sensibilização e o protagonismo ambiental. Cumpre ressaltar que, nessa etapa inicial do projeto, a identificação dessas lacunas é comum e de fácil solução a partir da implementação dos programas socioambientais.

O PEA se justifica como um instrumento essencial para criar uma cultura de responsabilidade socioambiental compartilhada entre todos os públicos. Por meio de atividades educativas integradas, o programa visa esclarecer os impactos do empreendimento, as medidas mitigadoras adotadas e o papel de cada indivíduo na proteção dos recursos naturais. Essa abordagem reforça não apenas a adesão às diretrizes ambientais estabelecidas, mas também o fortalecimento do senso de pertencimento e cuidado com o território.

Além de responder à necessidade de induzir processos de sensibilização e mobilização social sobre os impactos socioambientais do Projeto Alemão, o PEA se justifica como instrumento de fortalecimento das capacidades locais, por meio da formação de lideranças comunitárias e educadores populares que atuem como multiplicadores em seus próprios territórios. Essa diretriz está alinhada aos fundamentos da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999) e reforça o papel do PEA como catalisador de redes locais de aprendizagem crítica, participação cidadã e gestão compartilhada dos bens comuns.

O programa buscará estabelecer articulações com instituições formais de ensino e espaços educativos não escolares, como escolas municipais, secretarias de educação, centros comunitários e coletivos culturais. Essa integração permitirá ampliar o alcance territorial e etário das ações educativas, criar sinergias com o currículo escolar e favorecer a inserção da temática ambiental no cotidiano institucional das comunidades. Essa abordagem também reforça a legitimidade do programa junto aos atores locais e fortalece as conexões entre saberes técnico-científicos e experiências de vida.

A definição dos eixos temáticos será orientada pelas demandas socioambientais específicas da AID, priorizando temas como uso sustentável da água, conservação da biodiversidade, mudanças climáticas, resíduos sólidos, mineração e território, unidades de conservação e justiça ambiental. Esses conteúdos serão adaptados às características socioculturais de cada comunidade, com uso de metodologias participativas e abordagens pedagógicas acessíveis, respeitando o nível de escolaridade, os valores locais e os canais de comunicação predominantes.

O PEA também será orientado por um sistema de monitoramento qualitativo e quantitativo, que permitirá aferir a efetividade das ações educativas em termos de engajamento, participação, compreensão crítica e apropriação dos temas abordados. Indicadores de alcance, permanência, mudança de percepção e replicabilidade das ações serão utilizados para orientar a readequação das metodologias e fortalecer o processo de aprendizagem contínua. Os resultados obtidos subsidiarão os relatórios anuais do PBA e servirão de referência para o aprimoramento da estratégia de comunicação do empreendimento.

Importa destacar que este PEA foi estruturado em consonância com o Plano Político-Pedagógico

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Mediado pela Educação Ambiental de Carajás (PPPEA Carajás), lançado pelo ICMBio em 2024 como instrumento norteador das práticas educativas nas unidades de conservação da região, incluindo a FLONA de Carajás. A proposta metodológica adotada neste PEA – pautada na valorização dos saberes locais, na articulação entre espaços escolares e não escolares, na formação de educadores populares e na integração entre comunidades, trabalhadores e instituições públicas – está plenamente alinhada aos eixos situacional, conceitual e operacional do PPPEA Carajás. Ao adotar esse referencial, o PEA contribui para o fortalecimento da governança ambiental do território, promovendo uma abordagem educativa territorializada, dialógica e comprometida com a conservação ambiental em áreas de uso múltiplo sustentável.

Por fim, destaca-se que as ações educativas serão realizadas em locais de fácil acesso, com priorização das comunidades em Palmares Sul, nos loteamentos situados ao longo das estradas Paulo Fonteles e Apinha, da Vila Sanção (durante a fase de implantação) e, também, das comunidades situadas na APA do Igarapé Gelado. Essa delimitação permitirá otimizar recursos, intensificar a presença territorial do programa e maximizar os efeitos formativos junto às populações mais diretamente afetadas pelo projeto.

5.5.3.2. Objetivo

O PEA tem como objetivo principal fomentar a conscientização ambiental e promover o engajamento de todos os públicos envolvidos no Projeto Alemão, abrangendo tanto as comunidades na AID quanto os trabalhadores ligados às diferentes fases de licenciamento do empreendimento, bem como demais partes interessadas. O programa visa fortalecer a cultura de responsabilidade socioambiental, garantindo que os indivíduos compreendam os impactos do empreendimento, participem ativamente na adoção de práticas sustentáveis e contribuam para o desenvolvimento equilibrado do território.

Nesse contexto os objetivos específicos do PEA são:

- Promover a compreensão dos compromissos socioambientais do Projeto Alemão entre os trabalhadores diretos e terceirizados, por meio de ações educativas voltadas à valorização da biodiversidade, prevenção de impactos ambientais, cultura de segurança, uso correto de EPI e respeito às comunidades do entorno;
- Promover a compreensão crítica dos impactos socioambientais do Projeto Alemão e fortalecer a cidadania ambiental nas comunidades da AID, por meio de ações educativas adaptadas às realidades locais;
- Estimular o protagonismo comunitário mediante a formação de educadores locais e a articulação com instituições de ensino e espaços educativos formais e informais do território;
- Trabalhar conteúdos socioambientais prioritários – como biodiversidade, recursos hídricos, resíduos, mudanças climáticas e mineração – por meio de metodologias participativas e materiais acessíveis;
- Realizar as ações do programa em locais de fácil acesso do Público da AID;
- Monitorar e avaliar de forma contínua a efetividade das ações educativas, com indicadores que permitam reorientar estratégias e consolidar aprendizados coletivos.

12 DA @ 20 28 92 01-20 GC PM



O PEA, portanto, busca atuar como um instrumento de transformação social e ambiental, contribuindo para que os públicos envolvidos reconheçam seu papel na construção de um modelo de desenvolvimento sustentável alinhado às melhores práticas de gestão socioambiental.

5.5.3.3. Responsável pela implementação do Programa

A implementação do PEA do Projeto Alemão será conduzida por uma estrutura de governança composta por diferentes atores, responsáveis por garantir a execução eficaz e alinhada às diretrizes do empreendimento e às demandas das comunidades, dos trabalhadores (diretos e indiretos) e demais partes interessadas. Os papéis e responsabilidades de cada grupo são descritos a seguir:

- Equipe técnica da Vale Metais Básicos – coordenação geral do PEA, sendo responsável planejar e supervisionar as ações do programa, garantindo o alinhamento às diretrizes do licenciamento ambiental; estabelecer parcerias estratégicas com instituições locais e regionais para fortalecer as ações educativas; e monitorar e avaliar o desempenho do programa, ajustando as estratégias conforme necessário para atender aos objetivos definidos.
- Consultores especializados em educação ambiental – serão contratados para elaborar e executar atividades educativas adaptadas às especificidades culturais e sociais dos públicos envolvidos, tendo responsabilidade de desenvolver materiais didáticos e conteúdos programáticos para oficinas, palestras e campanhas educativas, além de conduzir atividades de sensibilização e capacitação junto às comunidades e trabalhadores, assim como apoiar na análise dos indicadores de desempenho e na elaboração de relatórios técnicos sobre a execução do programa.
- Parceiros Institucionais – associações comunitárias e lideranças locais, órgãos públicos municipais e estaduais, assim como organizações da sociedade civil (OSC) serão importantes para auxiliar na mobilização e engajamento das comunidades, dos trabalhadores e demais interessados, além de contribuir com conhecimentos sobre as dinâmicas sociais e culturais locais;
- Executoras das ações educativas – contratadas para operacionalizar o PEA, atuando diretamente na realização de atividades de campo, produção de materiais e organização de eventos;
- Trabalhadores do empreendimento – desempenharão papel de primeiros multiplicadores das ações de preservação consciente, conservação e uso sustentável dos recursos naturais e ambientais, de forma que ative as ações de educação ambiental e das boas práticas de sustentabilidade no ambiente de trabalho e nas comunidades;

Para assegurar o sucesso do PEA, as responsabilidades das diversas ações serão compartilhadas entre todos os atores envolvidos, desde a concepção até a avaliação das ações. Essa abordagem colaborativa visa fortalecer o compromisso com a sustentabilidade e maximizar o alcance e a efetividade do programa. Essa estrutura de governança possibilitará que o PEA seja implementado de maneira eficiente, inclusiva e alinhada aos objetivos de promover a conscientização e a educação ambiental como pilares fundamentais do desenvolvimento sustentável no contexto do Projeto Alemão.

5.5.3.4. Legislação e/ou outros requisitos

A elaboração deste PEA considera, tanto os dispositivos legais e normativos aplicáveis ao licenciamento

12 DA @ 20 28 92 01-20 GC PM



socioambiental, quanto o PPPEA Carajás. Abaixo, a Tabela 156 apresenta o compêndio com requisitos aplicáveis para elaboração do PEA:

Tabela 156 – Requisitos aplicáveis para elaboração do PEA

Legislação/Norma	Descrição
Constituição Federal de 1988	Estabelece o direito ao meio ambiente equilibrado, destacando a educação ambiental como essencial.
Lei Federal nº 9.795/1999 – Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA)	Define a educação ambiental como obrigatória nos processos de licenciamento ambiental.
Lei Federal nº 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA)	Prevê programas de educação ambiental como instrumento de gestão ambiental.
Resolução CONAMA nº 1/1986	Determina a inclusão de ações educativas em Estudos de Impacto Ambiental.
Decreto Federal nº 10.144/2019 – Política Nacional de Educação Ambiental	Reforça a integração da educação ambiental em projetos licenciados.
Portaria Interministerial nº 60/2015	Estabelece critérios para avaliação de impactos sobre comunidades indígenas e tradicionais.
Termo de Referência do EIA/RIMA	Orienta a elaboração e execução de programas educativos adaptados às especificidades locais.
Convenção 169 da OIT	Garante o direito à consulta livre, prévia e informada, incorporando a educação ambiental.
Padrões do Banco Mundial e da IFC	Recomenda boas práticas de gestão socioambiental, incluindo programas educativos.
Instrução Normativa nº 02/2012 do IBAMA	Define diretrizes para programas de educação ambiental em empreendimentos licenciados, enfatizando a participação e a sensibilização dos públicos envolvidos.
Lei Estadual nº 5.887/1995 (Pará)	Reforça a importância da educação ambiental nos processos de licenciamento ambiental no Pará.
Decreto Estadual nº 2.880/2010 (Pará)	Estabelece a Política Estadual de Educação Ambiental, com foco em projetos de grande porte.

Fonte: Elaboração Própria.

5.5.3.5. Escopo

O Programa de Educação Ambiental será desenvolvido na AID do Projeto Alemão, priorizando as comunidades de Palmares Sul, os loteamentos situados ao longo das estradas Paulo Fonteles e Apinha, a Vila Sanção (durante a fase de implantação) e o entorno da APA do Igarapé Gelado. As ações permitirão que o programa atue de forma direcionada e sensível às especificidades socioculturais, econômicas e ambientais de cada localidade, maximizando os efeitos formativos e fortalecendo os vínculos entre o empreendimento e os territórios afetados.

O escopo do programa contempla a promoção de processos educativos participativos, voltados à formação crítica das comunidades sobre os impactos socioambientais do empreendimento, à valorização dos saberes locais e à mobilização social em torno da sustentabilidade. As ações envolverão rodas de conversa, oficinas temáticas, trilhas educativas, mapeamentos afetivos e campanhas territoriais, articuladas com os eixos temáticos definidos a partir do diagnóstico socioambiental: biodiversidade, água, resíduos, mudanças climáticas, mineração e território. Essas atividades serão conduzidas com uso de linguagens acessíveis e recursos pedagógicos adaptados à diversidade de escolaridade e repertório cultural das comunidades.

O PEA também abrangerá a formação de educadores populares e lideranças comunitárias como multiplicadores locais das ações educativas, bem como a articulação com instituições de ensino e espaços educativos formais e informais do território. Tal ação, elaborada em consonância com o PPPEA Carajás, segue estratégias pedagógicas continuamente monitoradas por meio de indicadores qualitativos

12 DA @ 20 28 92 04-20 GC PM



e quantitativos, que permitam aferir a efetividade das ações, identificar lacunas e orientar eventuais readequações metodológicas. A execução do programa ocorrerá em sinergia com os demais componentes do PBA, especialmente o Programa de Comunicação Social (PCS) e o Programa de Valorização da FLONA de Carajás, garantindo coerência institucional, abrangência e continuidade.

5.5.3.6. Abrangência

O PEA abrange à AID do empreendimento, tendo como público-alvo as comunidades localizadas ao longo das estradas Paulo Fonteles e Apinha e as áreas próximas à Estação Ferroviária de Parauapebas, bem como os trabalhadores envolvidos no Projeto Alemão. Mais especificamente, as ações do programa são projetadas para alcançar todos os trabalhadores direta ou indiretamente vinculados às etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento. O PEA contempla prioritariamente os moradores do bairro Palmares Sul e da Vila Sanção (este, apenas durante a fase de implantação do empreendimento), pertencentes à zona urbana de Parauapebas, e das comunidades situadas nos loteamentos Pôr-do-Sol, São Luís, Kwany, Parque das Cachoeiras I, Parque das Cachoeiras II, Santa Cruz, Rio Gelado, Gavião Real e na APA do Igarapé Gelado.

O programa também se estende a outros atores-chave, como lideranças comunitárias, representantes de órgãos públicos e organizações da sociedade civil, promovendo a inclusão e o diálogo com diferentes segmentos sociais.

5.5.3.7. Materiais e métodos

A execução do PEA do Projeto Alemão será baseada em materiais diversificados e métodos integrados que assegurem a disseminação eficaz das informações e o engajamento ativo dos públicos envolvidos. O programa utilizará materiais didáticos e informativos, como cartilhas e folhetos educativos adaptados às realidades locais, abordando temas relevantes como preservação ambiental, gestão de resíduos e uso sustentável dos recursos naturais. Além disso, boletins informativos impressos e digitais serão disponibilizados para atualizar os públicos sobre as ações do empreendimento e as medidas mitigadoras, complementados por vídeos institucionais e educativos exibidos em eventos e plataformas digitais.

Para o suporte às atividades educativas, o programa contará com infraestrutura específica, como salas de reunião equipadas para oficinas e palestras, postos de atendimento e informação com materiais de consulta, além de equipamentos audiovisuais, como projetores e telas. Também serão utilizadas plataformas digitais e os canais de comunicação apresentados no PCS.

Os métodos adotados incluem o Diagnóstico Socioambiental Participativo (DSP), que identificará às necessidades e expectativas dos públicos por meio de consultas, entrevistas e reuniões com lideranças locais e trabalhadores. A partir disso, serão mapeados os temas prioritários para as ações educativas. As campanhas de conscientização, realizadas em múltiplos formatos como visitas técnicas, rodas de conversa e exposições temáticas, serão complementadas por materiais audiovisuais e interativos, reforçando as mensagens educativas de forma acessível e inclusiva.

As atividades de capacitação e formação serão fundamentais no PEA, com a promoção de oficinas, palestras e treinamentos voltados ao desenvolvimento de competências ambientais e à adoção de práticas

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



sustentáveis. Cursos e oficinas serão adaptados aos diferentes perfis dos públicos, garantindo que todos tenham acesso às informações de forma equitativa. Além disso, o programa incentivará o diálogo e o engajamento, promovendo espaços participativos para a troca de experiências entre trabalhadores, comunidades e demais interessados, e estabelecendo comitês locais para acompanhar e propor melhorias às ações implementadas.

O monitoramento e a avaliação contínua das atividades serão realizados por meio de indicadores de desempenho, como número de participantes, impacto percebido e engajamento em campanhas. Avaliações periódicas permitirão ajustes metodológicos, assegurando a efetividade das ações e contribuindo para o alcance dos objetivos do programa. Esse conjunto de materiais e métodos reforça o compromisso do PEA em promover a conscientização ambiental e a adoção de práticas sustentáveis de forma integrada e transformadora.

5.5.3.8. Avaliação e monitoramento

A avaliação e o monitoramento do PEA são etapas indispensáveis para garantir que as ações planejadas alcancem seus objetivos de conscientização ambiental e engajamento dos públicos envolvidos. Esses processos permitirão medir a eficácia das estratégias adotadas, identificar lacunas e propor ajustes necessários ao longo da execução do programa.

O monitoramento ocorrerá de forma contínua, com a coleta e análise de indicadores previamente definidos. Esses indicadores englobam aspectos como o número de participantes em oficinas e palestras, a quantidade de materiais educativos distribuídos, o grau de engajamento nos canais de comunicação e a percepção de impacto positivo nas comunidades e entre os trabalhadores. Além disso, as atividades do PEA serão documentadas por meio de registros fotográficos, relatórios consolidados e depoimentos dos participantes, garantindo a rastreabilidade e a transparência das ações.

As avaliações serão realizadas em ciclos periódicos e contarão com a aplicação de instrumentos específicos, como pesquisas de satisfação, questionários de percepção e análises qualitativas dos resultados obtidos. Essas avaliações permitirão verificar o alcance das metas estabelecidas, como a ampliação do conhecimento ambiental e a adesão a práticas sustentáveis pelos públicos envolvidos. Com base nos resultados, as estratégias do programa serão ajustadas para atender de forma mais efetiva às necessidades identificadas.

A Tabela 157 a seguir apresenta as metas, os indicadores, os meios de evidenciar os resultados e a periodicidade de monitoramento, detalhando como o PEA será avaliado em termos de desempenho e impacto:

Tabela 157 Metas, Indicadores, Evidências e Periodicidade de Monitoramento do Programa

Meta	Indicador	Meio de Evidenciar	Periodicidade
Realizar DSP	Nº de reuniões realizadas e participantes	Listas de presença, Relatório de DSP, com mapeamento os temas prioritários para as ações educativas	Única
Realizar, anualmente, ao menos 2 ações educativas nos territórios da AID até o final da implantação	Nº de ações educativas realizadas	Relatórios de atividade, listas de presença, registros fotográficos	Anual

12 DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Meta	Indicador	Meio de Evidenciar	Periodicidade
Conduzir ao menos 2 ciclos anuais de ações educativas com trabalhadores sobre temas socioambientais, segurança e uso correto de EPI	Nº de ciclos realizados e alcance de trabalhadores envolvidos	Listas de presença, material didático aplicado, registros fotográficos	Anual
Concluir ao menos 1 ciclo formativo com educadores populares ou lideranças comunitárias, com no mínimo 10 participantes certificados	Nº de ciclos realizados e nº de participantes certificados	Certificados emitidos, atas e relatório final da formação	Implantação
Estabelecer pelo menos 2 parcerias com escolas ou espaços educativos formais/informais da AID	Nº de parcerias firmadas	Termos de parceria, ofícios ou atas de reunião	Implantação
Produzir ao menos 3 materiais educativos acessíveis, relacionados aos eixos temáticos prioritários	Nº de materiais produzidos	Cópias físicas ou digitais dos materiais, plano de distribuição	Único (implantação)
Conduzir ao menos 2 ações voltadas à valorização dos territórios e saberes locais (trilhas, mapeamentos afetivos ou oficinas culturais)	Nº de ações realizadas	Relatórios descritivos, registros audiovisuais e testemunhos	Anual
Realizar avaliação participativa da efetividade do programa, com base em indicadores qualitativos e quantitativos de engajamento e percepção	Nº de avaliações executadas e indicadores monitorados	Relatório de avaliação, questionários aplicados, sínteses de escuta	Anual

Fonte: Elaboração própria.

5.5.3.9. Cronograma

A seguir, a Tabela 158 apresenta o Cronograma proposto para este programa:

Tabela 158 Cronograma Executivo

Atividade	Período																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Planejamento do programa e definição de territórios prioritários e temas a partir do DSP																								
Articulação com escolas e espaços educativos locais																								
Produção e validação dos materiais educativos																								
Execução das ações educativas territoriais (trilhas, oficinas, rodas)																								
Realização de ações voltadas à valorização de saberes locais																								
Ciclo formativo com educadores populares ou lideranças																								
Avaliação participativa da efetividade do programa																								

5.5.4. Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT)

5.5.4.1. Justificativa

A implantação do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT) no contexto do Projeto Alemão é essencial para mitigar os impactos socioeconômicos diretos e indiretos do empreendimento e promover o desenvolvimento sustentável na AID e na AII. Este programa é importante para articular as atividades do projeto com as dinâmicas territoriais, econômicas e sociais locais, fortalecendo a capacidade das comunidades de se adaptarem e prosperarem diante das transformações ocasionadas pelo

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



empreendimento.

O diagnóstico socioeconômico identificou uma série de vulnerabilidades nas comunidades locais, como acesso desigual a serviços públicos, fragilidades na infraestrutura urbana e rural, e dependência econômica da mineração. Além disso, a intensificação das dinâmicas territoriais no município de Parauapebas, tende a agravar pressões sobre os padrões de ocupação do solo e a demanda pelos serviços públicos. As projeções de migração espontânea, os efeitos indiretos sobre o mercado imobiliário e a valorização de áreas periféricas à atual sede urbana – como o bairro Palmares Sul e os entornos das estradas Paulo Fonteles e Apinha – indicam a necessidade de medidas preventivas voltadas à qualificação da governança urbana e ao fortalecimento institucional do poder público municipal.

Esses fatores evidenciam a necessidade de ações integradas que fomentem a diversificação econômica, a melhoria na qualidade de vida, o fortalecimento das capacidades institucionais e comunitárias, bem como o apoio às práticas de concepção e atualização do planejamento territorial – em especial, o Plano Diretor Municipal e as leis de Uso e Ocupação do Solo.

Além disso, a localização do empreendimento em uma região ambientalmente sensível e com uma dinâmica socioeconômica complexa exige que o PADT seja estruturado para garantir que as comunidades possam usufruir dos benefícios gerados pelo projeto, minimizando as desigualdades. Nesse sentido, o programa deve atuar como um catalisador para o desenvolvimento territorial sustentável, priorizando iniciativas que promovam a inclusão social, a conservação ambiental e a ampliação das oportunidades econômicas.

Adicionalmente, o programa buscará estabelecer articulação com as ações governamentais vigentes identificadas no Diagnóstico Socioeconômico de 2025, especialmente aquelas vinculadas ao Plano Plurianual (PPA) Estadual (2024–2027), como o Programa Territórios Sustentáveis, e ao PPA Municipal de Parauapebas, que já reconhece desafios estruturais na política habitacional, nos sistemas de transporte e na gestão do território. O PADT poderá atuar de forma sinérgica com essas iniciativas, apoiando tecnicamente a produção de subsídios, diagnósticos complementares e instrumentos de escuta qualificada que auxiliem a tomada de decisão por parte do poder público local.

O PADT também encontra respaldo em diretrizes legais e normativas, como o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), que enfatiza a importância de planejar e gerir o território de forma democrática e sustentável. Adicionalmente, o Termo de Referência do licenciamento ambiental estabelece a necessidade de programas que articulem o desenvolvimento local às atividades do empreendimento, garantindo que os benefícios sejam compartilhados de maneira equitativa entre os diferentes atores.

Portanto, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial se justifica como uma ferramenta estratégica para alinhar os objetivos do Projeto Alemão às demandas e expectativas das comunidades e das instituições locais. Sua implementação visa não apenas atender às exigências do licenciamento ambiental, mas também consolidar uma relação positiva e duradoura entre o empreendimento e o território onde está inserido.

5.5.4.2. Objetivo

O PADT tem como objetivo principal promover o desenvolvimento sustentável das comunidades e

12 DA @ 20 28 92 04-20 GC PM



territórios localizados na AID e na AII do Projeto Alemão, por meio de iniciativas que fortaleçam as capacidades institucionais e comunitárias, diversifiquem as atividades econômicas e melhorem o acesso a serviços e infraestrutura. O programa busca alinhar os benefícios gerados pelo empreendimento às necessidades e expectativas locais, contribuindo para a redução de desigualdades e o fortalecimento da coesão social.

Nesse contexto, seguem abaixo os objetivos específicos do PADT:

- Apoiar tecnicamente o poder público local na qualificação da gestão territorial, com ênfase na atualização do Plano Diretor, nas leis de uso e ocupação do solo e em políticas públicas voltadas ao ordenamento urbano e à infraestrutura social nos territórios impactados;
- Promover ações que contribuam para o fortalecimento institucional e a ampliação da capacidade de resposta dos entes governamentais frente às transformações induzidas pelo empreendimento, por meio de diagnósticos complementares, oficinas técnicas e escuta qualificada;
- Estimular a articulação do projeto com programas e políticas públicas existentes, em especial com os instrumentos de planejamento do PPA Estadual (2024–2027) e do PPA Municipal de Parauapebas, favorecendo sinergias e evitando sobreposições;
- Contribuir para o desenvolvimento territorial sustentável, com foco na inclusão social, valorização de áreas periféricas da AID e diversificação econômica em regiões suscetíveis à pressão migratória e à reconformação urbana.

5.5.4.3. Responsável pela implementação do Programa

A implementação do PADT será conduzida por uma estrutura de governança integrada, que envolve diferentes atores responsáveis por assegurar a execução eficiente e alinhada aos objetivos do programa. A equipe técnica da Vale Metais Básicos desempenhará o papel central na coordenação das atividades, sendo responsável pelo planejamento, supervisão e articulação com parceiros estratégicos. Essa equipe terá como atribuição monitorar o cumprimento das metas e propor ajustes conforme necessário, garantindo a integração do PADT às demais iniciativas socioambientais do empreendimento.

Consultores e empresas especializadas atuarão no planejamento junto à Vale Metais Básicos e na execução de ações específicas, realizando atividades em áreas como capacitação, desenvolvimento econômico e planejamento territorial. Esses times atuarão na elaboração de diagnósticos, na condução de oficinas e treinamentos, e no apoio técnico ao município de Parauapebas, AII do empreendimento, para o fortalecimento das capacidades institucionais e comunitárias. Além disso, as prefeituras municipais e secretarias locais serão parceiras fundamentais, integrando as ações do programa aos planos municipais de desenvolvimento e disponibilizando infraestrutura e apoio técnico.

O PADT contará ainda com o envolvimento de OSC e associações comunitárias, que desempenharão um papel estratégico na mobilização das comunidades e na execução de projetos comunitários e ambientais. Lideranças comunitárias e representantes locais serão interlocutores diretos no processo, contribuindo para identificar demandas prioritárias, participar da execução de projetos e facilitar o diálogo entre as comunidades e o empreendimento.

12 DA @ 20 28 52 04-20 GC PM



Comitês ou grupos de trabalho intersetoriais serão estabelecidos para acompanhar o desenvolvimento do PADT. Esses órgãos de governança terão a função de monitorar as atividades, promover a integração entre as ações do empreendimento e as políticas públicas, e garantir a transparência e a participação social. A abordagem colaborativa adotada pelo PADT assegura que as responsabilidades sejam compartilhadas entre o empreendimento, os parceiros institucionais e as comunidades locais, promovendo ações sustentáveis, inclusivas e alinhadas às demandas territoriais.

5.5.4.4. Legislação e/ou outros requisitos

Abaixo, a Tabela 159 apresenta o compêndio com requisitos aplicáveis para elaboração do PADT:

Tabela 159 – Requisitos aplicáveis para elaboração do PADT

Legislação/Norma	Descrição
Constituição Federal de 1988	Estabelece o direito ao meio ambiente equilibrado e o dever do poder público e da coletividade de preservá-lo, com foco no desenvolvimento sustentável.
Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001)	Regulamenta o planejamento urbano e a gestão democrática do território, priorizando a justiça social e a sustentabilidade ambiental.
Lei Federal nº 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA)	Prevê a integração de ações voltadas ao desenvolvimento sustentável no contexto de empreendimentos com potencial impacto ambiental.
Lei Federal nº 9.795/1999 – Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA)	Determina a inclusão da educação ambiental como parte de processos de licenciamento e de ações de desenvolvimento territorial.
Decreto Federal nº 8.972/2017 – Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais	Estabelece diretrizes para o desenvolvimento sustentável de povos e comunidades tradicionais, promovendo inclusão social e valorização cultural.
Instrução Normativa nº 02/2012 do IBAMA	Define diretrizes para a avaliação de impactos ambientais e sociais de empreendimentos licenciados, com ênfase na articulação territorial.
Convenção 169 da OIT	Garante o direito à consulta livre, prévia e informada às comunidades tradicionais afetadas, promovendo a inclusão no desenvolvimento territorial.
Termo de Referência do EIA/RIMA	Orienta a integração do desenvolvimento territorial com as ações do empreendimento, priorizando as demandas locais identificadas no diagnóstico.
Padrões do Banco Mundial e da IFC	Recomenda boas práticas de gestão socioambiental, incluindo o apoio ao desenvolvimento econômico e social dos territórios afetados.
Lei Estadual nº 5.887/1995 (Pará)	Regulamenta o licenciamento ambiental no estado do Pará, reforçando a necessidade de ações que promovam o desenvolvimento territorial.
Decreto Estadual nº 2.880/2010 (Pará)	Estabelece a Política Estadual de Educação Ambiental, incluindo ações voltadas à sensibilização e ao fortalecimento das capacidades locais.

Fonte: Elaboração Própria.

5.5.4.5. Escopo

O PADT será implementado com o propósito de articular a presença do Projeto Alemão às dinâmicas socioeconômicas, territoriais e institucionais existentes no município de Parauapebas, promovendo estratégias voltadas à qualificação da ocupação do solo, à redução das vulnerabilidades urbanas e à ampliação das oportunidades de desenvolvimento sustentável. O programa incidirá prioritariamente sobre a AII do empreendimento, com especial atenção a territórios da AID que apresentam maior suscetibilidade à pressão fundiária, à valorização imobiliária e ao adensamento populacional não planejado, com destaque para os bairros Palmares Sul, aos loteamentos lindeiros às estradas Paulo

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Fonteles e Apinha, o entorno da APA do Igarapé Gelado e, durante a fase de implantação do empreendimento, a Vila Sanção.

O escopo do PADT inclui a geração de diagnósticos territoriais complementares que subsidiem a tomada de decisão dos órgãos públicos locais e estaduais, com ênfase na mobilidade urbana, uso e ocupação do solo, acesso a serviços públicos essenciais, vulnerabilidades socioambientais e riscos associados à conformação urbana induzida pelo empreendimento. Tais diagnósticos permitirão fundamentar a formulação de recomendações técnicas, apoiar o planejamento urbano e orientar processos de revisão ou atualização de instrumentos legais, como o Plano Diretor Municipal, a legislação de parcelamento do solo e os zoneamentos socioambientais.

O programa também abrangerá a realização de oficinas intersetoriais, seminários técnicos e rodas de escuta com atores institucionais e lideranças comunitárias, com o objetivo de fomentar a integração entre os diferentes níveis de governo, ampliar a participação social nos processos decisórios e qualificar o debate público sobre os rumos do território. As ações serão coordenadas com o Programa de Comunicação Social (PCS), de modo a garantir transparência, ampla divulgação e fortalecimento da legitimidade institucional do programa.

O programa também incorporará ações voltadas à infraestrutura urbana de forma transversal, especialmente nos territórios diretamente impactados pelo Projeto Alemão. A partir dos diagnósticos territoriais complementares e das escutas qualificadas previstas, serão identificados e sistematizados elementos críticos associados à mobilidade, à regularização fundiária, ao acesso a equipamentos públicos e à precariedade de serviços urbanos, com vistas a subsidiar a atuação técnica junto ao poder público municipal. Essas contribuições poderão orientar o aprimoramento de políticas e projetos setoriais, inclusive em temas como drenagem, transporte público e acessibilidade em áreas periféricas e suscetíveis à expansão urbana desordenada.

Importa ressaltar que o programa acompanhará o apoio ao fortalecimento das políticas públicas de saúde será realizado no âmbito do Programa de Gestão de Mão de Obra, Saúde e Segurança, que concentra ações voltadas ao reforço da capacidade de atendimento da rede local em função dos efeitos indiretos do empreendimento sobre os fluxos populacionais e sobre a demanda por serviços assistenciais. Essa separação programática visa garantir maior efetividade, especialização temática e coerência institucional na implementação das ações socioeconômicas, evitando sobreposição de esforços e assegurando que cada programa atue de forma estratégica nas frentes para as quais foi desenhado.

Adicionalmente, o PADT buscará promover sinergia com políticas públicas já existentes, como o Programa Territórios Sustentáveis do PPA Estadual (2024–2027), e com as diretrizes do PPA Municipal de Parauapebas, que reconhece desafios estruturais na política habitacional, nos sistemas de mobilidade urbana e na governança territorial. Também será incentivada a articulação com conselhos municipais e iniciativas da sociedade civil organizada que atuem nas temáticas do ordenamento territorial, habitação, meio ambiente e planejamento urbano.

O PADT foi estruturado em aderência às diretrizes estabelecidas no Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás, que orienta o uso sustentável dos recursos naturais, a valorização da paisagem e a integração entre conservação ambiental e desenvolvimento territorial. Em alinhamento com esse

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



instrumento de gestão, o programa poderá apoiar e acompanhar iniciativas de caráter socioambiental voltadas à criação e qualificação de espaços verdes, implantação de equipamentos públicos voltados ao ecoturismo, revitalização de áreas de lazer e fortalecimento de atividades econômicas compatíveis com a conservação, como o turismo de base comunitária. Ao atuar nessas frentes, o PADT contribuirá para ampliar os benefícios indiretos do empreendimento, promover a revalorização simbólica e funcional do território e reforçar os vínculos entre o ambiente urbano e as áreas protegidas da região de Carajás.

Por fim, o programa será desenvolvido em consonância com os princípios do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), com os objetivos do licenciamento ambiental e com as diretrizes estratégicas do próprio empreendimento, posicionando-se como uma ferramenta de diálogo e de corresponsabilidade na construção de soluções estruturantes para o território. Ao induzir processos de planejamento participativo e fortalecimento institucional, o PADT pretende contribuir de forma concreta para a redução de desigualdades urbanas, a valorização de territórios periféricos e a consolidação de um modelo de desenvolvimento mais equilibrado e inclusivo em Parauapebas. Destaca-se que, em articulação com o PMISE, poder-se-á avaliar a efetividade dessas ações, de modo a levantar novas informações técnicas sobre o desenvolvimento territorial local e retroalimentar às ações do PADT.

5.5.4.6. Abrangência

O PADT será implementado no município de Parauapebas, definido como a AII do Projeto Alemão. Importa destacar que, nesse sentido, tanto a sede municipal e núcleos urbanos, quanto as localidades da zona rural de Parauapebas serão atendidas pelo programa, que deverá se estender ao longo de toda a fase de implantação, operação e fechamento do empreendimento com atividades periódicas que visam apoiar, por meio das ações propostas, à demanda local por desenvolvimento socioambiental sustentável no município.

5.5.4.7. Materiais e métodos

A implementação do PADT do Projeto Alemão será fundamentada em uma combinação de materiais adequados e métodos integrados, que garantam a eficácia das ações e o engajamento dos diversos públicos envolvidos. Os materiais utilizados incluem diagnósticos territoriais e socioeconômicos detalhados, relatórios técnicos, cartilhas e materiais educativos voltados à capacitação de gestores públicos, lideranças comunitárias e fornecedores locais. Além disso, serão produzidos conteúdos para sensibilização e mobilização, campanhas de comunicação digital e boletins informativos.

O PADT utilizará, sempre que couber, ferramentas digitais, como plataformas *online* para registro e monitoramento das ações e para a realização de consultas públicas. Essas plataformas também servirão como repositório de informações acessíveis às comunidades, com o objetivo de promover a transparência e o acesso equitativo às informações sobre o projeto e o desenvolvimento territorial.

Os métodos adotados no programa serão pautados por uma abordagem participativa e inclusiva, que integra as comunidades locais, o poder público e outros stakeholders no planejamento e na execução das ações. A primeira etapa consiste em diagnósticos participativos, que identificarão as necessidades e demandas específicas das comunidades e instituições locais. Essa etapa inclui consultas públicas, oficinas e entrevistas com representantes dos diferentes segmentos sociais.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Com base nos diagnósticos, serão estruturados projetos e ações voltados para o fortalecimento institucional, a diversificação econômica e a melhoria da infraestrutura local. Para isso, serão promovidas capacitações técnicas e gerenciais, cursos voltados ao empreendedorismo e à organização produtiva, e workshops para o desenvolvimento de competências em planejamento e gestão territorial. Essas atividades terão como foco principal os trabalhadores do empreendimento, os fornecedores locais, cooperativas e associações, bem como as lideranças comunitárias e os gestores públicos.

Outra metodologia central do PADT será a formação de comitês e fóruns intersetoriais, como o Fórum do Desenvolvimento de Parauapebas, que atuará no monitoramento das ações e na articulação entre os diferentes atores envolvidos. Esses espaços promoverão o diálogo contínuo, a troca de experiências e a supervisão das iniciativas promovidas pelo programa.

5.5.4.8. Avaliação e monitoramento

A avaliação e o monitoramento do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Territorial (PADT) são fundamentais para garantir que as ações planejadas sejam implementadas de forma eficaz, promovam o desenvolvimento sustentável e atendam às necessidades e expectativas das comunidades e stakeholders envolvidos. Esses processos envolverão o acompanhamento sistemático de indicadores de desempenho e a realização de avaliações periódicas para ajustar as estratégias conforme necessário.

O monitoramento contínuo do PADT será realizado com base em um conjunto de indicadores previamente definidos que serão coletados por meio de ferramentas como relatórios técnicos, registros de participação em eventos e consultas públicas, e análise de dados qualitativos e quantitativos. As avaliações do programa serão conduzidas em ciclos periódicos, utilizando métodos participativos que envolvam os diferentes atores sociais, incluindo lideranças comunitárias, gestores públicos e representantes do empreendimento. Questionários, rodas de conversa e reuniões com os comitês intersetoriais, como o Fórum do Desenvolvimento de Parauapebas, serão utilizados para avaliar a eficácia das ações e identificar possíveis ajustes. Esses processos garantirão que o PADT se mantenha alinhado às demandas locais e às diretrizes do projeto.

Para promover a transparência e conformidade do PADT, os resultados das ações do programa serão divulgados regularmente por meio de relatórios de monitoramento compartilhados com os interessados envolvidos. Esses relatórios conterão dados sobre o progresso das ações, os desafios enfrentados e os ajustes realizados.

Tabela 160 Metas, Indicadores, Evidências e Periodicidade de Monitoramento do Programa

Meta	Indicador	Meio de Evidenciar	Periodicidade
Realizar ao menos 2 diagnósticos técnicos complementares sobre aspectos territoriais da AID (uso do solo, infraestrutura urbana ou mobilidade) na etapa de implantação do Projeto	Nº de diagnósticos elaborados	Relatórios técnicos, mapas temáticos, pareceres técnicos	Anual
Apoiar a realização de pelo menos 1 oficina técnica com o poder público municipal na etapa de implantação para apoiar o processo de revisão do Plano Diretor	Nº de oficinas realizadas	Atas de reunião, lista de presença, plano de trabalho conjunto	Anual

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Meta	Indicador	Meio de Evidenciar	Periodicidade
Estabelecer no mínimo 1 canal institucional de articulação entre o projeto e a gestão territorial do município	Existência e operacionalização do canal de articulação	Termos de compromisso, ofícios, atas de reuniões intersetoriais	Anual
Promover pelo menos 2 eventos de escuta qualificada com representantes de comunidades da AID sobre planejamento urbano e infraestrutura de serviços	Nº de eventos realizados	Relatórios de escuta, registros de participação, sistematizações temáticas	Anual
Articular a inserção de ao menos 1 contribuição técnica do PADT nos instrumentos de planejamento territorial em vigência (PPA municipal, Plano Diretor ou legislação urbanística) na etapa de implantação	Nº de contribuições formalizadas	Minutas, relatórios de inserção técnica, pareceres encaminhados ao poder público	Anual

Fonte: Elaboração própria.

5.5.4.9. Cronograma

A seguir, a Tabela 161 apresenta o Cronograma proposto para este programa:

Tabela 161 Cronograma Executivo

Atividade	Período																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Definição da equipe e articulação com gestão municipal																								
Levantamento de dados e elaboração de diagnósticos complementares																								
Planejamento e apoio à atualização do Plano Diretor e instrumentos legais																								
Condução de oficinas técnicas e intersetoriais com o poder público																								
Realização de escutas comunitárias sobre ordenamento e infraestrutura																								
Sistematização de propostas e elaboração de recomendações técnicas																								
Articulação com programas públicos (PPA estadual e municipal)																								

5.5.5. Programa de Monitoramento de Indicadores socioeconômicos (PMISE)

5.5.5.1. Justificativa

A implementação do Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos (PMISE) é indicada com objetivo de acompanhar os efeitos sociais e econômicos dos impactos decorrentes do Projeto Alemão no município de Parauapebas. Grandes empreendimentos minerários como este provocam transformações significativas nos territórios em que estão inseridos, influenciando seus aspectos econômicos, demográficos, culturais e sociais. Monitorar esses indicadores permite acompanhar tais mudanças e avaliar a eficácia das medidas mitigadoras implementadas, além de ajustar estratégias para assegurar um desenvolvimento local sustentável.

O diagnóstico socioeconômico evidenciou uma dinâmica territorial complexa em Parauapebas,

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



caracterizada pela dependência econômica da mineração, intensa mobilidade populacional e desafios relacionados à infraestrutura e aos serviços públicos. Nesse contexto, o PMISE desempenha a função estratégica de fornecer dados e análises que subsidiam a tomada de decisões por parte do empreendedor, do poder público e das comunidades. Por meio do monitoramento contínuo, é possível identificar tendências, antecipar problemas e propor soluções baseadas em evidências concretas.

Além disso, o PMISE está alinhado aos requisitos legais e normativos estabelecidos pelo IBAMA e outros órgãos competentes, que demandam a avaliação contínua dos impactos ambientais e sociais como condição para a obtenção e manutenção das licenças ambientais. A utilização de indicadores específicos, tais como a geração de empregos e de renda, a produção setorial, a arrecadação fiscal, as condições de moradia e a qualidade dos serviços de saúde e educação, é fundamental para medir o alcance e a efetividade das ações mitigatórias propostas.

O programa também responde às expectativas das comunidades locais e regionais, que demandam maior transparência e participação nos processos de gestão do empreendimento. Ao divulgar periodicamente os resultados obtidos por meio do monitoramento, o PMISE contribui para fortalecer a confiança mútua entre os diversos interessados e promover um diálogo mais construtivo.

Por fim, o PMISE integra uma abordagem de gestão socioambiental responsável, que reconhece a importância de monitorar os impactos negativos e as oportunidades geradas pelo empreendimento. Isso inclui o fortalecimento da economia local, o aprimoramento da infraestrutura e o estímulo a iniciativas que promovam a equidade social e a valorização cultural. Assim, o PMISE não se limita a um instrumento técnico, mas se torna um pilar essencial para o desenvolvimento sustentável de Parauapebas.

5.5.5.2. Objetivo

O PMISE tem como objetivo principal acompanhar e avaliar, de forma sistemática, as alterações nas condições socioeconômicas do município de Parauapebas, decorrentes da implantação, operação e desativação do Projeto Alemão. O programa visa fornecer subsídios para a tomada de decisões estratégicas, promovendo a mitigação de impactos adversos e a potencialização dos benefícios gerados pelo empreendimento, de modo a avaliar o desenvolvimento sustentável da região. Seus objetivos específicos são:

- Monitorar indicadores relacionados à demografia, economia, infraestrutura, educação, saúde e qualidade de vida das comunidades afetadas pelo empreendimento;
- Identificar a efetividade das ações implementadas para minimizar impactos negativos e propor ajustes necessários, com base nos resultados obtidos;
- Prover informações atualizadas e confiáveis que auxiliem na tomada de decisões do empreendedor e no planejamento das ações voltadas ao território;
- Fortalecer a transparência e a participação social divulgando periodicamente os resultados do monitoramento para os interessados, promovendo um diálogo aberto e construtivo;

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- Utilizar os dados coletados para estimular iniciativas que fortaleçam a economia local, promovam a inclusão social e contribuam para a melhoria da infraestrutura e dos serviços públicos; e
- Atender às obrigações previstas nos licenciamentos ambientais e outros regulamentos aplicáveis, assegurando a integração das demandas legais ao planejamento do empreendimento.

O PMISE, assim estruturado, consolida-se como uma ferramenta essencial para a gestão dos impactos socioeconômicos

5.5.5.3. Responsável pela implementação do Programa

A implementação do PMISE será conduzida por uma estrutura de governança que integra diferentes atores, responsáveis pela execução, supervisão e avaliação das atividades do programa. A equipe técnica da Vale Metais Básicos atuará na coordenação do PMISE, sendo responsável por planejar as ações, consolidar os dados coletados e promover a integração das informações no sistema de gestão socioambiental do empreendimento.

Consultores especializados, contratados para apoiar a execução do programa, terão como atribuições principais a coleta, análise e interpretação de dados relacionados aos indicadores socioeconômicos. Esses profissionais também serão responsáveis por elaborar relatórios técnicos e propor recomendações baseadas nas tendências e alterações observadas, contribuindo para o aprimoramento das estratégias de gestão do empreendimento.

O sucesso do PMISE dependerá da colaboração ativa de instituições locais e regionais, como prefeituras municipais, secretarias de planejamento e desenvolvimento, e órgãos estaduais. Essas instituições fornecerão informações relevantes sobre os indicadores monitorados e atuarão como parceiras na implementação de ações que busquem mitigar os impactos negativos e fortalecer os benefícios socioeconômicos do empreendimento.

A participação das comunidades locais será fundamental para a efetividade do programa. Lideranças comunitárias, representantes de associações e organizações da sociedade civil contribuirão com percepções e dados qualitativos que complementam os indicadores técnicos. Essas lideranças também atuarão como pontos de articulação entre as comunidades e o empreendimento, promovendo o diálogo e a transparência.

O PMISE contará ainda com o apoio de comitês intersetoriais, como a Comissão de Acompanhamento do Empreendimento, que desempenharão um papel consultivo e de supervisão. Esses comitês terão a função de avaliar os resultados obtidos. Por fim, todos os atores envolvidos no PMISE compartilharão responsabilidades para assegurar que as ações sejam realizadas de maneira integrada, eficiente e alinhada aos objetivos do programa. Essa abordagem colaborativa reforça o compromisso do empreendimento com a transparência, a responsabilidade socioambiental e o desenvolvimento sustentável no município de Parauapebas.

5.5.5.4. Legislação e/ou outros requisitos

Abaixo, a Tabela 162 apresenta o compêndio com requisitos aplicáveis para elaboração do PMISE:

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Tabela 162 – Requisitos aplicáveis para elaboração do PMISE

Legislação/Norma	Descrição
Constituição Federal de 1988	Estabelece o direito ao meio ambiente equilibrado e à participação da sociedade na gestão ambiental.
Lei Federal nº 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA)	Define a obrigatoriedade do monitoramento de impactos ambientais e sociais em empreendimentos licenciados.
Lei Federal nº 10.257/2001 – Estatuto da Cidade	Regulamenta o planejamento urbano e a gestão territorial, promovendo a sustentabilidade e a justiça social.
Lei Federal nº 9.795/1999 – Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA)	Estabelece a necessidade de integrar a educação ambiental ao monitoramento de impactos socioambientais.
Instrução Normativa nº 02/2012 do IBAMA	Define diretrizes para o monitoramento e a avaliação de indicadores sociais em empreendimentos licenciados.
Resolução CONAMA nº 1/1986	Estabelece a obrigatoriedade de incluir monitoramento de impactos no Estudo de Impacto Ambiental (EIA).
Convenção 169 da OIT	Garante a consulta e o monitoramento contínuo dos impactos sobre comunidades tradicionais e indígenas.
Termo de Referência do EIA/RIMA	Orienta a definição de indicadores socioeconômicos a serem monitorados durante todas as fases do empreendimento.
Padrões do Banco Mundial e da IFC	Recomendam o uso de indicadores socioeconômicos padronizados para avaliar e mitigar impactos de empreendimentos.
Lei Estadual nº 5.887/1995 (Pará)	Reforça a necessidade de monitoramento de impactos em áreas de influência de empreendimentos no estado do Pará.
Decreto Estadual nº 2.880/2010 (Pará)	Estabelece a política estadual de gestão ambiental, incluindo a avaliação contínua de indicadores de impacto.

Fonte: Elaboração Própria.

5.5.5.5. Escopo

O PMISE do Projeto Alemão abrange a avaliação sistemática das mudanças nas condições socioeconômicas no município de Parauapebas, com foco em monitorar os impactos decorrentes da implantação, operação e fechamento do empreendimento. O programa busca identificar tendências, mitigar impactos adversos e potencializar os benefícios sociais e econômicos gerados pelo projeto, fornecendo informações qualificadas para subsidiar a gestão socioambiental.

O escopo do PMISE inclui a coleta e análise contínua de indicadores relacionados a áreas fundamentais, como demografia, saúde, educação, infraestrutura, mobilidade, economia, emprego e renda. O programa também monitorará dados sobre a arrecadação fiscal e os investimentos realizados pelo poder público em serviços e infraestrutura local, avaliando a distribuição e a aplicação desses recursos para atender às demandas geradas pelo empreendimento.

O programa será estruturado para acompanhar os impactos negativos e as oportunidades geradas pelo projeto, como o fortalecimento da economia local, a qualificação da mão de obra e a melhoria do acesso a serviços essenciais. Por fim, o PMISE abrangerá a produção de relatórios periódicos contendo análises detalhadas sobre os indicadores monitorados, permitindo a avaliação contínua das condições socioeconômicas e o ajuste das estratégias de gestão. Essa abordagem integradora e participativa assegura que o programa contribua efetivamente para o desenvolvimento sustentável de Parauapebas e para o fortalecimento das relações entre o empreendimento e as comunidades locais.

LD DA @ 20 20 92 Of- RD GC PM



5.5.5.6. Abrangência

O PMISE terá sua abrangência definida de acordo com as especificidades da AII e da AID do Projeto Alemão. Essa divisão permitirá a coleta e análise de dados que reflitam as dinâmicas territoriais e socioeconômicas em diferentes escalas, garantindo um monitoramento abrangente e alinhado às necessidades do território.

Na AII correspondente ao município de Parauapebas, o monitoramento será realizado com base em dados secundários. Esses dados serão obtidos de fontes confiáveis, como censos demográficos, registros administrativos municipais, relatórios institucionais, bases de dados públicas e estudos acadêmicos. Essa abordagem permitirá avaliar os impactos mais amplos do empreendimento sobre o município, considerando aspectos como demografia, arrecadação fiscal, mobilidade urbana e evolução de serviços públicos.

Na AID, o monitoramento será realizado por meio da coleta de dados primários, envolvendo todas as localidades presentes na AID, como comunidades ao longo das estradas Paulo Fonteles e Apinha, os bairros Palmares Sul e Vila Sanção, e os loteamentos Pôr-do-Sol, São Luís, Kwany, Parque das Cachoeiras I e II, Santa Cruz, Rio Gelado e Gavião Real, além da APA do Igarapé Gelado. Essas informações serão obtidas por meio de metodologias participativas, como entrevistas domiciliares, consultas comunitárias e observações de campo. O objetivo é captar as especificidades locais e os impactos diretos do empreendimento sobre as condições de vida das populações afetadas.

Essa dualidade entre a coleta de dados primários e secundários garante que o PMISE ofereça uma visão integrada dos impactos do empreendimento, tanto no nível municipal quanto no âmbito das comunidades diretamente afetadas. Essa abordagem permitirá uma gestão mais precisa e eficaz dos impactos socioeconômicos, promovendo a integração das demandas locais às estratégias de gestão socioambiental do empreendimento.

5.5.5.7. Materiais e métodos

A implementação do PMISE se baseará em uma abordagem que combina o uso de dados primários e secundários. Para a coleta de dados primários, serão utilizados questionários estruturados e semiestruturados aplicados diretamente nas comunidades da AID. Esses instrumentos permitirão captar informações detalhadas sobre aspectos como qualidade de vida, acesso a serviços públicos e percepção dos impactos do empreendimento. Além disso, quando necessário, realizar-se-ão entrevistas com lideranças comunitárias e representantes locais para complementar os dados quantitativos com análises qualitativas. Equipamentos tecnológicos, como *tablets* com *softwares* de georreferenciamento, serão empregados para garantir maior precisão e eficiência na coleta e no registro das informações.

Os dados secundários serão levantados a partir de bases institucionais, como as disponibilizadas pelo IBGE, prefeituras, secretarias de governo e outros órgãos relevantes. Essas informações serão utilizadas para contextualizar as análises no âmbito municipal, permitindo avaliar indicadores como saúde, educação, infraestrutura e economia. Estudos e relatórios técnicos também serão consultados para enriquecer o entendimento sobre as dinâmicas socioeconômicas da região.

A análise e sistematização dos dados serão realizadas com o auxílio de *softwares* estatísticos e de

12 DA @ 20 28 92 04-20 GC PM



geoprocessamento, que possibilitarão identificar tendências, elaborar mapas temáticos e integrar os dados primários e secundários em um banco de dados centralizado. Essa integração facilitará o acompanhamento e a atualização periódica dos indicadores monitorados.

Outro componente relevante será o monitoramento dos registros de queixas e demandas apresentadas pelos canais de comunicação direta com o empreendedor. Essas informações serão analisadas sistematicamente para identificar padrões e responder de forma proativa às necessidades e preocupações das comunidades.

Por fim, o PMISE produzirá relatórios técnicos anuais, contendo os resultados das análises, comparativos entre períodos e recomendações para ajustes nas ações de gestão socioeconômica. Esse modelo metodológico assegura que o programa ofereça informações qualificadas para subsidiar a tomada de decisões e contribuir para o desenvolvimento sustentável da região.

5.5.5.8. Avaliação e monitoramento

A avaliação e o monitoramento do PMISE visam medir os resultados obtidos, identificar possíveis ajustes e assegurar que o programa continue atendendo às demandas socioeconômicas do município de Parauapebas e das comunidades diretamente impactadas pelo Projeto Alemão. Assim, o monitoramento será realizado de forma contínua, com a coleta sistemática de dados e a análise periódica de indicadores previamente definidos. Esses indicadores contemplam aspectos como evolução demográfica, qualidade dos serviços públicos, geração de emprego e renda, condições de habitação, acesso à educação e saúde, entre outros. O acompanhamento incluirá, ainda, o monitoramento de queixas e demandas registradas por meio dos canais de comunicação direta, garantindo que as manifestações das comunidades sejam avaliadas de maneira estruturada e integrada ao processo de gestão do empreendimento.

A avaliação do programa será conduzida em ciclos regulares anuais, com a utilização de ferramentas quantitativas e qualitativas. Questionários, grupos focais, consultas públicas e reuniões com lideranças comunitárias e representantes de órgãos públicos serão algumas das metodologias empregadas para avaliar o impacto das ações e a percepção dos stakeholders sobre os resultados alcançados. Essa abordagem participativa permitirá incorporar as perspectivas das comunidades e demais partes interessadas, promovendo ajustes contínuos no programa.

Relatórios consolidados serão produzidos em intervalos regulares, contendo análises detalhadas sobre os indicadores monitorados, bem como gráficos, mapas temáticos e recomendações para aprimoramento das estratégias. Esses documentos serão compartilhados com os stakeholders, fortalecendo a transparência e promovendo o diálogo aberto entre o empreendimento e as partes interessadas.

A Tabela 163 a seguir exemplifica os principais indicadores que serão utilizados no PMISE, bem como as metas associadas, os meios de evidenciar os resultados e a periodicidade de monitoramento:

Tabela 163 Metas, Indicadores, Evidências e Periodicidade de Monitoramento do Programa

Meta	Indicador	Meio de Evidenciar	Periodicidade
Monitorar as condições socioeconômicas do município e das comunidades locais	Número de indicadores avaliados regularmente	Relatórios de monitoramento	Anual

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Meta	Indicador	Meio de Evidenciar	Periodicidade
Subsidiar os demais programas em relação à análise da efetividade das medidas mitigadoras adotadas	Percentual de ações ajustadas com base no monitoramento	Relatórios de ajustes e decisões implementadas	Anual
Promover transparência nos resultados do monitoramento	Percentual de relatórios produzidos que foram divulgados aos interessados	Relatórios publicados e comprovantes de envio	Anual
Coletar percepções comunitárias e propor ações corretivas, caso necessário	Percentual de comunidades consultadas	Lista de presença e registros de consultas públicas	Anual

Fonte: Elaboração própria.

5.5.5.9. Cronograma

A seguir, a Tabela 164 apresenta o Cronograma proposto para este programa:

Tabela 164 Cronograma Executivo

Atividade	Período																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Planejamento metodológico e definição da amostra AID																								
Coleta e sistematização de dados secundários da AII																								
Coleta de dados primários na AID (pesquisa amostral)																								
Processamento estatístico e análise de dados																								
Produção do relatório técnico com indicadores AID e AII																								
Disseminação dos resultados em parceria com PCS e equipes locais																								
Avaliação da qualidade da base de dados e diretrizes para monitoramentos futuros																								

5.5.6. Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás

5.5.6.1. Justificativa

A Floresta Nacional de Carajás é uma unidade de conservação de uso sustentável, reconhecida por sua relevância na proteção da biodiversidade, conservação dos serviços ecossistêmicos e promoção do desenvolvimento sustentável. Localizada em um dos mais ricos corredores de biodiversidade da Amazônia, a Floresta abriga espécies endêmicas e ameaçadas, além de desempenhar um papel estratégico na regulação climática, na proteção dos recursos hídricos e na manutenção do equilíbrio ambiental da região.

A implantação do Projeto Alemão, dentro dos limites da Floresta, impõe desafios adicionais à preservação desse patrimônio natural, exigindo ações integradas e estratégicas para mitigar os impactos das atividades mineradoras. Nesse sentido, o Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás se justifica como uma ferramenta indispensável para potencializar os benefícios socioambientais, promover o uso sustentável dos recursos naturais e reforçar o compromisso do empreendimento com a conservação da biodiversidade.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



O programa também responde às exigências legais e normativas, como o Decreto nº 98.704/1990, que estabelece os objetivos das florestas nacionais, e a Resolução CONAMA nº 428/2010, que regulamenta a compensação ambiental em unidades de conservação. Adicionalmente, o parecer técnico nº 140/2023 do IBAMA reforça a necessidade de programas específicos que considerem tanto a mitigação dos impactos ambientais quanto o fortalecimento da integração comunitária e a valorização das áreas protegidas.

Um ponto de especial atenção é a relação do projeto com os povos indígenas, considerando a localização da Terra Indígena Xikrin do Cateté a aproximadamente 12,5 km da ADA do empreendimento. Embora a área de influência do projeto não sobreponha diretamente os limites da Terra Indígena, os Xikrin utilizam a localidade conhecida como acampamento Caldeirão, situada dentro da mancha de inundação da barragem de rejeitos proposta para o projeto, para a coleta de castanhas e outras atividades tradicionais. Esse vínculo com o território destaca a necessidade de ações que valorizem a Floresta Nacional de Carajás como espaço de integração cultural e ambiental, reconhecendo e respeitando os modos de vida das comunidades indígenas, e garantindo a manutenção das condições ambientais para a prática dessas atividades.

O Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás também se propõe a atuar na sensibilização sobre o uso sustentável da área, promovendo a conservação da biodiversidade em harmonia com as atividades tradicionais indígenas. Além disso, o programa busca integrar as necessidades dos Xikrin às estratégias de gestão territorial e ambiental do empreendimento, fortalecendo o diálogo e as ações conjuntas que promovam a coexistência sustentável entre a mineração e as práticas culturais indígenas.

A estruturação deste programa considerou, de forma direta, as diretrizes do Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás e do Plano Político-Pedagógico Mediado pela Educação Ambiental de Carajás (PPPEA Carajás), documentos orientadores elaborados pelo ICMBio para promover a conservação ambiental integrada à valorização territorial e à educação crítica para a sustentabilidade. Ambos os instrumentos oferecem diretrizes metodológicas, eixos estratégicos e princípios de gestão participativa que foram incorporados à concepção deste programa, com destaque para a promoção de práticas educativas, fortalecimento da relação entre sociedade e Unidade de Conservação (UC), estímulo a atividades compatíveis com o uso sustentável do território e reconhecimento dos diferentes sujeitos pedagógicos e socioterritoriais presentes na região. Dessa forma, este programa visa não apenas mitigar potenciais impactos sobre a FLONA, mas também fortalecer o papel da unidade como patrimônio ambiental, social e simbólico de relevância nacional.

Por fim, a Floresta Nacional de Carajás é um importante ativo para a pesquisa científica, o turismo ecológico e o uso sustentável dos recursos naturais. O programa buscará valorizar essas atividades, alinhando-as ao planejamento do empreendimento e promovendo o desenvolvimento sustentável da região, em benefício das comunidades locais, das gerações futuras e da preservação ambiental.

5.5.6.2. Objetivo

O Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás tem o objetivo principal de promover a conservação da biodiversidade, o uso sustentável dos recursos naturais e o fortalecimento das relações

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



entre o Projeto Alemão e os diferentes públicos envolvidos, incluindo comunidades locais, povos indígenas e instituições gestoras da unidade de conservação. Por meio de ações integradas, o programa busca mitigar os impactos das atividades mineradoras e potencializar os benefícios socioambientais e culturais associados à Floresta.

Assim, os objetivos específicos deste programa são:

- Promover a conservação ambiental, implementando ações que assegurem a proteção de espécies endêmicas e ameaçadas, bem como a integridade dos serviços ecossistêmicos da floresta.
- Fomentar o uso sustentável, por meio do incentivo às econômicas sustentáveis, como turismo ecológico, pesquisa científica e manejo de recursos naturais, em alinhamento com as diretrizes da unidade de conservação.
- Desenvolver e implementar estratégias de comunicação e diálogo com os povos indígenas Xikrin, reconhecendo suas práticas tradicionais e garantindo que suas demandas relacionadas ao uso da floresta sejam incorporadas às ações dos programas no PBA do Projeto Alemão.
- Realizar ações educativas voltadas para a sensibilização das comunidades locais e indígenas sobre a importância da Floresta Nacional de Carajás, incentivando o protagonismo na conservação ambiental.
- Estabelecer mecanismos de articulação entre o empreendedor, as comunidades locais e os gestores da Floresta Nacional de Carajás, promovendo a participação ativa nos processos de decisão e planejamento.
- Valorizar e integrar os conhecimentos tradicionais das comunidades locais e indígenas às estratégias de conservação e uso sustentável da floresta.

Por meio desses objetivos, o programa reforça o compromisso do Projeto Alemão com a sustentabilidade, a inclusão social e a conservação ambiental, consolidando a Floresta Nacional de Carajás como um espaço de referência para o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação da biodiversidade.

5.5.6.3. Responsável pela implementação do Programa

A implementação do Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás será conduzida por uma estrutura de governança integrada, que contempla a participação do empreendedor, de instituições públicas, de lideranças comunitárias e de povos indígenas. Cada ator desempenhará um papel específico, garantindo que as ações sejam desenvolvidas de forma coordenada e alinhada aos objetivos do programa.

A equipe técnica da Vale Metais Básicos será a principal responsável pela coordenação geral do programa, assegurando a integração das ações às diretrizes socioambientais do empreendimento e às exigências legais. Essa equipe terá como atribuições principais o planejamento das atividades, a supervisão da execução, a articulação com parceiros estratégicos e a elaboração de relatórios técnicos para monitoramento e avaliação.

Os gestores da Floresta Nacional de Carajás, representados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



da Biodiversidade (ICMBio), atuarão na supervisão das ações, garantindo que estejam em conformidade com os objetivos de conservação da unidade. Além disso, o ICMBio será responsável por colaborar no desenvolvimento e na execução de iniciativas específicas, como programas de pesquisa científica e manejo sustentável.

O programa contará ainda com a participação ativa de representantes dos povos indígenas Xikrin, que contribuirão como interlocutores diretos para integrar as práticas tradicionais e as demandas culturais às ações do programa. Esses representantes atuarão como parceiros-chave no planejamento e na execução de atividades relacionadas ao uso sustentável da floresta, assegurando que as iniciativas respeitem os valores culturais e as necessidades do povo Xikrin.

As comunidades locais, incluindo lideranças comunitárias e representantes de associações, serão envolvidas como agentes participativos no processo de implementação. Essas lideranças desempenharão um papel importante na mobilização social, no acompanhamento das ações e na disseminação das informações sobre o programa, promovendo o engajamento das comunidades no processo de valorização da floresta.

OSC e instituições acadêmicas também poderão ser envolvidas, especialmente para apoiar a execução de atividades de pesquisa, capacitação e educação ambiental. Essas entidades contribuirão com conhecimento técnico e expertise em conservação ambiental e desenvolvimento sustentável.

Por fim, a implementação do programa será monitorada por meio de uma comissão intersetorial ligada ao Fórum do Desenvolvimento de Parauapebas, composta por representantes do empreendedor, do ICMBio, dos povos indígenas, das comunidades locais e de outras instituições parceiras. Esse comitê terá a função de acompanhar o progresso das ações, avaliar os resultados alcançados e propor ajustes nas estratégias sempre que necessário, assegurando que o programa atenda plenamente aos seus objetivos e promova a valorização efetiva da Floresta Nacional de Carajás.

5.5.6.4. Legislação e/ou outros requisitos

A formulação do Programa de Valorização da Flona de Carajás está respaldada em um conjunto de normativas legais e institucionais que orientam a conservação das unidades de uso sustentável, entre as quais se destacam o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Lei nº 9.985/2000), o Decreto nº 4.340/2002, que o regulamenta, e a Instrução Normativa ICMBio nº 19/2018, que institui as diretrizes para elaboração de programas de educação ambiental em Unidades de Conservação federais. Além disso, o programa está em conformidade com os princípios estabelecidos no Plano de Manejo da Flona de Carajás, aprovado pelo ICMBio, e com os compromissos socioambientais assumidos pelo empreendedor no âmbito do licenciamento ambiental. Considera-se, ainda, a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), especialmente no que tange à promoção da consciência ecológica, do pertencimento territorial e da gestão participativa em áreas ambientalmente protegidas.

Abaixo, a Tabela 165 apresenta o compêndio com requisitos aplicáveis para elaboração deste programa:

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Tabela 165 – Requisitos aplicáveis para elaboração do Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás

Legislação/Norma	Descrição
Constituição Federal de 1988	Garante o direito ao meio ambiente equilibrado e estabelece princípios de proteção às unidades de conservação.
Lei Federal nº 9.985/2000 – Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)	Regulamenta as categorias de unidades de conservação e define diretrizes para a gestão integrada e sustentável das florestas nacionais.
Decreto nº 98.704/1990	Dispõe sobre a criação e os objetivos das florestas nacionais, enfatizando a conservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais.
Resolução CONAMA nº 428/2010	Estabelece critérios e procedimentos para a compensação ambiental de empreendimentos em áreas de influência de unidades de conservação.
Convenção 169 da OIT	Assegura o direito à consulta livre, prévia e informada aos povos indígenas sobre ações que impactem suas terras ou culturas.
Instrução Normativa nº 02/2012 do IBAMA	Define diretrizes para a gestão de impactos ambientais em empreendimentos licenciados em unidades de conservação.
Portaria nº 17/1994 – IBAMA	Regulamenta as atividades permitidas em florestas nacionais, promovendo a compatibilidade entre conservação ambiental e uso sustentável.
Termo de Referência do EIA/RIMA	Orienta a inclusão de ações específicas para a valorização das unidades de conservação no contexto de grandes empreendimentos.
Padrões do Banco Mundial e da IFC	Recomenda boas práticas de gestão ambiental, incluindo a promoção da conservação em áreas protegidas e zonas de amortecimento.

Fonte: Elaboração Própria.

5.5.6.5. Escopo

O Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás tem como escopo a implementação de ações que promovam a conservação da biodiversidade, o uso sustentável dos recursos naturais e a integração das comunidades locais e indígenas nas atividades de gestão e valorização da unidade de conservação. O programa abrange a Floresta Nacional de Carajás, incluindo sua Zona de Amortecimento (ZAS) e áreas de uso tradicional, como o acampamento Caldeirão, utilizado pelos povos indígenas Xikrin e localizado na Zona de Salvamento Secundário (ZSS).

No âmbito da conservação, o programa buscará implementar medidas para proteger espécies endêmicas e ameaçadas, fortalecer corredores ecológicos e mitigar os impactos das atividades mineradoras na floresta. Essas ações incluirão o monitoramento contínuo da fauna e flora, a recuperação de áreas degradadas e o incentivo a práticas de manejo sustentável dos recursos naturais.

O escopo do programa também prevê o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis, como o fomento ao turismo ecológico, o apoio à pesquisa científica e o incentivo ao manejo de produtos florestais não madeireiros. Essas iniciativas serão articuladas com as diretrizes do ICMBio e com as demandas das comunidades locais e indígenas.

O Programa de Valorização da Flona de Carajás atuará no território da Unidade de Conservação e em suas áreas de entorno imediato, com foco nas comunidades localizadas na AID do empreendimento. Suas ações compreenderão o apoio técnico e institucional a atividades de sensibilização, mobilização e educação ambiental, a promoção de vivências formativas e trilhas interpretativas na floresta, o estímulo ao ecoturismo e à valorização cultural associada à biodiversidade, bem como a articulação com escolas, coletivos culturais e órgãos públicos. O programa também buscará promover o reconhecimento da

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



FLONA como espaço de referência para o desenvolvimento sustentável regional, contribuindo para o fortalecimento da percepção positiva sobre a UC e para a redução de práticas de uso irregular de seus recursos. Suas ações serão articuladas com o PEA e o PCS, de forma a potencializar o alcance das mensagens educativas e fortalecer os vínculos entre conservação ambiental e identidade comunitária.

Outro componente central do programa é a promoção de ações de educação ambiental voltadas tanto para as comunidades locais quanto para os trabalhadores do empreendimento. Essas atividades incluirão a realização de campanhas educativas, oficinas e cursos sobre a importância da Floresta Nacional de Carajás para o equilíbrio ambiental e o bem-estar social.

O programa também se dedicará à comunicação e ao diálogo com os povos indígenas Xikrin, integrando suas práticas culturais e demandas às ações de valorização da floresta. Essas atividades de contato serão realizadas em parceria com ações do PCS, de modo que serão realizadas com base em consultas prévias e no respeito aos direitos e tradições indígenas, garantindo que o programa contribua para a preservação cultural e ambiental.

Por fim, o escopo do programa inclui a criação de mecanismos participativos para a gestão da Floresta Nacional de Carajás, como comitês e fóruns que reúnam representantes do empreendedor, das comunidades locais, dos povos indígenas e do ICMBio. Esses espaços de articulação e governança garantirão que as ações do programa sejam planejadas e executadas de forma colaborativa, promovendo a valorização da floresta como um patrimônio natural e cultural de relevância nacional e internacional.

5.5.6.6. Abrangência

O Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás abrange integralmente a unidade de conservação, incluindo sua área principal, conforme definido pelo ICMBio. Essa abrangência contempla tanto os espaços naturais protegidos quanto as áreas de uso tradicional, como o acampamento Caldeirão, utilizado pelos povos indígenas Xikrin para atividades culturais e de subsistência.

Ao se concentrar na Floresta Nacional de Carajás, o programa busca atender às demandas específicas de conservação ambiental, uso sustentável e integração social, promovendo ações que respeitem e valorizem as características ecológicas, culturais e sociais da região. Essa abordagem assegura que as iniciativas do programa contribuam para a preservação da biodiversidade, o fortalecimento dos serviços ecossistêmicos e a valorização dos modos de vida das comunidades e povos indígenas que interagem com o território.

5.5.6.7. Materiais e métodos

A implementação do Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás será fundamentada em uma abordagem integrada que combina materiais adequados e métodos participativos. O objetivo é assegurar a conservação ambiental, o uso sustentável dos recursos naturais e o fortalecimento da relação entre o empreendimento, as comunidades locais e os povos indígenas Xikrin.

Os materiais utilizados no programa incluem ferramentas tecnológicas, como dispositivos móveis e *softwares* de georreferenciamento, que serão empregados para o monitoramento ambiental e a coleta de dados sobre a biodiversidade. Materiais didáticos e educativos, como cartilhas, serão produzidos para

12 DA @ 20 20 92 01-22 GC PM



apoiar as ações de educação ambiental e sensibilização. Além disso, o programa contará com sinalização informativa instalada em pontos estratégicos da floresta, reforçando a conscientização sobre a importância da conservação e do uso sustentável.

Os métodos adotados no programa envolvem uma combinação de técnicas de monitoramento, gestão participativa e ações educativas. No monitoramento ambiental, serão realizados levantamentos periódicos da fauna e flora, com a participação de especialistas e instituições acadêmicas. Essas atividades permitirão acompanhar a saúde dos ecossistemas e identificar potenciais impactos das atividades mineradoras, subsidiando a adoção de medidas de mitigação e compensação.

As ações de gestão participativa incluirão a formação de comitês locais e fóruns de diálogo que reúnam representantes do ICMBio, das comunidades locais, dos povos indígenas e do empreendedor. Esses espaços terão como função planejar, monitorar e avaliar as ações do programa, garantindo que as iniciativas sejam alinhadas às demandas locais e às diretrizes da Floresta Nacional de Carajás.

Na educação ambiental, o programa promoverá campanhas de sensibilização e capacitação para diferentes públicos, incluindo comunidades, trabalhadores do empreendimento e visitantes da floresta. Serão realizadas oficinas, palestras e atividades interativas que abordem temas como a importância da biodiversidade, o uso sustentável dos recursos naturais e o respeito às tradições culturais. Essas ações serão planejadas de maneira inclusiva, respeitando as especificidades socioculturais dos povos indígenas Xikrin e das comunidades locais.

Outro método essencial será o fomento a atividades econômicas sustentáveis, como o turismo ecológico e o manejo de produtos florestais não madeireiros em consonância com o PEA do empreendimento. Para isso, serão realizados workshops e capacitações técnicas que incentivem o empreendedorismo e o desenvolvimento local, promovendo a valorização da floresta como patrimônio natural e econômico.

Por fim, o programa incluirá comunicações periódicas com os povos indígenas Xikrin, em linguagem acessível, garantindo que suas práticas e tradições sejam respeitadas e integradas às ações de valorização da floresta. Essa abordagem assegura que o programa contribua para a conservação ambiental, o fortalecimento cultural e o desenvolvimento sustentável da região. Essas ações contribuirão, ainda, para minimizar as expectativas relacionadas à utilização do acampamento Caldeirão, fundamental para a manutenção dos modos de vida da comunidade.

5.5.6.8. Avaliação e monitoramento

A avaliação e o monitoramento do Programa de Valorização da Floresta Nacional de Carajás são etapas fundamentais para garantir que as ações planejadas sejam efetivas, promovam a conservação ambiental e estejam alinhadas às demandas das comunidades locais e dos povos indígenas Xikrin. Esses processos serão realizados de forma contínua e participativa, permitindo ajustes estratégicos e o aprimoramento das iniciativas ao longo do tempo.

O monitoramento do programa será conduzido por meio da coleta de dados periódicos relacionados a indicadores previamente definidos, como conservação da biodiversidade, efetividade das ações de educação ambiental, engajamento comunitário e uso sustentável dos recursos naturais. Esses dados serão coletados por meio de ferramentas tecnológicas, levantamentos em campo e consultas regulares às

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



comunidades e aos povos indígenas.

A avaliação das ações será realizada em ciclos semestrais e anuais, utilizando métodos participativos como reuniões com os comitês locais, consultas públicas e grupos focais. Esses espaços permitirão que os diferentes stakeholders, incluindo o ICMBio, as comunidades locais, os povos indígenas e o empreendedor, analisem os resultados alcançados e proponham ajustes nas estratégias de implementação.

Relatórios técnicos serão elaborados periodicamente, apresentando análises detalhadas sobre os indicadores monitorados, os avanços do programa e as oportunidades de melhoria. Esses relatórios serão compartilhados com todos os envolvidos, promovendo transparência e fortalecimento do diálogo entre as partes. A Tabela 166 a seguir apresenta os principais indicadores de avaliação e monitoramento do programa, incluindo as metas estabelecidas, os meios de evidenciar os resultados e a periodicidade de acompanhamento:

Tabela 166 Metas, Indicadores, Evidências e Periodicidade de Monitoramento do Programa

Meta	Indicador	Meio de Evidenciar	Periodicidade
Monitorar a conservação da biodiversidade	Número de espécies monitoradas e protegidas	Relatórios de monitoramento da fauna e flora	Semestral
Promover educação ambiental	Percentual de <i>stakeholders</i> contatados e participantes em ações educativas	Lista de presença, registros fotográficos	Trimestral
Engajar comunidades e povos indígenas nas ações de preservação	Percentual de adesão às reuniões e consultas	Atas de reuniões, registros de consultas públicas	Semestral
Fomentar atividades econômicas sustentáveis	Número de iniciativas apoiadas e resultados obtidos	Relatórios de projetos e parcerias	Anual
Garantir a participação do ICMBio	Percentual de ações implementadas com supervisão do ICMBio	Relatórios técnicos validados pelo ICMBio	Anual

Fonte: Elaboração própria.

5.5.6.9. Cronograma

A seguir, a Tabela 167 apresenta o Cronograma proposto para este programa:

Tabela 167 Cronograma Executivo

Atividade	Período																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Articulação com ICMBio e definição das ações conjuntas prioritárias																								
Apoio à divulgação de conteúdos e valores socioambientais da FLONA																								
Produção de materiais educativos e promocionais sobre a FLONA																								
Realização de atividades integradas com o PEA (trilhas, oficinas, educação ambiental)																								
Ações de estímulo à visitação pública em articulação com ICMBio																								
Incentivo às atividades econômicas sustentáveis																								
Monitoramento da efetividade e alcance das ações realizadas																								

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



6 COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

Para a Compensação Ambiental (CA), o parágrafo 1º do art. 36 da Lei do SNUC estabelecia, originalmente, que o montante de recursos a ser destinado pelo empreendedor para apoiar a criação e manutenção de unidades de conservação não poderia ser inferior a 0,5 % (meio por cento) dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, sendo o percentual fixado pelo órgão ambiental licenciador, de acordo com o grau de impacto ambiental causado pelo empreendimento. Tal dispositivo foi alvo de diversas contestações e questionamentos jurídicos, incluindo a ADI n.º 3.378/DF, em relação ao valor fixado como percentual mínimo, a falta de previsão de um valor máximo, bem como pela imprecisão de quais elementos comporiam os custos totais previstos para a implantação do empreendimento. As críticas também apontavam que a fixação do valor da compensação ambiental, tendo por referência o custo/valor do empreendimento, não guardava relação ou proporção com os impactos ambientais decorrentes dos empreendimentos.

A Resolução CONAMA n.º 371/2006 buscou esclarecer alguns dos pontos questionados, estabelecendo parâmetros e regras para a definição do custo total do empreendimento a ser apresentado no EIA/RIMA, e fixou o valor da compensação em meio por cento dos custos totais, até que fosse definida nova metodologia para avaliação do grau do impacto dos empreendimentos e definição do montante a ser destinado para compensação ambiental. Almeida e Pinheiro (2011) apresentam interessante histórico e análise das decisões judiciais e alterações na legislação relacionada à definição do valor da compensação ambiental prevista no art. 36 da Lei do SNUC.

Com o julgamento da ADI n.º 3.378/DF, o STF estabeleceu que o valor da compensação ambiental deveria ser fixado proporcionalmente ao impacto ambiental, após estudo, assegurados o contraditório e a ampla defesa. Apontou, também, a prescindibilidade da utilização do valor do empreendimento como parâmetro para o cálculo. Adicionalmente, foi decidido que compete ao órgão licenciador fixar o quantum da compensação, de acordo com a compostura do impacto ambiental a ser dimensionado no relatório – EIA/RIMA, e o Decreto n.º 6.848/2009 buscou definir uma nova metodologia para o cálculo da compensação ambiental (CA):

Art. 2º O Decreto n.º 4.340, de 2002, passa a vigorar acrescido dos seguintes artigos:

“Art. 31-A. O Valor da Compensação Ambiental - CA será calculado pelo produto do Grau de Impacto - GI com o Valor de Referência - VR, de acordo com a fórmula a seguir:

CA = VR x GI, onde:

CA = Valor da Compensação Ambiental;

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



VR = somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento, não incluídos os investimentos referentes aos planos, projetos e programas exigidos no procedimento de licenciamento ambiental para mitigação de impactos causados pelo empreendimento, bem como os encargos e custos incidentes sobre o financiamento do empreendimento, inclusive os relativos às garantias, e os custos com apólices e prêmios de seguros pessoais e reais; e

GI = Grau de Impacto nos ecossistemas, podendo atingir valores de 0 a 0,5%.

§ 1º O GI referido neste artigo será obtido conforme o disposto no Anexo deste Decreto.

§ 2º O EIA/RIMA deverá conter as informações necessárias ao cálculo do GI.

§ 3º As informações necessárias ao cálculo do VR deverão ser apresentadas pelo empreendedor ao órgão licenciador antes da emissão da licença de instalação.

§ 4º Nos casos em que a compensação ambiental incidir sobre cada trecho do empreendimento, o VR será calculado com base nos investimentos que causam impactos ambientais, relativos ao trecho”.

Ainda conforme o Decreto nº 6.848/2009, fica estabelecido pelo Art. 31-B que é de responsabilidade do IBAMA a realização do cálculo da compensação ambiental. Sendo assim, são apresentados a seguir os dados necessários ao cálculo e, caso já tenham sido apresentados anteriormente, o capítulo do documento onde podem ser encontrados.

Conforme apresentado na Figura 46, para que se obtenha o valor do Grau de impacto do empreendimento, é necessário que antes se obtenha os valores para os seguintes índices:

- Influência em Unidades de Conservação (IUC);
- Índice Magnitude (IM);
- Índice biodiversidade (IB);
- Índice de Abrangência (IA);
- Índice de Temporalidade (IT);
- Índice de Comprometimento de Área Prioritária (ICAP).

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM

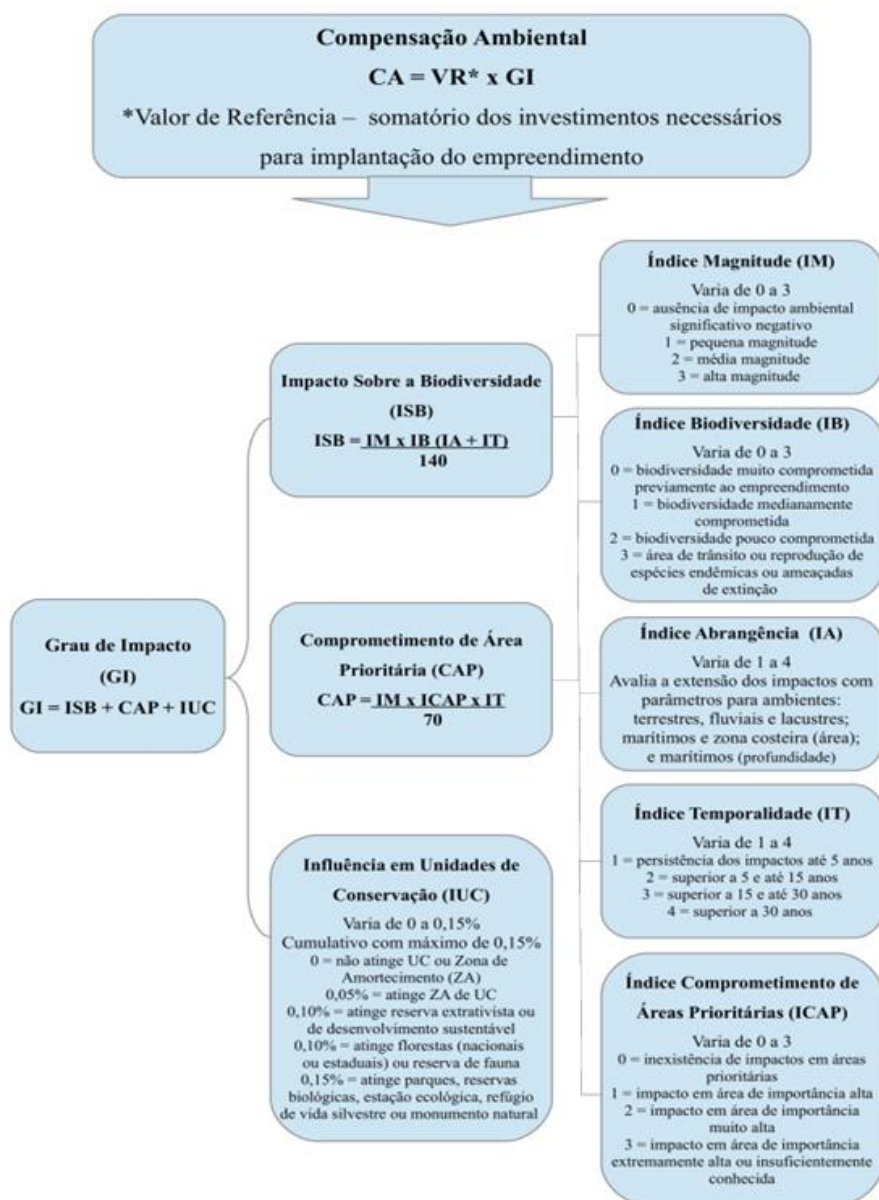


Figura 46 Cálculo da compensação ambiental de acordo com a metodologia descrita no Decreto n.º 6.848/2009. Modificado a partir de Fonseca (2015), *apud* Salvador *et al.* (2020).

6.1. ÍNDICE DE MAGNITUDE (IM)

O IM varia de 0 a 3, avaliando a existência e a relevância dos impactos ambientais concomitantemente significativos negativos sobre os diversos aspectos ambientais associados ao empreendimento, analisados de forma integrada (Tabela 168).

Tabela 168 Relevância dos impactos ambientais sobre os aspectos ambientais associados ao Projeto Alemão.

Valor	Atributo
0	ausência de impacto ambiental significativo negativo
1	pequena magnitude do impacto ambiental negativo em relação ao comprometimento dos recursos ambientais

LD DA @ 25 28 52 04-20 GC PM



Valor	Atributo
2	média magnitude do impacto ambiental negativo em relação ao comprometimento dos recursos ambientais
3	alta magnitude do impacto ambiental negativo

Os dados correspondentes aos impactos gerados pelo empreendimento podem ser encontrados no Capítulo 9 - Análise dos Impactos Ambientais, Volume V do EIA.

6.2. ÍNDICE BIODIVERSIDADE (IB)

O IB varia de 0 a 3, avaliando o estado da biodiversidade previamente à implantação do empreendimento (Tabela 169).

Tabela 169 Relevância do estado da biodiversidade previamente à implantação do empreendimento .

Valor	Atributo
0	Biodiversidade se encontra muito comprometida
1	Biodiversidade se encontra medianamente comprometida
2	Biodiversidade se encontra pouco comprometida
3	Área de trânsito ou reprodução de espécies consideradas endêmicas ou ameaçadas de extinção

A informação para gradação desse índice pode ser encontrada no do Diagnóstico do Meio Biótico, no Volume III do EIA.

6.3. ÍNDICE DE ABRANGÊNCIA (IA)

O IA varia de 1 a 4, avaliando a extensão espacial de impactos negativos sobre os recursos ambientais. Em casos de empreendimentos lineares, o IA será avaliado em cada microbacia separadamente, ainda que o trecho submetido ao processo de licenciamento ultrapasse os limites de cada microbacia.

Nota: para empreendimentos lineares deverão ser considerados compartimentos homogêneos da paisagem para que os impactos sejam mensurados adequadamente em termos de abrangência, não devendo ser considerados de forma cumulativa. O resultado final da abrangência será considerado de forma proporcional ao tamanho deste compartimento em relação ao total de compartimentos.

Tabela 170 Relevância dos impactos ambientais sobre a extensão espacial de impactos negativos sobre os recursos ambientais, na categoria de atributo de inserção do Projeto Alemão.

Valor	Atributos para empreendimentos terrestres, fluviais e lacustres
1	impactos limitados à área de uma microbacia
2	impactos que ultrapassem a área de uma microbacia limitados à área de uma bacia de 3ª ordem
3	impactos que ultrapassem a área de uma bacia de 3ª ordem e limitados à área de uma bacia de 1ª ordem
4	impactos que ultrapassem a área de uma bacia de 1ª ordem

A informação para gradação desse índice pode ser encontrada no Diagnóstico do Meio Biótico, no Volume III do EIA.

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



6.4. ÍNDICE DE TEMPORALIDADE (IT)

O IT varia de 1 a 4 e se refere à resiliência do ambiente ou bioma em que se insere o empreendimento, avaliando a persistência dos impactos negativos do empreendimento (Tabela 171).

Tabela 171 Relevância da persistência dos impactos negativos do Projeto Alemão.

Valor	Atributo
1	curta: superior a 5 e até 15 anos após a instalação do empreendimento;
2	média: superior a 15 e até 30 anos após a instalação do empreendimento;
3	longa: superior a 30 anos após a instalação do empreendimento.
4	imediata: até 5 anos após a instalação do empreendimento;

Os dados correspondentes aos impactos gerados pelo empreendimento podem ser encontrados no Capítulo 9 -Análise dos Impactos Ambientais, Volume V do EIA.

6.5. ÍNDICE COMPROMETIMENTO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS (ICAP)

O ICAP varia de 0 a 3, avaliando o comprometimento sobre a integridade de fração significativa da área prioritária impactada pela implantação do empreendimento, conforme mapeamento oficial de áreas prioritárias aprovado mediante ato do Ministro de Estado do Meio Ambiente.

Nota: para empreendimentos lineares deverão ser considerados compartimentos homogêneos da paisagem para que os impactos sejam mensurados adequadamente em termos de comprometimento de área prioritária, não devendo ser considerados de forma cumulativa. O resultado final do ICAP será considerado de forma proporcional ao tamanho deste compartimento em relação ao total de compartimentos. Impactos em Unidades de Conservação serão computados exclusivamente no IUC.

Tabela 172 Relevância da persistência dos impactos negativos do empreendimento.

Valor	Atributo
1	inexistência de impactos sobre áreas prioritárias ou impactos em áreas prioritárias totalmente sobrepostas a unidades de conservação.
2	impactos que afetem áreas de importância biológica alta
3	impactos que afetem áreas de importância biológica muito alta
4	impactos que afetem áreas de importância biológica extremamente alta ou classificadas como insuficientemente conhecidas

Tabela 173 Quantitativo das áreas de importância biológica em relação a AI do empreendimento.

Importância Biológica	Temático	Área (ha)	Área total (ha)
Extremamente Alta	Meio físico	39,1411	39,1411
	Meio físico	3317,8451*	3317,8451*
	Meio biótico	3317,8451*	3317,8451*

LD DA @ 20 20 92 04-20 GC PM



Importância Biológica	Temático	Área (ha)	Área total (ha)
Total			3356,9862

Legenda: * Sobreposição entre as Áreas de Influência do Meio físico e biótico.

6.6. INFLUÊNCIA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (IUC)

O IUC (Influência em Unidades de Conservação) varia de 0 a 0,15%, avaliando a influência do empreendimento sobre as unidades de conservação ou suas zonas de amortecimento, cujos valores estabelecidos são:

- G1: Parque (Nacional, Estadual e Municipal), Reserva Biológica, Estação Ecológica, Refúgio de Vida Silvestre e Monumento natural = 0,15%;
- G2: Florestas (Nacionais e Estaduais) e Reserva de Fauna = 0,10%;
- G3: Reserva Extrativista e Reserva de Desenvolvimento Sustentável = 0,10%;
- G4: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico e Reservas Particulares do Patrimônio Natural = 0,10% e
- G5: Zonas de Amortecimento de Unidades de Conservação = 0,05%.

A Tabela 174 apresenta os dados das Unidades de Conservação encontradas na Área de Influência do empreendimento.

Tabela 174 Dados das UCs sobrepostas pela Área de Influência do Projeto Alemão.

Nome	Jurisdição	Distância em relação à rodovia (km)	Tamanho da zona de amortecimento	Plano de manejo	Inserção na área de estudo
Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado	Federal	0	Não possui	-	AII MB, AII MF
Floresta Nacional de Carajás	Federal	0	79.758,25 ha	Sim	ADA, AID MB, AID MF, AII MB, AII MF
Floresta Nacional de Itacaiúnas	Federal	3,4	-	-	-
Floresta Nacional de Tapirapé-Aquiri	Federal	0,8	438796,79 ha (buffer 10km)	Sim	-
Parque Nacional dos Campos Ferruginosos	Federal	0,2	8738,64 ha (buffer 10km)	Sim	ADA, AID MB, AID MF, AII MB, AII MF
Parque Natural Municipal Veredas dos Carajás	Municipal	3,1	-	-	-
Reserva Biológica do Tapirapé	Federal	9,6	316715,33 ha (buffer 10km)	Sim	-

A informação para gradação desse índice pode ser encontrada no Capítulo 9 -Análise dos Impactos Ambientais, Volume V do EIA.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



6.7. CÁLCULO GRAU DE IMPACTO, DE ACORDO COM O DECRETO Nº 4340/02, ALTERADO E ACRESCENTADO PELO DECRETO Nº 6.848/09

O Valor da Compensação Ambiental (CA) será calculado pelo produto do Grau de Impacto (GI) com o Valor de Referência (VR), de acordo com a fórmula a seguir:

$$CA = VR \times GI$$

onde:

CA = Valor da Compensação Ambiental

VR = somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento, não incluídos os investimentos referentes aos planos, projetos e programas exigidos no procedimento de licenciamento ambiental para mitigação de impactos causados pelo empreendimento, bem como os encargos e custos incidentes sobre o financiamento do empreendimento, inclusive os relativos às garantias, e os custos com apólices e prêmios de seguros pessoais e reais

GI = Grau de Impacto nos ecossistemas, podendo atingir valores de 0 a 0,5%.

6.8. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO A SEREM BENEFICIADAS COM OS RECURSOS DA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

A compensação ambiental é uma exigência legal para empreendimentos que causam impactos significativos ao meio ambiente, garantindo a destinação de recursos para a preservação, recuperação e gestão de áreas protegidas. No contexto do Projeto Alemão, a identificação das Unidades de Conservação a serem beneficiadas com esses recursos ficara a cargo do órgão ambiental fiscalizador, conforme estabelecido no Decreto Federal nº 4340 de 2002, que diz:

Art. 8º Os órgãos ambientais licenciadores deverão instituir câmara de compensação ambiental, prevista no art. 32 do Decreto no 4.340, de 2002, com finalidade de analisar e propor a aplicação da compensação ambiental em unidades de conservação federais, estaduais e municipais, visando ao fortalecimento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC envolvendo os sistemas estaduais e municipais de unidades de conservação, se existentes.

6.9. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO EXISTENTES NA REGIÃO QUE CONTEMPLAM A PROTEÇÃO DE ÁREAS DE INTERESSE ESPELEOLÓGICO

A Floresta Nacional de Carajás tem como atividade fomentar projetos de pesquisa, prospecção, documentação do patrimônio espeleológico, junto ao CECAV, a VALE e instituições de pesquisas, fornecendo subsídios para a classificação das cavidades e destinando-as para as atividades de manejo indicadas para cada classe.

O Parque Nacional dos Campos Ferruginosos resguarda o maior número de cavernas feríferas inseridas em uma UC de proteção integral no Brasil, e protege o testemunho das rochas ígneas, vulcânicas, plutônicas e metavulcanossedimentares mais antigas da Amazônia. Sobre as rochas vulcânicas,

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



formadas em um ambiente marinho no período do surgimento do oxigênio da terra, repousam crostas ferruginosas (lateritas) onde estão instaladas cerca de 400 cavernas com ecossistemas singulares que podem resguardar espécies raras e espeleotemas. Criado a partir de compensação espeleológica, o PNCF é a primeira UC de proteção integral a salvaguardar cavernas de formação ferrífera na Amazônia brasileira.

Já para a ADA do empreendimento foi identificado número relevante de cavidades, conforme é apresentado na Figura 47.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Figura 47 Cavidades localizadas na ADA e na AID da espeleologia do Projeto Alemão.

LD DA @ 23 DS SR df RD GC PM



6.10. LISTA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO EXISTENTES NA REGIÃO DO PROJETO

Na Tabela 175 seguem os dados das unidades de conservação presentes na região de inserção do Projeto Alemão.

Tabela 175 Lista de Unidades de conservação existentes na região do Projeto Alemão.

Unidade de conservação	Jurisdição	Distância em relação à rodovia (km)	Tamanho da zona de amortecimento	Plano de Manejo	Área de estudo e influência (Inserida na ADA, AID ou AII)
Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado	Federal	0	Não possui	Sim	AII MB, AII MF
Floresta Nacional de Carajás	Federal	0	79.758,25 ha	Sim	ADA, AID MB, AID MF, AII MB, AII MF
Floresta Nacional de Itacaiúnas	Federal	3,4	-	Não	-
Floresta Nacional de Tapirapé-Aquiri	Federal	0,8	438796,79 ha (buffer 10km)	Sim	-
Parque Nacional dos Campos Ferruginosos	Federal	0,2	8738,64 ha (buffer 10km)	Sim	ADA, AID MB, AID MF, AII MB, AII MF
Parque Natural Municipal Veredas dos Carajás	Municipal	3,1	-	Sim	-
Reserva Biológica do Tapirapé	Federal	9,6	316715,33 ha (buffer 10km)	Sim	-

6.11. MAPA CONTENDO O TRAÇADO DA RODOVIA; A ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DOS MEIOS FÍSICO E BIÓTICO; A ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DOS MEIOS FÍSICO E BIÓTICO; E AS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS, ESTADUAIS E MUNICIPAIS E SUAS RESPECTIVAS ZONAS DE AMORTECIMENTO

O mapa segue apresentado na Figura 48. Os *shapefiles* contendo o traçado da rodovia e as Áreas de Influência Direta e Indireta dos meios físico e biótico do empreendimento estão dispostos no Anexo 66.

LD DA @ 25 28 92 01-22 GC PM

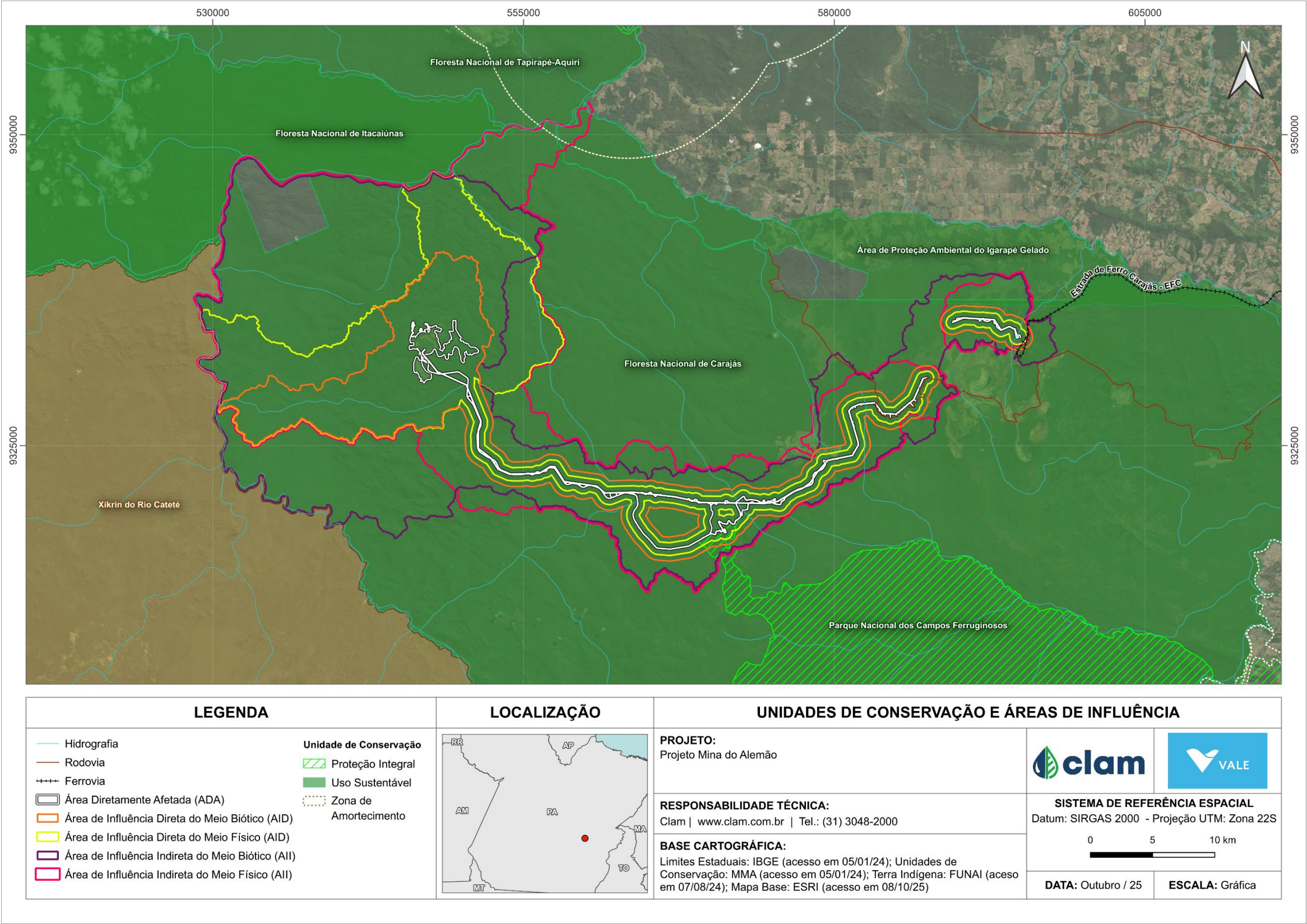


Figura 48 Unidades de conservação e respectivas zonas de amortecimento em relação as áreas de influência do Projeto Alemão.

LD DA @ 23 08 22 08-22 GC PM



6.12. MAPA CONTENDO AS ÁREAS DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA INTERCEPTADAS PELA ÁREA DE INFLUÊNCIA (AI) DO EMPREENDIMENTO (BASEADO NA PORTARIA MMA Nº 09, DE 23 DE JANEIRO DE 2007)

O mapa segue apresentado na Figura 49.

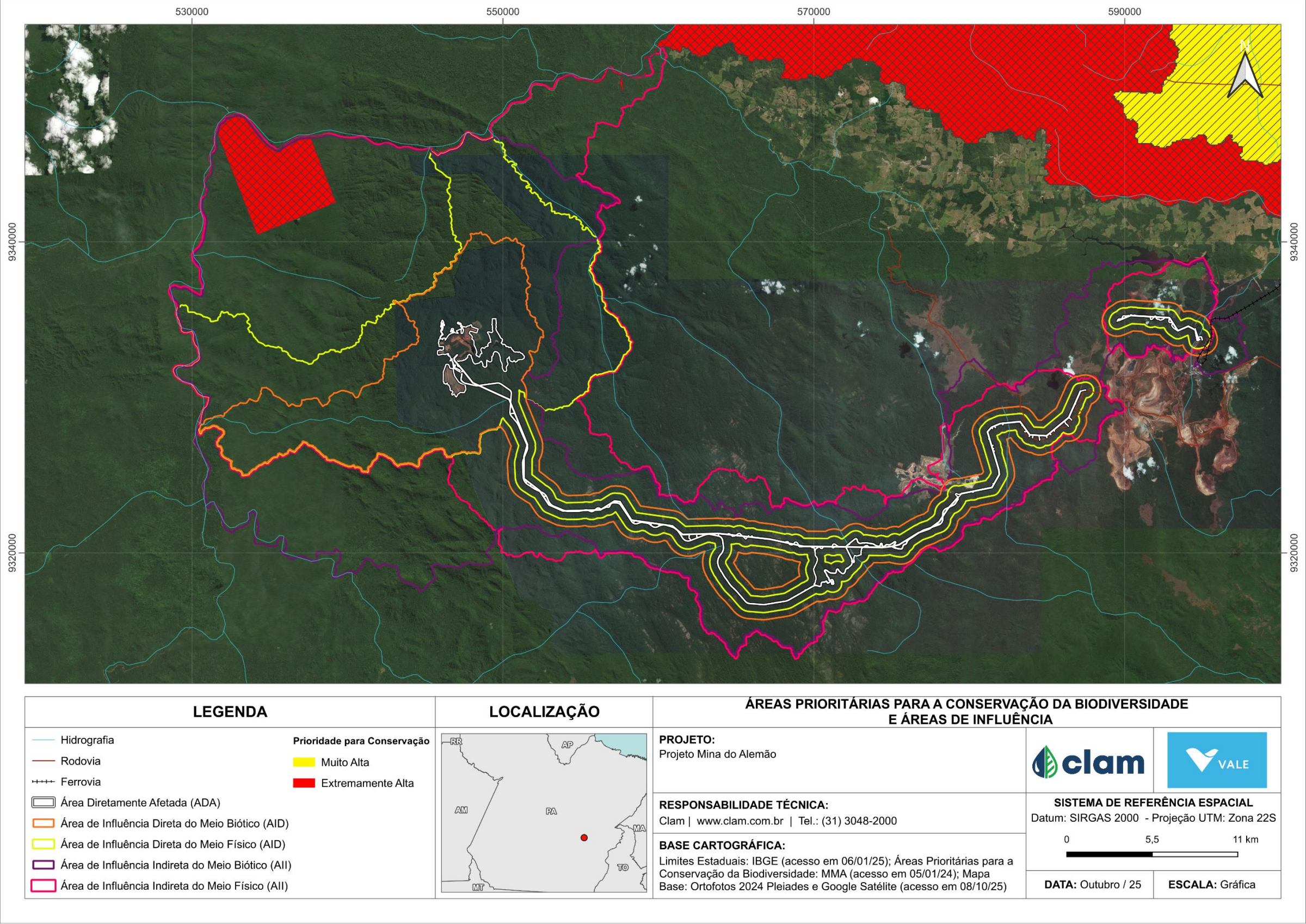


Figura 49 Áreas de importância biológica interceptadas pelas áreas de influência do Projeto Alemão.

LD DA @ 23 08 22 07-22 GC PM



6.13. RESUMO DO SOMATÓRIO DAS ÁREAS DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA NA AI DO EMPREENDIMENTO

Segue, na Tabela 176, o resumo com o somatório em hectare das áreas de importância biológica extremamente alta, inseridas na AI do empreendimento. Não foram identificadas áreas de importância biológica muito altas e altas para o empreendimento em questão.

Tabela 176 Resumo somatório áreas de importância biológica

Importância biológica	Área de estudo e influência (Inserida na ADA, AID ou All)	Área (ha)
Extremamente Alta	All, MF	39,1411
Extremamente Alta	All, MF	3.317,8451
Extremamente Alta	All, MB	3.317,8451

6.14. DESTINAÇÃO DA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

A compensação ambiental é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, previsto no art. 36 da Lei nº 9.985/2000, que estabelece que empreendimentos com significativo impacto ambiental, como definido no processo de licenciamento, deverão destinar recursos para apoiar a implantação e gestão de unidades de conservação do Grupo de Proteção Integral, preferencialmente aquelas afetadas direta ou indiretamente pelo empreendimento.

Nos termos do Decreto nº 6.848/2009, os recursos devem ser aplicados em ações previstas no plano de manejo da unidade de conservação beneficiária, ou, na ausência deste, em outras ações prioritárias para sua efetiva implantação, consolidação e proteção.

A Instrução Normativa ICMBio nº 15/2021, que estabelece critérios e procedimentos para a gestão e execução de recursos de compensação ambiental no âmbito do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), também orienta a alocação desses recursos de forma estratégica e alinhada com os objetivos de conservação das UCs federais.

Avaliando a inserção da área de estudo regional do meio biótico com as UCs localizadas no entorno do empreendimento, foram selecionadas nos termos do art. 36 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, regulamentado pelo Decreto nº 6.848, de 14 de maio de 2009, a destinação da compensação ambiental do empreendimento Projeto Alemão para as seguintes unidades de conservação federais localizadas na região de Carajás, estado do Pará:

- Floresta Nacional de Carajás (FLONA Carajás);
- Parque Nacional dos Campos Ferruginosos (PARNA Campos Ferruginosos);
- Área de Proteção Ambiental Igarapé Gelado (APA Igarapé Gelado).

Essas unidades de conservação (UCs) compõem um importante mosaico de áreas protegidas na região sudeste do Pará, inseridas no bioma amazônico e associadas a ecossistemas singulares, como os campos rupestres sobre canga, abrigando elevada biodiversidade e espécies endêmicas e ameaçadas.

As UCs mencionadas enfrentam desafios significativos relacionados à consolidação territorial, pressão

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



por uso de recursos naturais, presença de comunidades no entorno e necessidade de fortalecimento das estruturas de gestão. A destinação de recursos de compensação ambiental para essas unidades é técnica e legalmente justificável, considerando:

- A presença de impactos ambientais significativos de empreendimentos minerários no entorno e sobrepostas às UCs;
- A relevância ecológica das áreas, que protegem ecossistemas de canga ferruginosa, formações vegetais raras e endemismos florísticos e faunísticos;
- A necessidade de fortalecimento da gestão, com base em seus respectivos planos de manejo ou em planos de ação prioritários estabelecidos pelo ICMBio.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



7 CONCLUSÃO

O Projeto Alemão tem como finalidade a produção de minério de cobre e ouro na área da antiga Mina do Igarapé Bahia, atualmente com as atividades paralisadas. Ao longo dos anos, foram conduzidos estudos técnicos e econômicos que demonstraram a viabilidade da retomada da atividade mineral na região. Nesse contexto, como parte do processo de licenciamento ambiental, o presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA) foi estruturado com o objetivo de apresentar as justificativas técnicas do empreendimento, detalhar sua caracterização em todas as fases de planejamento, implantação, operação e fechamento, bem como descrever as atividades envolvidas.

A abordagem adotada buscou proporcionar o detalhamento do projeto de engenharia, incluindo a análise de alternativas tecnológicas e locacionais, considerando variáveis ambientais e econômicas. Como resultado, definiu-se o arranjo final mais adequado para as estruturas previstas em todas as fases de execução do empreendimento.

Com base nos diagnósticos realizados, foi possível obter uma caracterização regional e local das condições ambientais nos meios físico, biótico e socioeconômico. A análise dos impactos ambientais considerou as características das atividades previstas e sua interação com os meios ambientais, contemplando todas as etapas do projeto.

Foram identificados impactos positivos e negativos. Entre os positivos, destaca-se a contribuição do projeto para a dinamização da economia local, com a geração de emprego e renda, redução de passivos ambientais, aumento da arrecadação de tributos e fortalecimento do setor terciário. Tais impactos tendem a ser potencializados ao longo da implantação e operação do empreendimento.

Com relação aos impactos negativos, identificaram-se:

- **Meio Físico:** 6 impactos principais, incluindo alteração do relevo, da qualidade do ar e das águas superficiais, além de interferências no regime hidrológico.
- **Meio Biótico:** 17 impactos, relacionados à supressão de vegetação nativa, fragmentação de habitats, perda de biodiversidade, entre outros.
- **Meio Socioeconômico:** 12 impactos, com destaque para alterações na dinâmica populacional, na infraestrutura e nos serviços públicos, além de pressões sobre equipamentos sociais.

Para mitigar os impactos negativos, serão adotadas medidas de controle ambiental específicas, previstas em um conjunto estruturado de Programas Ambientais, que totalizam 31 ações entre programas de controle, mitigação, monitoramento e compensação. Esses programas incluem o Programa de Controle de Erosão, Programa de Monitoramento da Fauna e Flora, Programa de Educação Ambiental, Programa de Gestão de Uso do Solo e Ocupação, entre outros.

O prognóstico ambiental com a implantação do Projeto Alemão aponta para um cenário de maior controle e organização sobre o uso da área, com benefícios associados à recuperação de áreas

LD DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



anteriormente degradadas, melhorias na gestão dos recursos naturais e ampliação da malha amostral dos monitoramentos ambientais. Nesse sentido, a presença do empreendimento, aliada às medidas propostas, tende a promover um desenvolvimento mais ordenado e sustentável, confirmando a viabilidade ambiental do projeto.

Destaca-se, neste contexto, que o empreendimento será implantado em área previamente antropizada, resultante das atividades da antiga Mina do Igarapé Bahia com o reaproveitamento de estruturas físicas já existentes, o que reduz de forma significativa a necessidade de novas intervenções sobre áreas nativas. Essa premissa contribui diretamente para a mitigação de impactos ambientais, como a supressão de vegetação e os impactos sobre áreas sensíveis, como a Floresta Nacional (FLONA) de Carajás.

Tal abordagem evidencia o compromisso do projeto com uma concepção sustentável, ao priorizar a reutilização de áreas anteriormente impactadas, otimizando o uso do território e minimizando a expansão da área diretamente afetada pelo empreendimento.

Além disso, a utilização de tecnologias sustentáveis e o monitoramento contínuo de indicadores ambientais são fatores-chave para aprimorar a efetividade das ações de mitigação ao longo do tempo. Tais ações permitem a identificação previamente possíveis desvios e a adoção de medidas corretivas, promovendo o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental.

Considera-se, portanto, que a implantação do Projeto Alemão, desde que acompanhada pela execução dos programas ambientais e dos monitoramentos propostos, **configura-se como ambientalmente viável, socialmente relevante** e em conformidade com os princípios do desenvolvimento sustentável.

LO DA @ 25 28 92 01-22 GC PM



8 GLÓSSÁRIO

ADA (Área Diretamente Afetada): Área onde ocorrem as intervenções físicas diretas do empreendimento e os impactos ambientais mais intensos.

AEL (Área de Estudo Local): Área delimitada ao redor do empreendimento para análise detalhada dos aspectos ambientais, sociais e econômicos.

AER (Área de Estudo Regional): Área de abrangência mais ampla, utilizada para contextualizar o projeto em relação ao território e à dinâmica socioambiental regional.

APP (Área de Preservação Permanente): Área protegida por lei, com função ambiental de preservar recursos hídricos, biodiversidade, estabilidade geológica e proteger o solo.

Aspecto Ambiental: Elemento das atividades do projeto que pode interagir com o meio ambiente, como geração de ruído, emissão de gases ou consumo de recursos naturais.

Backfill ou paste fill: No método de lavra subterrânea por sublevel stoping (realces em subníveis), o termo backfill refere-se ao processo de preencher as cavidades subterrâneas (realces ou stopes) que foram criadas após a extração do minério.

Barragem de Rejeitos: Estrutura destinada ao armazenamento dos resíduos resultantes do beneficiamento do minério, geralmente em forma de polpa.

Beneficiamento Mineral: Conjunto de operações que visam separar e concentrar os minerais úteis do minério bruto, eliminando a ganga.

Carreamento de Sedimentos: Transporte dos materiais soltos pela erosão, como solo e partículas, por agentes como a água, vento ou gelo. O carreamento movimenta esses sedimentos de um local para outro, podendo causar assoreamento de rios, alteração de cursos d'água e impactos ambientais.

Classe I: Perigosos, apresentam riscos à saúde e ao meio ambiente (ex: metais pesados, solventes).

Classe II A: Não inertes, podem sofrer biodegradação ou combustão (ex: lodo de ETE, resíduos orgânicos).

Classe II B: Inertes, não reagem com a água (ex: vidros, plásticos, rochas).

Clima: Conjunto de condições atmosféricas médias de uma região, como temperatura, precipitação, umidade e ventos.

Cominuição: Etapa do beneficiamento que engloba a britagem e a moagem, visando reduzir o tamanho das partículas do minério.

Compensação Ambiental: Medida exigida para compensar impactos ambientais significativos não mitigáveis, geralmente aplicada em unidades de conservação.

12 DA @ 20 20 92 01-22 GC PM



EIA (Estudo de Impacto Ambiental): Estudo técnico detalhado que identifica, prevê e avalia os impactos ambientais de um empreendimento, propondo medidas de mitigação, compensação e monitoramento.

Erosão: Processo natural ou acelerado de desgaste e remoção do solo ou rochas pela ação de agentes externos como água, vento, gelo ou atividades humanas. A erosão provoca a soltura do material do local original, podendo causar perda da camada superficial do solo, degradação ambiental e impactos negativos em ecossistemas e atividades humanas.

Espessamento: Etapa do beneficiamento em que se separa água da polpa de minério ou rejeito, por sedimentação, reduzindo o volume de líquidos.

Estéril Material rochoso ou mineral que está misturado ao minério, mas que não possui valor econômico, sendo descartado no processo de beneficiamento.

Estéril: Material escavado que não possui concentração economicamente viável de minério e, por isso, é descartado.

Filtragem: Processo de separação sólido-líquido posterior ao espessamento, que remove a maior parte da água remanescente da polpa.

FLONA Carajás (Floresta Nacional de Carajás): Unidade de conservação federal de uso sustentável localizada no Pará, onde ocorre parte do empreendimento analisado.

Flotação: Técnica de concentração mineral baseada na adesão diferencial de partículas minerais a bolhas de ar, permitindo separação por densidade.

Hidrociclone: Equipamento usado na separação de partículas em suspensões líquidas, com base no tamanho e densidade.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis): Órgão federal responsável pelo licenciamento e fiscalização ambiental de grandes empreendimentos.

IBAMA e ICMBio:

ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade): Responsável pela gestão das unidades de conservação federais.

Impacto Ambiental: Qualquer alteração no meio ambiente causada por um empreendimento ou atividade, podendo ser positiva ou negativa.

Jazida: Depósito natural de minerais ou substâncias de interesse econômico, localizado no subsolo, que pode ser explorado para extração mineral.

Licença de Instalação (LI): Autoriza a instalação do empreendimento conforme as especificações aprovadas no EIA/RIMA e na Licença Prévia.

Licença de Operação (LO): Autoriza o início das atividades do empreendimento após verificação do cumprimento das exigências ambientais estabelecidas nas licenças anteriores.

Licença Prévia (LP): Licença concedida na fase de planejamento, que aprova a viabilidade ambiental do projeto e define os requisitos para as próximas etapas do licenciamento.

LO DA 25 26 92 01-20 GC PM



Licenciamento Ambiental: Procedimento obrigatório que autoriza a instalação e operação de empreendimentos potencialmente poluidores, mediante a emissão de licenças ambientais.

Meio Biótico: Compreende os seres vivos – fauna, flora e microorganismos – e suas interações ecológicas.

Meio Físico / Meio Biótico:

Meio Físico: Engloba o solo, o ar, o relevo, o clima e os recursos hídricos.

Mitigação: Conjunto de ações destinadas a reduzir a magnitude e/ou a duração dos impactos ambientais negativos causados pelo empreendimento.

Moagem: Processo de fragmentação do minério em partículas finas, essencial para o beneficiamento e liberação dos minerais de interesse.

Outorga de Uso da Água: Autorização legal concedida por órgão gestor de recursos hídricos para captação ou uso de corpos d'água.

Pilha de Estéril: Acúmulo controlado de material estéril (sem valor econômico) resultante da lavra, armazenado em locais previamente definidos.

Plano de Fechamento de Mina: Documento que estabelece as medidas técnicas, ambientais e sociais para encerrar as atividades de lavra e garantir a segurança e a recuperação ambiental da área.

Polpa de Minério ou Rejeito por Sedimentação: Mistura líquida formada por partículas finas de minério ou rejeito suspensas em água, que sofre sedimentação para separar o sólido do líquido durante o processo de beneficiamento mineral.

Qualidade do Ar: Parâmetro ambiental que avalia a presença de poluentes atmosféricos e seus efeitos sobre a saúde humana e os ecossistemas.

Recursos Hídricos: Conjunto de águas superficiais e subterrâneas disponíveis para uso humano, econômico e ambiental.

Rejeito: Resíduo do processo de beneficiamento que não contém valor econômico e deve ser descartado de forma ambientalmente segura.

Resíduos (Classe I e Classe II – NBR 10004):

RIMA (Relatório de Impacto Ambiental): Documento de linguagem acessível que apresenta, de forma resumida e ilustrada, os resultados do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), facilitando a compreensão da sociedade sobre os impactos de um empreendimento.

Ruído Ambiental: Sons indesejáveis gerados por atividades humanas que afetam o bem-estar da população e da fauna.

Sistema Contínuo de transporte de material: é aquele em que a movimentação ocorre de maneira constante e automatizada, com fluxo contínuo entre os pontos de extração, britagem, estocagem e/ou beneficiamento — sem ciclos de carga e descarga como ocorre com caminhões.

Sondagem Rotativa Diamantada: Técnica de perfuração de rochas com coroas diamantadas, usada para obter testemunhos cilíndricos e estudar a geologia da jazida.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Sublevel Stopping: Método de lavra subterrânea em que o minério é escavado em níveis e subníveis horizontais, fragmentado por explosivos e retirado por gravidade ou equipamentos.

Sustentabilidade Ambiental: Princípio que visa o uso racional dos recursos naturais, garantindo sua disponibilidade para as gerações presentes e futuras.

Uso e Ocupação do Solo: Forma como o solo é utilizado pela sociedade (ex: agricultura, indústria, moradia) e como isso influencia o ambiente natural.



9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELL, R.; et al. Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *Bioscience*, v. 58, n. 5, p. 403-414, maio, 2008.

ABÍLIO, F.J.P.; RUFFO, T.L.M.; SOUZA, A.H.F.F.; FLORENTINO, H.S.; JUNIOR, E.T.O.; MEIRELES, B.N. & SANTANA, A.C.D. (2007). Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga. *Oecol. Bras.*, 11(3): 397-409.

ABREU, E. F.; CASALI, D.; COSTA-ARAÚJO, R.; GARBINO, G. S. T.; LIBARDI, G. S.; LORETTO, D.; LOSS, A. C.; MARMONTEL, M.; MORAS, L. M.; NASCIMENTO, M. C.; OLIVEIRA, M. L.; PAVAN, S. E.; TIRELLI, F. P. (2024). Lista de Mamíferos do Brasil (2024-1) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14536925> AMPLO (2016). Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Expansão da Mina do Projeto Serra Leste 10 MTPA.

ABREU, E.; CASALI, D.; GARBINO, G.; LIBARDI, G.; LORETTO, D.; LOSS, A. C.; MARMONTEL, M.; Nascimento, M. C.; OLIVEIRA, M.; PAVAN, S.; TIRELLI, F. (2023). Lista de Mamíferos do Brasil. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.10428436

Ab'Saber, Aziz N. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira. *Estudos avançados*, v. 16, p. 7-30, 2002.

ADLER, M., ESCÓBAR-MÁRQUEZ, L., SOLIS-SOTO, M. T., & PINTO, C. F. (2023). Stingless bees: uses and management by meliponiculturist women in the Chaco region of Bolivia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 19(1), 5.

AGÊNCIA DO PARÁ. GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. 2009. Unidades de Conservação. In: PICANÇO, Aníbal Pessoa; ASCOM. Unidades de Conservação. [S. l.], 17 nov. 2009. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2009/11/17/9482/>. Acesso em: 14 out. 2024.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil. Maringá: Eduem, 2007. 501p.

AKAMA, A. Impacts of the hydroelectric power generation over the fish fauna of the Tocantins river, Brazil: Marabá dam, the final blow. *Oecologia Australis*, v. 21, n. 3, p. 222- 231, 2017.

ALBERT, J. S.; REIS, R. E. (Eds). Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes. Los Angeles: University of California Press, 2011. p. 21-57.

ALEIXO, A., CARNEIRO, L., DANTAS, S.M., 2012. Aves. In Martins, F.D., Castilho, A.F., Campos, J., Hatano, F.M., Rolim, S.G. (Orgs.). Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres. 1ed. Nitro Imagens, São Paulo, p. 102-141.

ALGARTE, V. M., SIQUEIRA, N. S., MURAKAMI, E. A., & RODRIGUES, L. (2009). Effects of hydrological regime and connectivity on the interannual variation in taxonomic similarity of periphytic algae. *Brazilian Journal of Biology*, 69, 609-616.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Almeida, A. S.; Vieira, I. C. G. (2010). Centro de endemismo Belém: status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica. *Revista de Estudos Universitários-REU*, 36(3).

ALMEIDA, F. F., & MELO, S. (2011). Estrutura da comunidade fitoplanctônica de um lago de inundação amazônico (Lago Catalão, Amazonas, Brasil). *Neotropical Biology and Conservation*, 6, 112-123.

ALMEIDA, S. R.; ROCHA, O. (2009). Rotifers as bioindicators of water quality in tropical reservoirs. *Hydrobiologia*, 628, 59–70. <https://doi.org/10.1007/s10750-009-9747-7>

ALVES, R. R. N., & ROSA, I. L. (2012). Introduction: toward a plural approach to the study of medicinal animals. In *Animals in traditional folk medicine: Implications for conservation* (pp. 1-9). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

ALVES, R. R., BARBOSA, J. A., SANTOS, S. L., SOUTO, W. M., & BARBOZA, R. R. (2011). Animal-based remedies as complementary medicines in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2011(1), 179876.

AMARAL, P. H. M.; SILVEIRA, L. S.; ROSA, B. F. A J. V.; DE OLIVEIRA, V. C.; ALVES, R. G. Influence of habitat and land use on the assemblages of ephemeroptera, plecoptera, and trichoptera in neotropical streams. *Journal of insect scienc*, v.15, n.1, p.60-60, 2015.

AMPLO (2016). Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Expansão da Mina do Projeto Serra Leste 10 MTPA.

AMPLO. (2010). Estudo de Impacto Ambiental - Projeto Ferro Serra Norte - Mina N4 e N5 Estudo Global das Ampliações. Amplo Treinamento e Consultoria. Belo Horizonte. p. 563, Estudo de Impacto Ambiental.

AMPLO. (2018). Projeto Mina N3. Complexo Minerador Ferro Carajás. Estudo de Impacto ambiental - EIA. Vol. III. Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico. Paraupébas - PA.

ANDRADE SILVA, S.; BARROS, V.; OLIVEIRA, A. Estrutura fitossociológica do manguezal da Lagoa do Roteiro, Alagoas, Nordeste do Brasil. *Cincia Florestal*, v. 30, n.2, 532-541, 2020 .

ANDRADE, E. B. D.; WEBER, L. N.; LEITE, J. R. D. S. A. Anurans of the Parque Estadual do Mirador, a remnant of Cerrado in the state of Maranhão, Northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, v. 17, n. 4, 2017.

Andrade-Lima, D. 1966. Vegetação. [A. do livro] IBGE. Atlas Nacional do Brasil. Rio de Janeiro : Conselho Nacional de Geografia, 1966, p. 512.

ANDREAZZI, C. S., PIRES, A., & FERNANDEZ, F. A. (2009). Mamíferos e palmeiras neotropicais: interações em paisagens fragmentadas. *Oecologia brasiliensis*, 13(4), 554-574.

ANJOS, M. B. D., & ZUANON, J. (2007). Sampling effort and fish species richness in small terra firme forest streams of central Amazonia, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 5, 45-52.

ANTHONY, E. L. P. (1988). Age determination in bats. In *Ecological and behavioral methods for the study of bats*: 47–58. T. H. Kunz (Ed.). Washington , D.C. : Smithsonian Institute Press.

APHA (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23rd ed.). Washington DC: American Public Health Association.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



APHA. (2005). American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st ed. Washington

ARAÚJO, C. D. O., & ALMEIDA-SANTOS, S. M. D. (2011). Herpetofauna de um remanescente de cerrado no estado de São Paulo, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 11, 47-62.

ARCELORMITTAL. Manual do Sistema de Gestão Ambiental. Tubarão: ArcelorMittal, 2018.

ARIAS et al. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.12, n. 1, p.61- 72, 2007.

ARRIEIRA, R. L., SCHWIND, L. T. F., ALVES, G. M., & LANSAC-TÔHA, F. A. (2017). Estudos da biodiversidade de amebas testáceas para estratégias voltadas à preservação: uma revisão. *Revista em agronegócio e meio ambiente*, 10(2), 567-5

Art. 4º da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>.

ARTAXO, P.; RIZZO, L. V.; PAIXÃO, M.; DE LUCCA, S.; OLIVEIRA, P. H.; LARA, L. L.; PAULIQUEVIS, T. M. (s.d.). Partículas de aerossóis na Amazônia: composição, papel no balanço de radiação, formação de nuvem e ciclos de nutrientes. *Amazonia and Global Change, Geophysical Monograph Series*, 186, 233–250.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001:2015. Como usar. Rio de Janeiro: ABNT, 2015b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001:2015. Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001:2015 - Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ÁVILA, R. W.; PANSONATO, A.; STRÜSSMANN, C. A new species of *Proceratophrys* (Anura: Cycloramphidae) from midwestern Brazil. *Journal of Herpetology*, v. 46, p. 466-472, 2012.

ÁVILA-PIRES, T. C. S. Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata). *Zoologische Verhandelingen*, v. 299, p. 1-706, 1995.

ÁVILA-PIRES, T. C. S.; STURARO, M. J.; D'ANGIOLELLA, A. B.; DA SILVA, A. F. C. Censo da Biodiversidade da Amazônia Brasileira - MPEG: Lagartos. 2022. Disponível em: <http://www.museu-goeldi.br/censo/>. Acesso em: 29 set. 2024.

AZEVEDO, N. A. DE, OLIVEIRA, M. L. DE, & DUARTE, J. M. B. (2021). Guia ilustrado dos cervídeos brasileiros. Sociedade Brasileira de Mastozoologia.

AZEVEDO-RAMOS, C., LA MARCA, E., ANDRADE, G., & HOOGLMOED, M. (2004). *Hypsiboas multifasciatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T55571A11333384. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T55571A11333384.en>. Acessado em 13/04/2018

BACCHIEGA, T. S. (2014). Avaliação da circulação do vírus rábico em gambás (*Didelphis albiventris* e *Didelphis aurita*) nos municípios de Torre de Pedra, Bofete e Anhembi – São Paulo (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, SP.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



BADY, P.; DOLÉDEC, S.; FESL, C.; GAYRAUD, S.; BACCHI, M.; SCHÖLL, F. (2005). Use of invertebrate traits for the biomonitoring of European large rivers: The effects of sampling effort on genus richness and functional diversity. *Freshwater Biology*. 50. 159 - 173.

BAGATINI, Y. M.; BENEDITO, E. HIGUTI, J. Effect of the Environmental Factors on the Caloric Content of Benthic and Phytophilous Invertebrates in Neotropical Reservoirs in the Paraná State, Brazil. *International Review of Hydrobiology*, v. 95, n. 3, p. 246–259, 2010

BARATA, C., BAIRD, D. J., & SOARES, A. M. V. M. (2001). Demographic responses of a tropical cladoceran to toxic stress. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20(10), 2234–2240.

BARBOSA, D. B.; CRUPINSKI, E. F.; SILVEIRA, R. N.; LIMBERGER, D. C. H. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, v. 3, n. 4, p. 694-703, 2017.

BARBOSA, F.A.R; SCARANO, F.R.; SABARÁ, M.G.; ESTEVES, F.A. (2004). Brazilian LTER: Ecosystem and Biodiversity Information in Support of Decision-Making. *Environ. Monit. Assess.* 90: 121–133.

BARBOSA, V. N., AMARAL, J. M. S., GUSMÃO, R. A. F., LIMA, L. F. L., SOUZA, J. V. M., AGUIAR, I. D. S., & SANTOS, E. M. (2020). Serpentes de uma área de proteção urbana da Floresta Atlântica nordestina brasileira. *Cuadernos de Herpetología*, 34.

BARROS, M.C.; OLIMPIO, A.P.M.; LIMA, A.C.S.; COSTA, M.A.; CUNHA, M.T.S.. Jogando e conhecendo os morcegos do Maranhão. São Luís: UEMA, 2024.

BARROS, R. S. M. D., BISAGGIO, E. L., & BORGES, R. C. (2006). Morcegos (Mammalia, Chiroptera) em fragmentos florestais urbanos no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 6.

BARTHEM, R. B., GOULDING, M., LEITE, R. G., CAÑAS, C., FORSBERG, B., VENTICINQUE, E., PETRY, P., RIBEIRO, M. L. D. B., CHUCTAYA, J., & MERCADO, A. 2017. Goliath catfish spawning in the far western Amazon confirmed by the distribution of mature adults, drifting larvae and migrating juveniles. *Scientific Reports*, 7: 1–13.

BARTLEY, D.M.; GRAAF, G.; VALBO-JORGENSEN, J. (2015). 4.3. Commercial inland capture fisheries. In: J.F. Craig (Ed.). *Freshwater Fisheries Ecology*. 2015.

BARTOLETTE, R. et al. The ichthyofauna in the influence area of the Lajeado reservoir, Tocantins state, Brazil. *Check List*, v. 13, n. 3, p. 1-14, 2017.

BARTOLETTE, R.; et al. Composição taxonômica da ictiofauna da área da UHE Serra da Mesa. In: MAZZONI, R.; CARAMASCHI, E. P.; IGLESIAS-RIOS, R. Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa: 15 anos de estudos da ictiofauna do Alto Tocantins. Rio de Janeiro: Furnas, 2012. p. 53-90.

BARTSH, L.A.; RICHARDSON, W.B.; NAIMO, T.J. (1998). Sampling benthic macroinvertebrates in a large flood-plain river: considerations of study design, sample size, and cost. *Environmental Monitoring and Assessment* 52: 425–439.

BASTOS, G. L. L., DA SILVA BARROS, A., DOS SANTOS FERREIRA, A. C., FAUSTINO, S. M. M., & DA SILVEIRA JÚNIOR, A. M. (2022). Composition, frequency and seasonal distribution of periphytic microalgae in stretches of the Curiaú River, Amapá, Eastern Amazon. *Scientia Plena*, 18(10).

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



BASTOS, R. P.; MARTINS, M. R.; BATAUS, Y. S. L.; CÔRTEZ, L. G.; GUIMARÃES JR, R. V.; RODRIGUES, J.; BRANDÃO, R. A.; FERRÃO, M.; GORDO, M.; HOOGMOED, M. S.; KAEFER, I. L.; LEITE, F. S. F.; MACIEL, N. M.; PRADO, V. H. M.; SANTANA, D. J.; SILVANO, D. L.; SOUZA, M. B.; TOLEDO, L. F. (2023a). *Leptodactylus paraensis* Heyer, 2005. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. <https://doi.org/10.37002/salve.ficha.20358.2>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2025.

BASTOS, R. P.; MARTINS, M. R.; BATAUS, Y. S. L.; CÔRTEZ, L. G.; GUIMARÃES JR, R. V.; RODRIGUES, J.; BRANDÃO, R. A.; FERRÃO, M.; GORDO, M.; HOOGMOED, M. S.; KAEFER, I. L.; LEITE, F. S. F.; MACIEL, N. M.; PRADO, V. H. M.; SANTANA, D. J.; SILVANO, D. L.; SOUZA, M. B.; TOLEDO, L. F. (2023b). *Atelopus hoogmoedi* Lescure, 1974. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. <https://doi.org/10.37002/salve.ficha.20713.2>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2025.

BASTOS, R. P.; MARTINS, M. R.; BATAUS, Y. S. L.; CÔRTEZ, L. G.; GUIMARÃES JR, R. V.; RODRIGUES, J.; BRANDÃO, R. A.; FERRÃO, M.; GORDO, M.; HOOGMOED, M. S.; KAEFER, I. L.; LEITE, F. S. F.; MACIEL, N. M.; PRADO, V. H. M.; SANTANA, D. J.; SILVANO, D. L.; SOUZA, M. B.; TOLEDO, L. F. (2023c). *Adelphobates galactonotus* (Steindachner, 1864). Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. <https://doi.org/10.37002/salve.ficha.21118>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2025.

BASTOS, R. P.; MARTINS, M. R.; BATAUS, Y. S. L.; CÔRTEZ, L. G.; GUIMARÃES JR, R. V.; RODRIGUES, J.; BRANDÃO, R. A.; FERRÃO, M.; GORDO, M.; HOOGMOED, M. S.; KAEFER, I. L.; LEITE, F. S. F.; MACIEL, N. M.; PRADO, V. H. M.; SANTANA, D. J.; SILVANO, D. L.; SOUZA, M. B.; TOLEDO, L. F. (2023d). *Boana boans* (Linnaeus, 1758). Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. <https://doi.org/10.37002/salve.ficha.19108.2>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2025.

BASTOS, R. P.; MARTINS, M. R.; BATAUS, Y. S. L.; CÔRTEZ, L. G.; GUIMARÃES JR, R. V.; RODRIGUES, J.; BRANDÃO, R. A.; FERRÃO, M.; GORDO, M.; HOOGMOED, M. S.; KAEFER, I. L.; LEITE, F. S. F.; MACIEL, N. M.; PRADO, V. H. M.; SANTANA, D. J.; SILVANO, D. L.; SOUZA, M. B.; TOLEDO, L. F. (2023e). *Boana multifasciata* (Günther, 1859). Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. <https://doi.org/10.37002/salve.ficha.19125.2>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2025.

BASTOS, R. P.; MARTINS, M. R.; BATAUS, Y. S. L.; CÔRTEZ, L. G.; GUIMARÃES JR, R. V.; RODRIGUES, J.; BRANDÃO, R. A.; FERRÃO, M.; GORDO, M.; HOOGMOED, M. S.; KAEFER, I. L.; LEITE, F. S. F.; MACIEL, N. M.; PRADO, V. H. M.; SANTANA, D. J.; SILVANO, D. L.; SOUZA, M. B.; TOLEDO, L. F. (2023f). *Pseudopaludicola canga* Giarretta & Kokubum, 2003i. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. <https://doi.org/10.37002/salve.ficha.21471.2>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2025.

BASTOS, R. P.; MARTINS, M. R.; BATAUS, Y. S. L.; CÔRTEZ, L. G.; GUIMARÃES JR, R. V.; RODRIGUES, J.; BRANDÃO, R. A.; FERRÃO, M.; GORDO, M.; HOOGMOED, M. S.; KAEFER, I. L.; LEITE, F. S. F.; MACIEL, N. M.; PRADO, V. H. M.; SANTANA, D. J.; SILVANO, D. L.; SOUZA, M. B.; TOLEDO, L. F. (2023g). *Elachistocleis carvalhoi* Caramaschi, 2010. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. <https://doi.org/10.37002/salve.ficha.20691>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2025.

BASTOS, R. P.; MARTINS, M. R.; BATAUS, Y. S. L.; CÔRTEZ, L. G.; GUIMARÃES JR, R. V.; RODRIGUES, J.; BRANDÃO, R. A.; FERRÃO, M.; GORDO, M.; HOOGMOED, M. S.; KAEFER, I. L.; LEITE, F. S. F.; MACIEL, N. M.; PRADO, V. H. M.; SANTANA, D. J.; SILVANO, D. L.; SOUZA, M. B.; TOLEDO, L. F. (2023h). *Elachistocleis carvalhoi* Caramaschi, 2010. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. <https://doi.org/10.37002/salve.ficha.20691>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2025.

10 DA @ 20 20 92 04-20 GC 7m



M. B.; TOLEDO, L. F. (2023h). *Leptodactylus pentadactylus* (Laurenti, 1768). Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. <https://doi.org/10.37002/salve.ficha.20359.2>. Acesso em: 17 de junho de 2025.

BATRA, S. W. (1984). Solitary bees. *Scientific American*, 250(2), 120-127.

BECKER, B. K., NASCIMENTO, E., & DE SOUZA VIANNA, J. N. (Eds.). (2007). *Dilemas e desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil*. Editora Garamond.

BECKER, M., & DALPONTE, J. C. (2013). *Rastros de mamíferos silvestres brasileiros* (3ª ed.). Technical Books.

BEGOSS, A. Small-scale fisheries in Latin America: management models and challenges. *MAST*, v.9, p. 5-12. 2010.

BELTON, V.; STEWART, T. J. Multiple criteria decision analysis: an integrated approach. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.

BELTRÃO, H.; ZUANON, J.; FERREIRA, E. Checklist of the ichthyofauna of the Rio Negro basin in the Brazilian Amazon. *ZooKeys*, v. 881, p. 53-89, 2019.

BENEDICK S, HILL JK, MUSTAFFA N, CHEY VK (2006) Impacts of rain forest fragmentation on butterflies in northern Borneo: species richness, turnover and the value of small fragments. *Journal of Applied Ecology* 43:967–977. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01209.x>

BERNARD, E. (2002). Diet, activity and reproduction of bat species (Mammalia, Chiroptera) in central Amazonia, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(1), 173–188

BERNARD, E., BARBIER, E., LEAL, E. S. B., DOS SANTOS, F. I., PIMENTEL, N. T., PEREIRA, J. D. S. B., ... & SOUZA-MOTTA, C. M. (2023). Morcegos no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, Brasil: síntese de uma década (2012-2022) de pesquisas. *Biodiversidade Brasileira*, 13(2).

BERNARD, E., TAVARES, V. D. C., & SAMPAIO, E. (2011). Compilação atualizada das espécies de morcegos (Chiroptera) para a Amazônia Brasileira. *Biota neotropica*, 11, 35-46.

BERNARDE, P. S. *Serpentes peçonhentas e acidentes ofídicos no Brasil*. Anolis Books, 224 p., 2014.

BERNARDES, A.; MACHADO, A.B.M.; RYLANDS, A.B. *Fauna brasileira ameaçada de extinção*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas para a Conservação da Biodiversidade Biológica, 1990. 62p.

BERNARDO, P.; MATIAZZI, W.; GUERRA-FUENTES, R.; ZAHHER, H. Checklist of amphibians and reptiles of Reserva Biológica do Tapirapé, Pará, Brazil. *Check List*, v. 8, n. 5, p. 839-846, 2012.

BEROIS, N.; AREZO M. J. ; PAPA, N. G.; CLIVIO, G. A. Annual fish: developmental adaptations for an extreme environment. *WIREs Developmental Biology*, v.1, n.4, p.595-602, 2012.

BERTACO, V. A. et al. Inventory of the freshwater fishes from a densely collected area in South America – a case study of the current knowledge of Neotropical fish diversity. *Zootaxa*, v. 4138, n. 3: p. 401-440, 2016.

BERTACO, V. A.; CARVALHO, F. R. New species of *Hasemania* (Characiformes: Characidae) from central Brazil, with comments on the endemism of upper rio Tocantins basin, Goiás State. *Neotropical Ichthyology*, v. 8, n. 1, p. 27-32, 2010.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- BIALETZKI A, NAKATANI K, BAUMGARTNER G, BOND-BUCKUP G (1997) Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* (heller) (Decapoda, Palaemonidae) In leopoldo's CAPÍTULO 1 43 inlet (ressaco do leopoldo), upper paraná river, Porto Rico, Paraná, Brazil. Rev Bras Zool 14(2):379–390
- BIBBY, C. J., N. D. BURGESS, E D. A. HILL (1992) Bird census techniques. Orlando: Academic Press. 280p
- BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. (2006). Gneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descries (2^a ed.). São Carlos: Rima.
- BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. (2010). Introduo: As algas do Brasil. In: FORZZA, R. C. (Org.), Catálogo de plantas e fungos do Brasil (pp. 49–60). Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estdio; Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/z3529/pdf/forzza-9788560035083-06.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2015.
- BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. eds. (2006). Amostragem em Limnologia, Rima, São Carlos, 1 ed. 371 p.
- BICUDO, D.C. (1990). Consideraes sobre metodologias de contagem de algas do perifiton. Acta Limnologica Brasiliensis 3: 459-475.
- BINI, L. M. et al. (1999). Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir, Brazil. Hydrobiologia, 415, 147–154. <https://doi.org/10.1023/A:1003890027504>
- BOBROV, A., & MAZEI, Y. (2004). Morphological variability of testate amoebae (Rhizopoda: Testacealobosea and Testaceafilosea) in natural populations. Acta Protozoologica, 43(2), 133-146.
- BOBROWIEC, P. E. D., & GRIBEL, R. (2010). Effects of different secondary vegetation types on bat community composition in Central Amazonia, Brazil. Animal Conservation, 13(2), 204-216.
- BONAN, P. R. F.; LIMA, J. S.; MARTELLI, D. R. B.; SILVA, M. S.; CARVALHO, S. F. G.; SILVEIRA, M. F.; MARQUES, O. L.; MARTELLI JR, H. Perfil epidemiológico dos acidentes causados por serpentes venenosas no norte do estado de Minas Gerais, Brasil. Revista Médica de Minas Gerais, v. 20, n. 4, p. 503-507, 2010.
- BONVICINO, C. R., OLIVEIRA, J. D., & D'ANDREA, P. S. (2008). Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gneros baseadas em caracteres externos. Serie de Manuales Técnicos.
- BORROR, D. J., & WHITE, R. E. (1970). A field guide to insects: America north of Mexico (Vol. 19). Houghton Mifflin Harcourt.
- BOSCH, J. (2003). Nuevas amenazas para los anfibios: enfermedades emergentes. Munibe, 16, 56-73.
- Braga, P. I. S. (1979). Subdiviso fitogeográfica, tipos de vegetao, conservao e inventário florístico da floresta amazônica. Acta amazonica, 9(4 suppl 1), 53-80.
- BRANDT. (1998). Salobo Metais S. A. Documento integrado dos relatórios de zoneamento ambiental e monitoramento biológico da área de influência do Projeto Salobo. Belo Horizonte. MG.
- BRANDT. (2017). Monitoramento da fauna e condies ambientais em cavidades. Complexo Minerador Ferro Carajás - Minas N4 e N5. Nova Lima.
- BREDT, A., UIEDA, W., & MAGALHÃES, E. D. (1999). Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). Revista Brasileira de Zoologia, 16, 731-770.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC 7m



BREDT, A., UIEDA, W., & PEDRO, W. A. (2012). Plantas e morcegos: na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana. Rede de sementes do Cerrado.

BREGMAN, T.P., MCCOY, K., SERVENT, R.; MACFARQUHAR, C. (2016). Turning collective commitment into action: Assessing progress by Consumer Goods Forum members towards achieving deforestation-free supply chains. Global Canopy Programme and CDP, UK

BRITO, J.D.S. 2017. Atividades de mineração e seus efeitos na diversidade de Odonata (Insecta) em igarapés da Amazônia Oriental. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Pará, Belém.

BRITSKI, H.A., 1994. A fauna de peixes brasileiros de água doce e o represamento de rios, 1n: Seminário sobre fauna aquática e o setor elétrico brasileiro. Comase/Eletróbrás, 1: 1 8-22.

BROWN Jr, K. S. (1991). Conservation of insects and their habitats: insects as indicators. The conservation of insects and their habitats, 350-404.

BROWN JR, K. S., & HUTCHINGS, R. W. (1997). Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies. Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. University of Chicago Press, Chicago, 632.

BROWN JR., K.S. & FREITAS, A.V.L. 2000. Atlantic Forest butterflies: indicators for landscape conservation. Biotropica, 32:934-956

BROWN, T. A caution on handling *Trachycephalus venulosus* (Anura: Hylidae); toxic effects of skin secretion on human eyes. Herpetological Bulletin, n. 152, p. 28-29, 2020.

BRUNO, D.; WILLMER, I.; PEREIRA, L.; ROCHA, R.; SAINT'PIERRE, T.; BALDASSIN, P.; HAUSER-DAVIS, R. Metal and Metalloid Contamination in Green Sea Turtles (*Chelonia mydas*) Found Stranded in Southeastern Brazil. Frontiers in Marine Science, v. 8, p. 1-11, 2021.

BURATTI, F. M., MANGANELLI, M., VICHI, S., STEFANELLI, M., SCARDALA, S., TESTAI, E., FUNARI, E. (2017). Cyanotoxins: Producing organisms, occurrence, toxicity, mechanism of action and human health toxicological risk evaluation. Archives of Toxicology. 91 (3): 1049-1130. Doi:10.1007/s00204-016-1913-6

CABRERA, A. (1958). Catálogo de los mamíferos de América del Sur. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigaciones de las Ciencias Naturales, Ciencias Zoológicas 4:1-732.

CALLEGARO, V.L.M.; SILVA, K.R.L.M.; SALOMONI, S.E. (1993). Flórula diatomológica de ambientes lênticos e lóticos do Parque Florestal Estadual do Turvo, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, Série Botânica, 43, 89-134.

CALLISTO, M., MORETTI, M., & GOULART, M. (2001). Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 6(1), 71-82.

CAMARGO, A. F. M.; FLORENTINO, E. R. Population dynamics and net primary production of the aquatic macrophyte *Nymphaea rudgeana* C. F. Mey in a lotic environment of the Itanhaém River basin (SP, Brazil). R. Bras. Biol., v. 60, n. 1, p. 83-92, 2000.

CAMARGO, P. R. S.; SOUZA, F.; BURANELLO, P. A. A. Influência de impactos antrópicos na comunidade de macroinvertebrados na Bacia do Baixo Rio Grande. Revista Em Agronegócio E Meio Ambiente, v. 12, n. 2, p. 643-662, 2019.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



CAMPBELL, J. A.; LAMAR, W. W. (2004). The venomous reptiles of the Western Hemisphere. Ithaca: Comstock Publishing Associates.

CAMPBELL¹, H. W., & CHRISTMAN, S. P. (1982). Field techniques for herpetofaunal community analysis. In *Herpetological Communities: A Symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologists' League*, August 1977 (Vol. 13, p. 193). United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.

CAO, Y.; WILLIAMS, D D.; LARSEN, D.P. (2002). Comparison of ecological communities: the problem of sample representativeness. *Ecological Monographs*, 72(1): 41-56.

CARAMASCHI, U. Notes on the taxonomic status of *Elaschistocleis ovalis* (Schneider, 1799) and description of five new species of *Elaschistocleis* Parker, 1927 (Amphibia, Anura, Microhylidae). *Boletim do Museu Nacional. Nova série, Zoologia*, n. 527, p. 1-30, 2010.

CARBIS, C. R.; RAWLIN, G. T.; GRANT, P.; MITCHELL, G. F.; ANDERSON, J. W.; McCAULEY, I. A study of feral carp *Cyprinus carpio* L., exposed to *Microcystis aeruginosa* at lake Mokoan, Australia, and possible implication on fish health. *Journal of Fish Disease*, England, v.20, n.2, p.81-91, 1997.

CARDOSO, A. S., SILVA FILHO, S. M. P., ALVES, A. E., ROCHA, C. M. C., & CUNHA, M. C. C. Fitoplâncton como bioindicador de eventos extremos na bacia do rio Una, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 6(4), 697-710, 2013.

CARDOSO, P. F. M. (2016). Colonização e dispersão nos sítios de ocorrência, a genética das populações e história natural de *Partamona ailyae* Camargo, 1980 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini).

CARDOZO, D. E., & SUAREZ, P. (2012). Osteological description of *Pseudopaludicola canga* with implications for the taxonomic position of this taxon.

CARMO, F. F.; KAMINO, L. H. Y. Geossistemas ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais. 1. ed. Belo Horizonte: 3i, 2015. 551 p. v. 1.

CARR, G. M.; DUTHIE, H. C.; TAYLOR, W. D. Models of aquatic plant productivity: a review of the factors that influence growth. *Aquatic. Bot.*, v. 59, p. 195-215, 1997.

CARVALHO, F.; FABIÁN, M.E.; MENEGHETI, J.O. 2013. Vertical structure of an assemblage of bats (Mammalia: Chiroptera) in a fragment of Atlantic Forest in Southern Brazil. *Zoologia* 30(5):491-498.

CARVALHO, T. R.; TEIXEIRA, B. F. V.; MARTINS, L. B.; GIARETTA, A. A. Intraspecific variation and new distributional records for *Pseudopaludicola* species (Anura, Leptodactylidae, Leiuperinae) with trilled advertisement call pattern: diagnostic characters revisited and taxonomic implications. *North-West Journal of Zoology*, v. 11, p. 262-273, 2015.

CASATTI, L.; LANGEANI, F.; FERREIRA, C. P. (2003). Alterações no código taxonômico e estrutura trófica da ictiofauna de riachos em áreas urbanizadas no sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 3(1), 1–14. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032003000100001>

CASATTI, L.; MENDES, H. F. & FERREIRA, K. M. 2003. Aquatic macrophytes as feeding site for small fishes in the Rosana Reservoir, Paranapanema River, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 63(2):213-222.

12 DA @ 20 28 92 04-20 GC PM



CASSUNDÉ, G. F.; STURARO, M. J.; MACIEL, A. O.; COSTA PRUDENTE, A. L.; SARMENTO, J. F. M.; PELOSO, P. The amphibians of Pará, Brazil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais*, v. 17, n. 2, p. 445-473, 2022.

CASTRO, A. M.; MÜLLER, L. M.; HEINEN, Í. L. S.; KIPNIS, R. (2020). The Koriabo pottery at the Volta Grande do Rio Xingu. In BARRETO, C.; LIMA, H.; ROSTAIN, S.; HOFMAN, C. (Orgs.), *Koriabo: From Caribbean Sea to the Amazon River* (sem página específica). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.

CAVALCANTI, R. B. 1999. Bird species richness and conservation in the cerrado region of central Brazil. *Studies in Avian Biology* 19: 244-249.

CAVALLI, D., FROTA, A., LIRA, A.D., GUBIANI, E.A., MARGARIDO, V. P., & GRAÇA, W. J. 2018. Update on the ichthyofauna of the Piquiri River basin, Parana, Brazil: a conservation priority area. *Biota neotropica* 18(2): e20170350

CERN (2023). Estudo de Impacto Ambiental (EIA) - Projeto Jaguar.

CERN (2023). Programa de Monitoramento de Fauna e Monitoramento e Mitigação de Atropelamento de Fauna. Projeto Água Azul - Alvo Abelhas, Água Azul do Norte/PA.

CHAMON, C.C., SERRA, J.P., CAMELIER, P., ZANATA, A.M., FICHBERG, I., MARINHO, M.M.F. Building knowledge to save species: 20 years of ichthyological studies in the Tocantins-Araguaia River basin. *Biota Neotropica* 22(2): e20211296. 2022 <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2021-1296>

CHARDEZ, O. (1967). Histoire Naturelle des Protozoaires Thécamoebiens. *Nat. Belges.*: 1-100.

CHARMAN DJ (2001) Biostratigraphic and palaeoenvironmental applications of testate amoebae. *Quat Sci Rev* 20:1753– 1764. doi:10.1016/S0277-3791(01)00036-1

CHORUS, I., FASTNER, J., & WELKER, M. (2021). Cyanobacteria and cyanotoxins in a changing environment: Concepts, controversies, challenges. *Water*, 13(18), 2463.

CHURCHMAN, C. W.; ACKOFF, R. L.; ARNOFF, E. L. *Introduction to operations research*. New York: John Wiley & Sons, 1957.

CINTRA, C. E. D.; SILVA, H. L. R.; SILVA Jr., N. J. First record of *Lithodytes lineatus* (Schneider, 1799) (Anura: Leptodactylidae) in the state of Tocantins, ecotone zone Amazon-Cerrado biomes, with notes on its natural history. *Herpetology Notes*, v. 7, p. 179-184, 2014.

CITES. 2023. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Disponível em: <https://cites.org/esp/app/appendices.php>. Acesso em: 14 de out. de 2024.

CLAM. (2024). Relatório de Monitoramento das Áreas de Recuperação Ambiental – Monitoramento de Fauna – Mina do Igarapé Bahia – Mina de Águas Claras. VALE S.A.

CLARE, E. L., ADAMS, A. M., MAYA-SIMÕES, A. Z., EGER, J. L., HEBERT, P. D., & FENTON, M. B. (2013). Diversification and reproductive isolation: cryptic species in the only New World high-duty cycle bat, *Pteronotus parnellii*. *BMC evolutionary biology*, 13, 1-18.

CLARO-GARCÍA, A., & SHIBATTA, O. A. (2013). The fish fauna of streams from the upper rio Tocantins basin, Goiás State, Brazil. *Check List*, 9(1), 28-33.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



CLÁUDIO, V. C., NOVAES, R. L., GARDNER, A. L., NOGUEIRA, M. R., WILSON, D. E., MALDONADO, J. E., ... & MORATELLI, R. (2023). Taxonomic re-evaluation of New World *Eptesicus* and *Histiotus* (Chiroptera: Vespertilionidae), with the description of a new genus. *Zoologia* (Curitiba), 40, e22029.

CNCFlora, 2012d. *Hymenaea parvifolia* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Hymenaea parvifolia](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Hymenaea%20parvifolia)>. Acesso em 7 outubro 2024.

CNCFlora, 2012f. *Ocotea tabacifolia* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Ocotea tabacifolia](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Ocotea%20tabacifolia)>. Acesso em 7 outubro 2024.

CNCFlora, 2025. *Cedrela fissilis* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2025 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em < <https://cncflora.jbrj.gov.br/ficha/9990> >. Acesso em 17 julho 2025.

CNCFlora. *Bertholletia excelsa* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Bertholletia excelsa](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Bertholletia%20excelsa)>. Acesso em 7 outubro 2024. 2012b.

CNCFlora. Lista Vermelha da flora brasileira versão 2020. Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em [http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Dalbergia nigra](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Dalbergia%20nigra). Acesso em 10 de agosto de 2022.

COEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente (2007). Resolução no54 de 24 de outubro de 2007. Homologa a lista de espécies da flora e da fauna ameaçadas no estado do Pará, p. 2. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/normas/view/375>.

COLPO, K. D; BRASIL, M. T.; CAMARGO, B. V. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores do impacto ambiental promovido pelos efluentes de áreas orizícolas e pelos de origem urbana / industrial. *Ciência Rural*, v. 39, p. 2087-2092, 2009.

COLWELL, R. K. & LEES, D. C. 2000. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species diversity. *Trends in Ecology & Evolution* 15, 70– 76.

COLWELL, R. K., & CODDINGTON, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 345(1311), 101-118.

COLWELL, R. K., & ELSENSOHN, J. E. (2014). EstimateS turns 20: statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation. *Ecography*, 37(6), 609-613. BATRA, S.W.T. Solitary Bees. *Scientific American*, v. 250, p. 120 – 127, 1984.

COLWELL, R.K. (2009). EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versão 8.2.

COLWELL, R.K. (2013) EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species From Samples. Version 9.1. URL <http://purl.oclc.org/estimates> [accessed 01 October 2014]

CONSOLI, R.A.G.B., & OLIVEIRA, R.L. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1994. 228 p.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



COSTA NETO, E. M. (2007). The perception of diplopoda (arthropoda, myriapoda) by the inhabitants of the county of pedra branca, santa teresinha, bahia, brazil. *Acta Biológica Colombiana*, 12(2), 123-134.

COSTA, W. E. J. M. Phylogeny and classification of Rivulidae revisited: origin and evolution of annualism and miniaturization in Rivulid fishes (Cyprinodontiformes: Aplocheiloidei). *Journal of Comparative Biology*, v. 3, p. 33-94, 1998.

CRACRAFT, J. (1985). Historical biogeography and patterns of differentiation within the South american avifauna: areas of endemism. *Ornithological Monographs*, lawrence, 36: 49-84.

CROSBY, Philip B. *Quality is Free: The Art of Making Quality Certain*. New York: McGraw-Hill, 1979.

CRUMP, M. L., & SCOTT, N. J. (1994). Visual encounter surveys. In W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. A. C. Hayek, & M. S. Foster (Eds.), *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians* (pp. 84-92). Smithsonian Institution Press.

CUNHA, E. D. S; CUNHA, A. C; SILVEIRA JR, A. M; FAUSTINO, S. M. M. 2013. Phytoplankton of two rivers in the eastern Amazon: characterization of biodiversity and new occurrences. *Acta Botanica Brasilica*, 27 (2), <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-3062013000200011>.

CUNICO, A.; GRAÇA, W. J.; AGOSTINHO, A. A.; DOMINGUES, W. M.; LATINI, J. D.. Fish, Maringá Urban Streams, Pirapó river drainage, upper Paraná river basin, Paraná State, Brazil. *Check List*, v. 5, n. 2, p. 273–280, 2009.

CURCIO, F. F.; NUNES, P. M. S.; HARVEY, M. B.; RODRIGUES, M. T. Redescription of *Apostolepis longicaudata* (Serpentes: Xenodontinae) with comments on its hemipenial morphology and natural history. *Herpetologica*, 2011.

DA SILVA, A. A. A., & BERNARDI, A. J. R. Estudo da herpetofauna do litoral amazônico na mesorregião do nordeste paraense. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental.

DA SILVA, C. V., SALIMO, Z. M., DE SOUZA, T. A., REYES, D. E., BASSICHETO, M. C., DE MEDEIROS, L. S., ... & KOOLEN, H. H. (2024). Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*): A multifunctional Amazonian fruit with extensive benefits. *Food Research International*, 114729.

DALY, J. W.; SECUNDA, S. I.; GARRAFFO, H. M.; SPANDE, T. F.; WISNIESKI, A.; COVER JR, J. F. An uptake system for dietary alkaloids in poison frogs (Dendrobatidae). *Toxicon*, v. 32, n. 6, p. 657-663, 1994.

DANIEL, M.H.B.; MONTEBELO, A.A.; BERNARDES, M.C.; OMETTO, J.P.H.B.; CAMARGO, P.B.; KRUSCHE, A.V.; BALLESTER, M.V.; CICTORIA R.L. & MARTINELLI, L.A. (2002). Effects of urban sewage on dissolved oxygen, dissolved inorganic and organic carbon, and electrical conductivity of small streams along a gradient of urbanization in the Piracicaba River basin. *Water, Air and Soil Pollution*, 136: 189-206.

DATASUS-SINAN, 2024. Tabnet. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>. Acesso em: fevereiro. 2025.

DATASUS-SINAN, 2025. Tabnet. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2025. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>. Acesso em: fevereiro. 2025.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC 7m



DE BEER, S. J.; LOCKWOOD, G. M.; RAIJMAKERS, J. H. F. A.; RAIJMAKERS, J. M. H.; SCOTT W. A.; OSCHADLEUS, H. D. & UNDERHILL, L. G. SAFRING. 2001. Bird ringing manual. ADU Guide 5. Cape Town: Avian Demography Unit, University of Cape Town.

DE LA FUENTE, Antonio. Matemáticas para economistas. 3. ed. Madrid: McGraw-Hill, 2010.

DE LIMA BARROS, A.; LÓPEZ-LOZANO, J. L.; LIMA, A. P. The frog *Lithodytes lineatus* (Anura: Leptodactylidae) uses chemical recognition to live in colonies of leaf-cutting ants of the genus *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 70, n. 12, p. 2195-2201, 2016.

DE LUCA, A. C.; DEVELEY, P. F.; BENCKE, G. A.; GOERCK, J. M. (Orgs.). (2009). Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil. Parte II – Amazônia, Cerrado e Pantanal. São Paulo: SAVE Brasil.

Decreto Federal nº 4.722, de 5 de junho de 2003. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4722.htm>.

Decreto Federal nº 5.975 de 30 de novembro de 2006. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5975.htm>.

DEL HOYO, J., ELLIOTT, A., SARGATAL, J., CHRISTIE, D. A. & DE JUANA, E. 2013. Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona.

DEMING, W. E. Out of the Crisis. Cambridge: MIT Press, 1986.

DEVRIES, P. J.; WALLA, T. R. (2001). Species diversity and community structure in neotropical fruit-feeding butterflies. *Biological Journal of the Linnean Society*, 74, 1–15.

DIAS, L.G.; SALLES, F.F.; FRANCISCHETTI, C.N.; FERREIRA, P.S.F. (2006). Key to genera of Ephemeroidea (insecta: Ephemeroptera) from Brazil. *Biota Neotropica*, 6.

DIAS, M. S., CORNU, J. F., OBERDORFF, T., LASSO, C. A., & TEDESCO, P. A. (2013). Natural fragmentation in river networks as a driver of speciation for freshwater fishes. *Ecography*, 36(6), 683-689.

DIAS, S. C. (2004). Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 26(4), 373-379.

DINGLE, H. Migration ñ the biology of life on the move. Oxford University Press, New York, 1996

DINIZ, F. H.; HOOGSTRA-KLEIN, M. A.; KOK, K.; ARTS, B. (2013). Livelihood strategies in settlement projects in the Brazilian Amazon. *Journal of Rural Studies*, 32, 196–207. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2013.05.004>

DOMÍNGUEZ, E.; HUBBARD, M.D.; PETERS, W.L. (1992). Clave para Ninfas y Adultos de las Familias y Géneros de Ephemeroptera (Insecta) Sudamericanos. *Biología Acuática* 16. 32 pp. ILPLA. UNLP. La Plata, Argentina.

DOMÍNGUEZ, E.; MOLINERI, C.; PESCADOR, M.L.; HUBBARD, M.D.; NIETO, C. (2006). Ephemeroptera of South America. *Aquatic Biodiversity of Latin America*. Vol. 2. J. Adis; J. R. Arias; G. Rueda-Delgado & K. M. Wantzen (Eds.). Moscow and Sofia, [Pensoft], 646 p.

DORIA, C. R. C.; et al. The Silent Threat of Non-native Fish in the Amazon: ANNF Database and Review. *Frontiers in Ecology and Evolution*, v. 9, artigo 646702, 1-11, 2021.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC 7m



DRESSLER, R.L. (1982). Biology of the orchid bees (Euglossini). Annual review of ecology and systematics, 13, 373-394.

DUARTE, C. M.; KALFF, J. Littoral slope as a predictor of the maximum biomass of submerged macrophyte communities. Limnol. Oceanogr., v. 31, p. 1072-1080, 1986.

DUELLMAN, W. E. Distribution patterns of amphibians in South America. In: DUELLMAN, W. E. (ed.). Patterns of Distribution of Amphibians: A Global Perspective. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, p. 255-328, 1999.

DUELLMAN, W. E., & TRUEB, L. (1994). Biology of amphibians (2nd ed.). The John Hopkins University Press. Parte superior do formulário

EGGLETON, P. (2020). The state of the world's insects. Annual Review of Environment and Resources, 45(1), 61-82.

EL MOOR-LOUREIRO, L.M.A. (1997). Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Brasília: Universa. 155 p.

EL-SHABRAWY, G. M., & DUMONT, H. J. (2003). Spatial and seasonal variation of the zooplankton in the coastal zone and main khors of Lake Nasser (Egypt). Hydrobiologia, 491, 119-132.

EMMONS, L.H., & F. FEER. 1997. Neotropical Rainforest Mammals: A Field Guide. Second edition. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.

ENGEL, M. S. (2018). A new species of the cleptoparasitic orchid bee genus Exaerete from northern Venezuela (Hymenoptera: Apidae). Entomologist's Monthly Magazine, 154(3), 161-175.

ESBÉRARD, C. E. (2007). Influência do ciclo lunar na captura de morcegos Phyllostomidae. Iheringia. Série Zoologia, 97, 81-85.

ESTEVES, F. A.; CAMARGO, A. F. M. Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem de nutrientes. Acta Limnol. Bras., v. 1, p. 273-298, 1986.

F. A. O. (2018). Food and agriculture organization of the United Nations. Rome, URL: <http://faostat.fao.org>, 403-403.

FAGUNDES, D.C., LEAL, C.G., CARVALHO, D.R., JUNQUEIRA, N.T., LANGEANI, F. & POMPEU, P.S. 2015. The stream fish fauna from three regions of the Upper Paraná River basin. Biota Neotrop. 15(2):1-8. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032015000200203&lng=pt&nrm=iso.

FAIVOVICH, J.; HADDAD, C. F. B.; GARCIA, P. C. A.; FROST, D. R.; CAMPBELL, J. A.; WHEELER, W. C. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to the Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. Bulletin of the American Museum of Natural History, v. 294, p. 1-240, 2005.

FARIA, M. B., LANES, R. O., & BONVICINO, C. R. (2019). Marsupiais do Brasil: guia de identificação com base em caracteres morfológicos externos e cranianos. São Caetano do Sul: Amélie Press. 84 pp. ISBN 978-85-530-8214-8.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates, and consequences. Conservation Biology, v. 19, n. 3, p. 680-688, 2005.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



FEARNSIDE, P. M.; BARBOSA, K. I. Accelerating deforestation in Brazilian Amazonia: towards answering open questions. *Environmental Conservation*, v. 31, n. 1, p. 7-10, 2004.

FEIJOÓ, S. C. et al. Factors influencing biomass and nutrient content of the submersed macrophyte *Egeria densa* Planch., in a pampasic stream. *Hydrobiologia*, v. 341, p. 21-26, 1996.

FENTON MB. 2001. Bats. Revised edition. New York: Facts On File Inc..

FENTON, M. B., ACHARYA, L., AUDET, D., HICKEY, M. B. C., MERRIMAN, C., OBRIST, M. K., ... & ADKINS, B. (1992). Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica*, 440-446.

FERNANDES-FERREIRA, H. A caça no Brasil: panorama histórico e atual. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2014.

Fernside, P.M., 2003. Floresta Amazônica nas mudanças globais. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), 134 p.

FERRARA, C. R.; FAGUNDES, C. K.; MORCATTY, T. Q.; VOGT, R. C. Quelônios Amazônicos: Guia de Identificação e Distribuição. Manaus: Wildlife Conservation Society Brasil, 2017.

FERREIRA, E. et al. The fish fauna of the Parque Estadual do Cantão, Araguaia River, State of Tocantins, Brazil. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 11, n. 2, p. 277-284, 2011.

Ferri, M. G. 1980. Vegetação Brasileira. (Reconquista do Brasil. Nova Série, v. 26). Belo Horizonte : Itatiaia, 1980. p. 157.

Flora

Flora e Funga do Brasil. 2024. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 13 mai. 2024

Flora e Funga do Brasil. 2024. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 13 mai. 2024

FONTANA, C.; SEVEGNANI, L. (2012). Quais são as espécies arbóreas comuns da Floresta Estacional Decidua em Santa Catarina? *Revista de Estudos Ambientais*, 14(1), 74–88.

FORATTINI, O.P. (2002). *Culicidologia Médica*. São Paulo, EDUSP, 864p.

FOUQUET, A.; MARTINEZ, Q.; ZEIDLER, L.; COURTOIS, E. A.; GAUCHER, P.; KOK, P. Cryptic diversity in the *Hypsiboas semilineatus* species group (Amphibia, Anura) with the description of a new species from the eastern Guiana Shield. *Zootaxa*, v. 4084, n. 1, p. 79-104, 2016. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4084.1.3>.

FRANCESCHINI, I.M. (1992). Algues d'eau douce de Porto Alegre, Brésil (Les Diatomophycées exclues). *Biblioteca Phycologica*.

FRAZÃO, L., OLIVEIRA, M. E., MENIN, M., CAMPOS, J., ALMEIDA, A., KAEFER, I. L., & HRBEK, T. (2019). Species richness and composition of snake assemblages in poorly accessible areas in the Brazilian Amazonia. *Biota Neotropica*, 20(1), e20180661

FREITAS, L.A. et al. Epidemiologia da leptospirose em áreas urbanas do sudeste paraense. *Revista de Medicina Tropical*, v. 63, n. 4, p. 452-458, 2021.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



FREITAS, M. A.; FARIAS, T.; OLIVEIRA-e-SOUSA, S.; VIEIRA, R. S.; MOURA, G. J. B.; DIAS, I. R. (2014). First record of *Lithodytes lineatus* (Schneider, 1799) (Anura: Leptodactylidae) in northeastern Brazil. Check List

FRENCH, T. D.; CHAMBERS, P. A. Habitat partitioning in riverine macrophyte communities. Fresh. Biol., v. 36, p. 509-520, 1996.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N.; VAN DER LAAN, R. Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References. San Francisco: California Academy of Sciences, 2020. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Acesso ao longo de 10/10/2024).

FROESE, R., & PAULY, D. (2021). FishBase. World Wide Web electronic publication. Retrieved from <https://www.fishbase.se/search.php> (last access in October 2, 2021)

FROST, D. R. Amphibian Species of the World: An Online Reference. Version 6.2. Disponível em: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. Acesso em: 2024. DOI: <https://doi.org/10.5531/db.vz.0001>.

FROTA, A., DEPRÁ, G. D. C., PETENUCCI, L. M., & GRAÇA, W. J. D. (2016). Inventory of the fish fauna from Ivaí River basin, Paraná State, Brazil. Biota Neotropica, 16, e20150151.

FUNAI, 2024. Terras Indígenas: Dados Geoespaciais e Mapas. Coordenação de Geoprocessamento da Fundação Nacional dos Povos Indígenas. Disponível em: <https://www.gov.br/funai/pt-br/atuacao/terras-indigenas/geoprocessamento-e-mapas>

FUNK, W. C.; MILLS, L. S. Potential causes of population declines in forest fragments in an Amazonian frog. Biological Conservation, v. 111, p. 205-214, 2003.

FURTADO, M. F. Aspectos sistemáticos e biológicos que atuam na diversidade da composição de venenos em serpentes peçonhentas brasileiras. In: NASCIMENTO, L. B.; OLIVEIRA, M. E. (ed.). Herpetologia no Brasil II. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia, p. 183-200, 2007.

GARBINO, G. S. T. & TEJEDOR, A. 2012. *Natalus macrourus* (Gervais, 1856)(Chiroptera: Natalidae) is a sênior synonym of *Natalus espiritosantensis* (Ruschi, 1951). Mammalia 4: 1-4.

GARBINO, G. S., CLÁUDIO, V. C., GREGORIN, R., LIMA, I. P., LOUREIRO, L. O., MORAS, L. M., ... & PERACCHI, A. L. (2024). Updated checklist of bats (Mammalia: Chiroptera) from Brazil. Zoologia (Curitiba), 41, e23073.

GARCIA-GARCIA, F.; CORRALES-GARCIA, L. L.; OLAMENDI-PORTUGAL, T.; RESTANO-CASSULINI, R.; VEGA, R.; VEGA, M.; et al. (2017). Identification, chemical synthesis and heterologous expression of an antinociceptive peptide from the veined tree frog *Trachycephalus typhonius*. Process Biochemistry, 62, 205–214.

GARDNER, A. L. (2007). Mammals of South America, Vol. 1: Marsupials, xenarthrans, shrews, and bats. University of Chicago Press.

GARDNER, A.L., et al. (2008). Mammals of South America, Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. University of Chicago Press.

GBIF - Global Biodiversity Information Facility. Disponível em: <https://www.gbif.org/occurrence/download>. Acessado em: 23/05/2024.

12 DA @ 20 28 52 04-20 GC PM



GEISE, L.; OLIVEIRA, M. V. B.; PERCEQUILLO, A. R.; DELCIELLOS, A. C.; OLIVEIRA, A. C. M.; BONVICINO, C. R.; SILVA, C. R.; MORAES, D. A.; MEDEIROS, D. L.; CHEREM, J. J.; LESSA, L. G.; COSTA, L. P.; TIEPOLO, L. M.; WEKSLER, M.; ALVAREZ, M. R. D. V.; GRAIPEL, M. E.; FARIA, M. B.; D'ANDREA, P. S. (2023). *Metachirus nudicaudatus* (É. Geoffroy, 1803). Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. <https://doi.org/10.37002/salve.ficha.23207>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2025. GÓES, C. G. (2016). Dispersão de sementes pela anta brasileira *Tapirus terrestris* (Linnaeus, 1758) em paisagem fragmentada na Mata Atlântica. Universidade Estadual de Londrina – PR.

GENTIL, R.C.; TUCCI, A.; SANT'ANNA, C.L. (2008). Dinâmica da comunidade fitoplanctônica e aspectos sanitários de um lago urbano eutrófico em São Paulo, SP. *Hoehnea*, 35, 265-280.

GERALDES PRIMEIRO, L. J. O., CAVALCANTI, M. J., & SANTOS SILVA, E. N. Biological Systematic of the genus *Notodiaptomus* Kiefer 1936 (Copepoda: Calanoida). *bioRxiv*, 2024-07.

GERLACH, K., ROß, F., WEIß, K., BÜSCHER, W., & SÜDEKUM, K. H. (2013). Changes in maize silage fermentation products during aerobic deterioration and effects on dry matter intake by goats. *Agricultural and Food Science*, 22(1), 168-181.

GIARETTA, A. A.; KOKUBUM, M. N. C. A new species of *Pseudopaludicola* (Anura, Leptodactylidae) from northern Brazil. *Zootaxa*, v. 383, p. 1-8, 2003.

GIBBONS, J. W.; SCOTT, D. E.; RYAN, T. J.; BUHLMANN, K. A.; TUBERVILLE, T. D.; METTS, B. S.; GREENE, J. L.; MILLS, T.; LEIDEN, Y.; POPPY, S.; WINNE, C. T. The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *BioScience*, v. 50, p. 553-556, 2000.

GIMENES, M. R., & ANJOS, L. D. (2003). Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 25(2), 391-402.

GIONGO, P., SAMPAIO, W. M. S., BELEI, F., DE CARVALHO, F. K., FERNANDES, A., & DERGAM, J. A. (2011). Ichthyofauna of the Carrapato, Mutum and Caba Saco streams (Araguaia River Basin), Serra dos Carajás region, southeastern Pará, Brazil. *Check List*, 7(4), 517-521.

Giulietti, A.M., Giannini, T.C., Mota, N.F.O. et al. Edaphic Endemism in the Amazon: Vascular Plants of the canga of Carajás, Brazil. *Bot. Rev.* 85, 357–383 (2019). <https://doi.org/10.1007/s12229-019-09214-x>

Giulietti, A.M.; Rapini, A.; Andrade, M. J. G.; Queiroz, L. P.; Silva, J. M. C. S. (2009). *Plantas Raras do Brasil*. Belo Horizonte, Conservação Internacional, 496 p.

GÓES, C. G. (2016). Dispersão de sementes pela anta brasileira *Tapirus terrestris* (Linnaeus, 1758) em paisagem fragmentada na Mata Atlântica. Universidade Estadual de Londrina – PR.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. (2011). Estudo de Impacto Ambiental Mina do Alemão. Volume III. Parauapebas – Pará. Relatório Técnico nº RT-019_089-515-5012_01-J.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. / VALE. 2011. Projeto Área Mínima de Canga - Estudo de Similaridade das Paisagens de Savana Metalófila - 3ª Aproximação. GOLDER. 379 pp. Relatório Técnico nº RT-020_099-515-5006_00-J.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. 2008. Estudo de similaridade das paisagens de savana metalófila da região de Carajás (componente do "Projeto para

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Avaliação do Tamanho Mínimo Viável de Canga na Floresta Nacional de Carajás), municípios de Canaã de Carajás e Parauapebas, PA. Belo Horizonte : Golder Associates Brasil, 2008. Relatório Interno.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. 2010. Estudo de Impacto Ambiental – EIA Mina do Alemão, Parauapebas/PA.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. 2013. Projeto Bocaina. Diagnóstico da Biodiversidade da Serra da Bocaina. Proposta de criação do Parque Nacional Campos Ferruginos de Carajás. PA. Relatório Técnico nº RT-010_109-515-5008_01-J.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA.; VALE. (2011). Projeto Área Mínima de Canga – Estudo de Similaridade das Paisagens de Savana Metalófila – 3ª Aproximação (Relatório Técnico nº RT-020_099-515-5006_00-J). GOLDER. 379 pp.

GOLDER ASSOCIATES, 2010. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) Mina do Alemão. Parauapebas/Pará.

GOLDER. (2013). Mina N1 – Resultados citados no Diagnóstico da Biodiversidade da Serra da Bocaina, PA.

GONÇALVES, A. L.; ALVES FILHO, A.; MENEZES, H. Atividade antimicrobiana do mel da abelha nativa sem ferrão *Nannotrigona testaceicornis* (Hymenoptera: Apidae, Meliponini). Arquivos do Instituto Biológico, v. 72, n. 4, p. 455-459, 2005.

GONÇALVES, A. R. et al. Leptospirose e Toxoplasmose: doenças associadas ao guaxinim. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 27, n. 2, p. 219-225, 2018.

GONZALEZ, R. C.; ABEGG, A. D.; MELLO MENDES, D. M.; SILVA, M. B.; MACHADO-FILHO, P. R.; MARIO-DA-ROSA, C.; PASSO, D. C.; RIBEIRO, M. V.; BENÍFICIO, R. A.; OLIVEIRA, J. C. F. Lista dos nomes populares dos répteis no Brasil – Primeira versão. Herpetologia Brasileira, v. 9, n. 2, p. 121-214, 2020.

GOOSEM, M.; MARSH, H. Fragmentation of a small mammal community by a powerline corridor through tropical rainforest. Wildlife Research, v. 24, p. 613-629, 1997.

GOSLER, A. 2004. Birds in the rand. p. 85-118. In: Sutherland, W. J; NEWTON, I. & GREEN, R. E. (Eds) Bird ecology and conservation: a handbook of techniques. Oxford University Press, New York.

GOULART, M.D.C.; CALLISTO, M. (2003). Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. Revista da FAPAM, 2(1): 153-164.

GRANT, T., RADA, M., ANGANOY-CRIOLLO, M., BATISTA, A., DIAS, P. H., JECKEL, A. M., ... & RUEDA-ALMONACID, J. V. (2017). Phylogenetic systematics of dart-poison frogs and their relatives revisited (Anura: Dendrobatoidea). South American Journal of Herpetology, 12(s1).

GREGORIN, R., & TADDEI, V. A. (2002). Chave artificial para a identificação de molossídeos brasileiros (Mammalia, Chiroptera). Mastozoología Neotropical, 9(1), 13-32.

GRIMALDI, M. SC. D. & ENGEL, M. S. 2005. Evolution of the Insects. xv + 755 pp. Cambridge, New York, Melbourne: Cambridge University Press.

GUEDES, T. B.; ENTIAUSPE-NETO, O. M.; COSTA, H. C. Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. Herpetologia Brasileira, v. 12, n. 1, p. 52-161, 2023.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Guedes-Bruni, R. R.; et al. Inventário florístico. Manual Metodológico para Estudos Botânicos na Mata Atlântica (LS Sylvestre & MMT Rosa, orgs.). Seropédica, Rio de Janeiro, p. 24-49, 2002.

GUIA DE VIGILÂNCIA DO *Culex quinquefasciatus*, 2011. Ministério da Saúde, B. (2011). Guia de vigilância do *Culex quinquefasciatus*.

GUTIÉRREZ, E. E., & MOLINARI, J. (2008). Morphometrics and taxonomy of bats of the genus *Pteronotus* (subgenus *Phyllodia*) in Venezuela. *Journal of Mammalogy*, 89(2), 292-305.

GYLLSTRÖM, M.; HANSSON, L.A. (2004). Dormancy in freshwater zooplankton: Induction, termination and the importance of benthic-pelagic coupling. *Aquat. Sci.* 66, 274–295.

HAMADA, N., NESSIMIAN, J. L., & QUERINO, R. B. (eds.). Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus: Editora do INPA, 2014. 724 p.

HAMMER, Ø., HARPER, D. A. T., & RYAN, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), Art. 4. Disponível em: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

HAMMOND, P. C., & MILLER, J. C. (1998). Comparison of the biodiversity of Lepidoptera within three forested ecosystems. *Annals of the Entomological Society of America*, 91(3), 323-328.

HAMRIN, Hans; HUSTRULID, W.; BULLOCK, R. Underground mining methods and applications. *Underground mining methods: Engineering fundamentals and international case studies*, p. 3-14, 2001

Harley, R. M. Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina-Bahia, Brasil. In: Stannard, B. L. E. (Ed). *The trustees of the Royal Botanic Gardens*. Kew: 1995. 853p.

HARRINGTON, H. J. *Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness*. New York: McGraw-Hill, 1991.

HELFMAN, G.S. (2007). *Fish conservation: a guide to understanding and restoring global aquatic biodiversity and fishery resources*. Island Press, Washington, D.C.

HERNÁNDEZ-RUZ, E. J.; MASCARANHAS, B. M.; MIRANDA, R. Caracterização preliminar da herpetofauna das Serras Onça e Puma, sudeste do estado do Pará, Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, v. 21, p. 25-30, 2008.

HESELINK, J. M. K. Kambô: A Shamanic Medicine – Personal Testimonies. *JOJ Case Stud.*, v. 8, n. 3, p. 555-739, 2018.

HEYER, W. R., DONNELLY, R. W., MCDIARMID, R. W., HAYEK, L. C., & FOSTER, M. S. (EDS.). (1994). *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press.

HILL, M. O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54(2), 427–432.

HOEK, C.V.D.; MANN, D.G.; JAHNS, H.M. (1995). *Algae: an introduction to phycology*. Cambridge: Cambridge University, 627p.

HOLT, E. A., & MILLER, S. W. (2011). Bioindicators: Using organisms to measure. *Nature*, 3, 8-13.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



HOOGMOED, M. S.; GALATII, U. Censo da Biodiversidade da Amazônia Brasileira. Grupo: Anura. 2022. Disponível em: <http://censo.museugoeldi.br>. Acesso em: 29 set. 2024.

HOOGMOED, M. S.; MACIEL, A. O. Censo da Biodiversidade da Amazônia Brasileira. Grupo: Gymnophiona and Caudata. 2022. Disponível em: <http://censo.museugoeldi.br>. Acesso em: 29 set. 2024.

HOOTSMANS, M. J. M. Modelling Potamogeton pectinatus for better or for worse. In: MONTEIRO, A.; VASCONCELOS, T.; CATARINO, L. Management and ecology of aquatic plants. In: EWRS INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AQUATIC WEEDS, 1988, Lisbon. Proceedings... Lisbon: APRH, 1998. p.75-78.

Horn, H. S. The ecology of secondary sucession. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 5, p. 25-37, 1974.

Howe, H. F., & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. Annual review of ecology and systematics, 13, 201-228.

<https://doi.org/10.1111/jse.12229>

HUBBELL, S.P. 2001. The unified neutral theory of Biodiversity and Biogeography. Princeton University Press, Princeton and Oxford. ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Sumário Executivo Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília-DF: MMA, 2016. 76p.

HUBER-PESTALOZZI, G. (1983). Das Phytoplankton des Süßwassers – Systematik and Biologie. Stuttgart. E. Schweizerbartische Verlagsbuchhandlung.

HUISMAN, J., CODD, G. A., PAERL, H. W., IBELINGS, B. W., VERSPAGEN, J. M. H., & VISSER, P. M. (2018). Cyanobacterial blooms. Nature Reviews Microbiology, 16(8), 471–483. <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0040-1>

HURTADO-MIRANDA, N. E., & PACHECO-TORRES, V. (2014). Análisis filogenético del género Mimon Gray, 1847 (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) con la descripción de un nuevo género. Therya, 5(3), 751-791.

IBAMA. Hymenaea parvifolia in Madeiras Brasileiras. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/caracteristicas.php?ID=124&caracteristica=89>>. Acesso em: 10 Maio 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de janeiro: IBGE. 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de biomas do Brasil. Diretoria de Geociências, 2004.

IBGE. 2024. Adequação do limite leste do Sistema Costeiro-Marinho à Amazônia Azul. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/15842-biomas.html>

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Peixes - Paratrygon aiereba (Müller & Henle, 1841) - Arraia-aramaçá. 2021a. Disponível em: Acesso em: 12 de out. 2024.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Peixes - Baryancistrus longipinnis (Kindle, 1895). 2021b. Disponível em: Acesso em: 12 de out. 2024.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Peixes - *Baryancistrus niveatus* (Castelnau, 1855) - Acari. 2021c. Disponível em: Acesso em: 10 de outubro. 2024.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Peixes - *Hypsolebias marginatus* (Costa & Brasil, 1996) - Peixe-da-chuva. 2021d. Disponível em: Acesso em: 10 de outubro. 2024..

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Peixes - *Crenicichla cyclostoma* Ploeg, 1986. 2021e. Disponível em: Acesso em: 10 de outubro. 2024..

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Peixes - *Brycon gouldingi* Lima, 2004 - Matrinxã. 2021f. Disponível em: Acesso em: 10 de outubro. 2024.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Peixes - *Mylesinus paucisquamatus* Jégu & Santos, 1988 - Pacu-dente-seco. 2021g. Disponível em: Acesso em: 10 de outubro. 2024.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Peixes - *Lamontichthys avacanoeiro* de Carvalho Paixão & Toledo-Piza, 2009. 2021h. Disponível em: Acesso em: 10 de outubro. 2024.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Peixes - *Aguarunichthys tocantinsensis* Zuanon, Rapp Py-Daniel & Jégu, 1993 - Bagre. 2021i. Disponível em: Acesso em: 10 de outubro. 2024.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Peixes - *Scobinancistrus pariolispos* Isbrücker & Nijssen, 1989 - Acari-da-pedra. 2021j. Disponível em: Acesso em: 10 de outubro. 2024.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Peixes - *Pimelodus halisodous* Ribeiro, Lucena & Lucinda, 2008. 2021k. Disponível em: Acesso em: 10 de outubro. 2024..

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Peixes - *Brycon nattereri* (Günther, 1864) - Pirapitinga. 2021l. Disponível em: Acesso em: 10 de outubro. 2024.

ICMBio – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018.

ICMBio, 2016. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás. Volume I - Diagnóstico. Março de 2016.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, ICMBIO. (2016). Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás.

ISERHARD, C. A., SCHWANTZ, T., GALLO, M. C., GOTTSCHALK, M. S., & BORDIN, K. M. (2024). Indirect Effects of Cattle Trampling on the Structure of Fruit-Feeding Butterfly Assemblages Inhabiting Restinga Forests in Southern Brazil. *Diversity*, 16(8), 467.

ISHIKAWA, Kaoru. What is Total Quality Control? The Japanese Way. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1985.

ISO. ISO 14001:2015. Environmental management systems - Requirements with guidance for use. Geneva: ISO, 2015.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



IUCN 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-2. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 30 de jan. de 2025.

IUCN 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-1. <https://www.iucnredlist.org>.

IUCN. (2025). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2025-1. <<https://www.iucnredlist.org>>

JADIN, R. C.; BURBRINK, F. T.; RIVAS, G. A.; VITT, L. J.; BARRIO-AMORÓS, C. L.; GURALNICK, R. P. Finding arboreal snakes in an evolutionary tree: phylogenetic placement and systematic revision of the Neotropical birdsnakes. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, v. 52, n. 3, p. 257-264, 2013.

JANES, R. A.; EATON, J. W.; HARDWICK, K. The effects of floating mats of *Azolla filiculoides* Lam. And *Lemna minuta* Kunth on the growth of submerged macrophytes. *Hydrobiologia*, v. 340, p. 23-26, 1996.

JANZEN, D. H. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Science*, N.Y. 171:203-205.1971.

JARDULI, L. R.; CLARO-GARCÍA, A.; SHIBATTA, O. A. Ichthyofauna of the rio Araguaia basin, states of Mato Grosso and Goiás, Brazil. *Check List*, v. 10, n. 3, p. 483-515, 2014.

JECKEL, A. M.; KOCHIEFF, S.; SAPORITO, R. A.; GRANT, T. Geographically separated orange and blue populations of the Amazonian poison frog *Adelphobates galactonotus* (Anura, Dendrobatidae) do not differ in alkaloid composition or palatability. *Chemoecology*, v. 29, n. 5, p. 225-234, 2019.

JÉGUE, M.; SANTOS, G. M. D. (1988). Une nouvelle espèce du genre *Mylesinus* (Pisces, Serrasalmidae) *M. paucisquamatus*, décrite du bassin du rio Tocantins (Amazonie, Brésil). *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 12(4), 331–341.

JOHNSON, P. T. J., OLDEN, J. D. & VANDER ZANDEN, M.J. Dam invaders: impoundments facilitate biological invasions into freshwaters. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v.6, p. 357–363, 2008.

JONES, G., JACOBS, D. S., KUNZ, T. H., WILLIG, M. R., & RACEY, P. A. (2009). Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered species research*, 8(1-2), 93-115.

JORDANO, P., GALETTI, M., PIZO, M. A., & SILVA, W. R. (2006). Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação.

JUNGWIRTH, M.; SCHMUTZ, S.; WEISS, S. (Eds.). (1998). Fish migration and fish bypasses (Vol. 4). Oxford: Fishing News Books.

JUNQUEIRA, V.M. & CAMPOS, S.C.M. 1998. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensis*, 10(2): 125-135.

JURAN, J. M. Juran on Quality by Design: The New Steps for Planning Quality into Goods and Services. New York: Free Press, 1992.

KEYES, B. E.; GRUE, C. E. 1982. Capturing birds with mist nets: a review. *North American Bird Bander*, 7(1): 2-14.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



KHAN, M. I., SHIN, J. H. & KIM, J. D. 2018. The promising future of microalgae: current status, challenges, and optimization of a sustainable and renewable industry for biofuels, feed, and other products. *Microb. Cell Fact.* 17:36.

KIMSEY, L.S. Systematics of bees of the genus *Eufriesea* (Hymenoptera, Apidae). University of California Publications, Entomology v. 95, p. 2, 1982.

KLEMENS, M. W. (2000). Turtle conservation. Smithsonian Institution Press.

KLEMMZ, C.; ASSIS, H. C. S. Efeitos do endossulfano na atividade do acetilcolinesterase do cascudo (*Ancistrus multispinnis*, Fish, Teleostei). *Revista acadêmica: ciências agrárias e ambientais*, v. 3, n. 4, p.51-58, 2005.

Knight, D. H. (1975). A phytosociological analysis of species-rich tropical forest on Barro Colorado Island, Panama. *Ecological monographs*, 45(3), 259-284.

KOSTE, W. (1978). Rotatoria. Stuttgart, Gebrüder Bosntraeget. 673p.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1991b). “ Bacillariophyceae, Teil 3 ” . In *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Vol. Band 2, Stuttgart & New York : Gustav Fischer Verlag.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1991a). Bacillariophyceae: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema* In (H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer, eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 437 p. (v. 2)

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. (1988). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Bd 2/2. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Gustav Fischer.

KRCMAR, S. (2005). Seasonal abundance of horse flies (Diptera: Tabanidae) from two locations in eastern Croatia. *J Vector Ecol*, 30(30), 316-321.

KREBS, C. J. (1999). *Ecological methodology* (Vol. 620). Benjamin/Cummings.

KRONFORST, M. R., & PAPA, R. (2015). The functional basis of wing patterning in *Heliconius* butterflies: the molecules behind mimicry. *Genetics*, 200(1), 1-19.

Kruckeberg, A. R., & Rabinowitz, D. (1985). Biological aspects of endemism in higher plants. *Annual review of ecology and systematics*, 447-479.

KUNZ, T. H. (1982). Roosting ecology of bats. *Ecology of bats*, 1-55.

KURCHEVSKI, G., ASHIKAGA, F. Y., CASIMIRO, A. C. R., ALMEIDA, F. F., & ORSI, M. L. (2010). Espécies introduzidas como vetores de patógenos e parasitas. *Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia*, 38(1).

KURTA, A., & KUNZ, T. H. (1988). Capture methods and holding devices. *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (T. H Kunz ed.). Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 1-30.

LADSON, A.; DOOLAN, J.; WHITE, L.; METZELING, L.; ROBINSON, D. (1996). Index of stream condition as a tool to aid management of rivers. 23rd Hydrology and Water Resource Symposium. Institution of engineer Australia. Hobart Tasmania. pp 325-332.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



LANGEANI, F., CASTRO, R. M. C., OYAKAWA, O. T., SHIBATTA, O. A., PAVANELLI, C. S., & CASATTI, L. (2007). Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropica*, 7, 181-197.

LANGEANI, F.; CASTRO, R. M. C.; OYAKAWA, O. T.; SHIBATTA, O. A.; PAVANELLI, C. S.; CASATTI, L. (2007). Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropica*, 7, 181–197.

LANSAC-TÔHA, F. A. et al. Structure of the testate amoebae community in different habitats in a neotropical floodplain. *Brazilian Journal of Biology*, 74, 181-190, 2014.

LASSAU, S. A.; HOCHULI, D, F. Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography*. v 27. p.157-164 – 2004.

LATINI O.A.; PETRERE M.JR.; (2004). Redution of a native fish fauna by alien species: an example from Braslian fresh-water tropical lakes. *Fish Management Ecology* 11(2):71-79.

LATINI, A.O.; RESENDE, D.C.; POMBO, V.B.; CORADIN, L. (2016). editors. *Espécies exóticas invasoras de águas continentais no Brasil*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2016.

LAURANCE, W. F. Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Biogeography*, v. 29, p. 737-748, 2002.

LEÃO, T., DE ALMEIDA, W. R., DE SÁ DECHOUM, M., ZILLER, S., LEÃO, T. C., & ZILLER, S. R. (2011). *Espécies Exóticas Invasoras*.

LECCI, L.S.; FROEHLICH, C.G. (2007). Plecoptera. Online guide: identificação de larvas de insetos aquáticos do estado de Sao Paulo. ([http://sites. ffclrp. usp. br/aguadoce/Guia_online/](http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/)).

Lei Estadual nº 6.895 de 10 de agosto de 2006. Disponível em <[https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/normas/view/273377#:~:text=LEI%20ORDIN%C3%81RIA%20N%C2%BA%206.895%2C%20DE,DE%20AGOSTO%20DE%202006%20\(VIGENTE\)&text=D+eclara%20de%20preserva%C3%A7%C3%A3o%20permanente%2C%20de,e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs](https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/normas/view/273377#:~:text=LEI%20ORDIN%C3%81RIA%20N%C2%BA%206.895%2C%20DE,DE%20AGOSTO%20DE%202006%20(VIGENTE)&text=D+eclara%20de%20preserva%C3%A7%C3%A3o%20permanente%2C%20de,e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs)>.

LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P. & STALLINGS, J. R. (1996). Diet and vertical space use of three sympatric opossums in a Brazilian Atlantic Forest reserve. *Journal of Tropical Ecology*, 12: 441-445.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. (2002). *Biodiversidade Brasileira: síntese do estado atual do conhecimento*. Editora Contexto, São Paulo, 176p.

LI, D., WU, N., TANG, S., SU, G., LI, X., ZHANG, Y., ... & YU, H. (2018). Factors associated with blooms of cyanobacteria in a large shallow lake, China. *Environmental Sciences Europe*, 30, 1-15.

LIMA, C.T.D. (2018). *Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Nymphaeaceae*. Rodriguésia, 69(1), 153-156.

LIMA, F. C. T.; CAIRES, R. A. (2011). Peixes da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, bacias dos rios Tocantins e São Francisco, com observações sobre as implicações biogeográficas das "águas emendadas" dos rios Sapão e Galheiros. *Biota Neotropica*, 11, 231–250.

LIMA, I. P. (2008). *Espécies de morcegos (Mammalia, Chiroptera) registradas em parques nas áreas urbanas do Brasil e suas implicações no uso deste ambiente*. Ecologia de Morcegos. Londrina: Technical Books, 71-85.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC 7m



Lima, L. V., Souza, F. S. D., Viveros, R. S., Arruda, A. J., & Salino, A. (2019). Contribuições para a flora de samambaias da Serra dos Carajás, Pará, Brasil. *Rodriguésia*, 70, e00932018.

LIMA, M. G., MONTRESOR, L. C., PONTES, J., AUGUSTO, R. D. C., SILVA, J. P. D., & THIENGO, S. C. (2019). Compatibility polymorphism based on long-term host-parasite relationships: Cross talking between *Biomphalaria glabrata* and the trematode *Schistosoma mansoni* from endemic areas in Brazil. *Frontiers in Immunology*, 10, 328.

LINDER HP. On areas of endemism, with an example from the African Restionaceae. *Syst Biol.* 2001; 50: 892–912.

LINSLEY, E. (1958). The ecology of solitary bees. *Hilgardia*, 27(19), 543-599.

LOBO, E.A.; CALLEGARO, V.L.M. & BENDER, P. 2002. Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil. Santa Cruz do Sul, EDUNISC.

LOETTERS, S., VAN DER MEIJDEN, A., COLOMA, L. A., BOISTEL, R., CLOETENS, P., ERNST, R., ... & VEITH, M. (2011). Assessing the molecular phylogeny of a near extinct group of vertebrates: the Neotropical harlequin frogs (*Bufonidae*; *Atelopus*). *Systematics and Biodiversity*, 9(1), 45-57.

LÓPEZ-BAUCELLS, A., PUIG-MONTSERRAT, X., TORRE, I., FREIXAS, L., MAS, M., ARRIZABALAGA, A., & FLAQUER, C. (2017). Bat boxes in urban non-native forests: a popular practice that should be reconsidered. *Urban Ecosystems*, 20(1), 217-225.

LOPEZ-BAUCELLS, A., ROCHA, R., BOBROWIEC, P. E. D., PALMEIRIM, J. M., & MEYER, C. F. J. (2016). Field guide to Amazonian bats.

Lorenzi, H. 2008. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 4a ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 640p.

LÖTTERS, S.; BOISTEL, R.; BLANC, M.; HADDAD, C. F. B.; VAN DER MEIJDEN, A. Ranas Arlequines. In: Rueda-Almonacid et al., p. 132, 2005.

LOURENÇO, D. D. V., SILVA, L. P. D., MENESES, H. M., & FREITAS, B. M. (2019). Nesting and reproductive habits of the solitary bee *Centris analis* in trap nests under a tropical climate. *Revista Ciência Agronômica*, 50(3), 468-475.

LOW, S. H. 1957. Banding with mist nets. *Bird Banding*, 28(3): 115-128.

LOWE, K. W. 1989. The Australian Bird Bander's Manual. Australian Bird and Bat Schemes, Australian National Parks and Wildlife Service, 145p.

LOWE-MCCONNELL, R. H. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge: Cambridge University Press. 382 pp. 1987

LOWE-MCCONNELL, R. H. Fish communities in tropical freshwaters. New York: Longman Inc. 337 pp. 1975

LUCENA, C. A. S.; MENEZES, N. A. (1993). Estudo filogenético da família Characidae com uma discussão dos grupos naturais propostos (Teleostei, Ostariophysi, Characiformes).

LUCINDA, P. H. F. et al. Fish, Lajeado reservoir, rio Tocantins drainage, state of Tocantins, Brazil. *Check List*, v. 3, n. 2, p. 70-83, 2007.

LOBO @ 20 08 02 Of- RD GC PM



LÜDDECKE, H., AMÉZQUITA, A., BERNAL, X., & GUZMÁN, F. (2000). Partitioning of vocal activity in a Neotropical highland-frog community. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 35(3), 185-194.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. (1988). *Statistical ecology: A primer on methods and computing*. New York: John Wiley. 337 p.

LUIZA-ANDRADE, A.; BRASIL, L.S.; BENONE, N.L.; SHIMANO, Y.; FARIAS, A.P.J.; MONTAG, L.F.; JUEN, L. (2017). Influence of oil palm monoculture on the taxonomic and functional composition of aquatic insect communities in eastern Brazilian Amazonia. *Ecological indicators*, 82, 478-483.

LUIZA-ANDRADE, A.; SILVA, R.R.; JUEN, L. (2023). Contribution of rare genera of aquatic insects to functional diversity in streams with multiple land use in the Amazon. *Hydrobiologia*, v. 850, p. 21-38.

MACHADO, R. P. et al. Leishmaniose visceral: um desafio à saúde pública no sudeste paraense. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 22, n. 1, p. 134-146, 2019.

MAGURRAN, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Science.

MAGURRAN, A. E. (2013). *Measuring biological diversity*. John Wiley & Sons.

MAGURRAN, A. E., & MCGILL, B. J. (2011). *Biological diversity. Frontiers in measurement and assessment*.

MARCO, A. (2003). Impacto de radiación ultravioleta y contaminación em anfibios. *Munibe*, 16, 44-45.

MARENGONI, N. G.; POSSAMAI, M.; GONÇALVES JUNIOR, A.; OLIVEIRA, A. A. M. A. Performance e retenção de metais pesados em três linhagens de juvenis de tilápia tilápia-do-Nilo em hapas. *Acta scientiarum. Animal sciences*, v. 30, n. 3, p.351-358, 2008.

MARGALEF, R. (1983). *Limnología*. Omega, Barcelona.

MARINI, M. A. & F.I. GARCIA. 2005. Conservação de aves no brasil. *Megadiversidade, belo horizonte*, 1(1):95-102.

MARQUES, O. A. V.; ETEROVIC, A.; MARTINS, M.; SAZIMA, I. *Serpentes da Amazônia: guia ilustrado*. Holos. 2023.

MARTEN, G. G. (1990). Elimination of *Aedes albopictus* from tire piles by introducing *Macrocyclus albidus* (Copepoda, Cyclopidae). *Journal of the American Mosquito Control Association*, 6(4), 689-93.

MARTÍNEZ-NÚÑEZ, C., MANZANEDA, A. J., ISLA, J., TARIFA, R., CALVO, G., MOLINA, J. L., ... & REY, P. J. (2020). Low-intensity management benefits solitary bees in olive groves. *Journal of Applied Ecology*, 57(1), 111-120.

MARTINS et al. (2023). *Desafios e Perspectivas na Conservação da Isoetes cangae, uma macrófita endêmica da Amazônia*. Editores e Organizadores Rodrigo Lemes Martins, et al.; revisores técnicos Luiz Alfredo Prado, Evenilton Pessoa Costa. 1. ed. - Rio de Janeiro.

Martins, F. R. Atributos de comunidades vegetais. *Quid Teresina*, v. 9, p. 12-17, 1990.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



MARTINS, F.; CASTILHO, A.; CAMPOS, J. C. F.; HATANO, F.; ROLIM, S. (2012). Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres. São Paulo: Nitro Imagens.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

MARTINS, L. P., ARAUJO, E. D. C., MARTINS, A. R. P., DUARTE, M., & AZEVEDO, G. G. (2017). Species diversity and community structure of fruit-feeding butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) in an eastern Amazonian forest. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 57(38), 481-489.

MARTINS, M., & OLIVEIRA, M. E. (1998). Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History*, 6(2), 78-150.

Martins, S. V., Júnior, R. C., Rodrigues, R. R., & Gandolfi, S. (2004). Colonization of gaps produced by death of bamboo clumps in a semideciduous mesophytic forest in south-eastern Brazil. *Plant Ecology*, 172(1), 121-131.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G. (2003). Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years. *Hydrobiologia*, 504: 215-222.

MAUÉS, M. M. (2002). Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae) in Eastern Amazonia. *Pollinating bees: The conservation link between agriculture and nature*, 245.

MCKINNEY ML (2006) Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127: 247-260.

MEDELLÍN, R. A., EQUIHUA, M., & AMIN, M. A. (2000). Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation biology*, 14(6), 1666-1675.

MEDELLÍN, R. A., WIEDERHOLT, R., & LOPEZ-HOFFMAN, L. (2017). Conservation relevance of bat caves for biodiversity and ecosystem services. *Biological conservation*, 211, 45-50.

MELO, D. H. A., FILGUEIRAS, B. K. C., LEAL, I. R., & FREITAS, A. V. L. (2014). Scientific Note: Recent records of *Morpho menelaus eberti* (Fischer)(Lepidoptera: Nymphalidae), an endangered butterfly in northeast Brazil. *Tropical Lepidoptera Research*, 102-104.

MELO, S., RIBEIRO, L. D. B., PEREIRA, A. C., & WERNER, V. R. (2024). Planktonic cyanobacteria from urban lakes in Manaus (Amazonas-Brazil). *Rodriguésia*, 75, e00182023.

MENDES-OLIVEIRA, A.C. & MIRANDA, C.L (Organizadores). Pequenos Mamíferos Não-voadores da Amazônia Brasileira. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Mastozoologia, 2015 (Série Livros 2). 336p.

MEREL, S., WALKER, D., CHICANA, R., SNYDER, S., BAURÈS, E., & THOMAS, O. (2013). State of knowledge and concerns on cyanobacterial blooms and cyanotoxins. *Environment international*, 59, 303-327.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. (1996). An introduction to the aquatic insects of North America. 3ed., Dubuque, Kendall/Hunt, 758 p.

METZELTIN, D.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, F. (2003). (Eds): Las Diatomeas Uruguayas, Facultad de Ciencias, Montevideo, Uruguay, 654 pp.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC 7m



METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. (1998) Tropical diatoms of South America I: About 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora. In: Lange-Bertalot, H. (ed.), *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 5. Diversity-Taxonomy-Geobotany*. Koeltz Scientific Books. Königstein, Germany, 5:695 pp

Metzger, W. (2009). *Laws of seeing*. Mit Press.

MEYER, C. F., AGUIAR, L. M. S., AGUIRRE, L. F., BAUMGARTEN, J., CLARKE, F. M., COSSON, J. F., VILLEGAS, S. E., FAHR, J., FARIA, D., FUREY, N., HENRY, M., HODGKISON, R., ..., VOIGT, C. C., STADEN, D., WEISE, C. D. & KALKO, E. K. V. (2011). Accounting for detectability improves estimates of species richness in tropical bat surveys. *Journal of Applied Ecology*, 48(3), 777–787.

MICHENER, C.D. *The Bees of the World*. Baltimore: John Houpkins University Press, 2007. 778p.

MIGUEL, L. M. *Uso sustentável da biodiversidade na Amazônia Brasileira: experiências atuais e perspectivas das bioindústrias de cosméticos e fitoterápicos*. 2007. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2022. *Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção*. Portaria MMA Nº148, de 07 de Junho de 2022.

MMA, 2024. *Cadastro Nacional de Unidades de Conservação*. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/unidadesdeconservacao>

MOLICA, R., & AZEVEDO, S. M. F. O. (2009). Ecofisiologia de cianobactérias produtoras de cianotoxinas. *Oecol. Bras.*, 13(2), 229-246.

MONTEIRO, M. R. D. C. C., RIBEIRO, M. C., & FERNANDES, S. C. (2013). Aspectos clínicos e epidemiológicos da malária em um hospital universitário de Belém, Estado do Pará, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 4(2), 11-11.

MORATO, EF., 1994. Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em mata de terra firme e áreas de der-rubada, nas vizinhanças de Manaus (Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia*, vol. 10, p. 95-105.

MORATO, EF., CAMPOS, LAO. and MOURE, JS., 1992. Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) coletadas na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Entomologia*, vol. 36, p. 767-771.

MORRONE, J. J.; CRISCI, J. Historical biogeography: Introduction to methods. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.26, p.373-401, 1995.

Mota, N. F. D. O., Watanabe, M. T. C., Zappi, D. C., Hiura, A. L., Pallos, J., Viveros, R. S., ... & Viana, P. L. (2018). Cangas da Amazônia: a vegetação única de Carajás evidenciada pela lista de fanerógamas. *Rodriguésia*, 69, 1435-1488.

MOURA-JÚNIOR et al., (2015). Updated checklist of aquatic macrophytes from Northern Brazil. *Acta Amazônica*, 45(2): 111 - 132. 2015.

MOURE, J.S., MELO, G.A.R. & FARIA JR, L.R.R. (2012). Euglossini Latreille, 1802. In Moure J.S., Urban D. & Melo G.A.R (Eds.), *Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical region* - online version.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC 7m



MUESES-CISNEROS, J.; CISNEROS-HEREDIA, D.; MCDIARMID, R. W. A new Amazonian species of *Rhaebo* (Anura: Bufonidae) with comments on *Rhaebo glaberrimus* (Günther, 1869) and *Rhaebo guttatus* (Schneider, 1799). *Zootaxa*, v. 3447, p. 22-40, 2012.

NABC. NORTH AMERICAN BANDING COUNCIL. 2001. Bird Banding Manuals. The North American Banding Council, California.

NAKATANI K, AGOSTINHO AA, BAUMGARTNER G, BIALETZKI A, SANCHES PV, MAKRAKIS MC, PAVANELLI CS (2001) Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Eduem, Maringá

NASA Landsat Program. Disponível em < <https://landsat.gsfc.nasa.gov/> >.

NASCIMENTO, F. P.; ÁVILA-PIRES, T. C. S.; CUNHA, O. R. Os répteis da área de Carajás, Pará, Brasil (Squamata). II. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Zoologia, v. 3, p. 33-65, 1987.

NEATE-CLEGG, M. H., & ŞEKERCIOĞLU, Ç. H. (2020). Agricultural land in the Amazon basin supports low bird diversity and is a poor replacement for primary forest. *The Condor*, 122(3), duaa020.

NELSON, J.S. (2006). *Fishes of the world*. Hoboken, John, Wiley and Sons, 4th ed., 624p.

NEMÉSIO, A. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of the Brazilian Atlantic Forest. *Zootaxa*, 2041, 2009. 1-242 p.

NEMÉSIO, A.; SILVEIRA, F.A. (2006). Edge effects on the orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) at a large remnant of Atlantic Rain Forest in southeastern Brazil. *Neotropical Entomology*, 35, 313-323.

NOBRE, P. H., RODRIGUES, A. D. S., COSTA, I. D. A., MOREIRA, A. E. D. S., & MOREIRA, H. H. (2009). Similaridade da fauna de Chiroptera (Mammalia), da Serra Negra, municípios de Rio Preto e Santa Bárbara do Monte Verde, Minas Gerais, com outras localidades da Mata Atlântica. *Biota Neotropica*, 9, 151-156.

NÖGES, P.; MISCHKE, U.; LAUGASTE R.; SOLIMINI, A. (2010). Analysis of Changes Over 44 Years in the Phytoplankton of Lake Võrtsjärv (Estonia): The effect of Nutrients, Climate and the Investigator on Phytoplankton-Based Water Quality Indices. *Hydrobiologia*. v. 646. p.33–48.

NOGUEIRA, C. C.; ARGÔLO, A. J.; ARZAMENDIA, V.; AZEVEDO, J. A.; BARBO, F. E.; BÉRNILS, R. S.; et al. Atlas of Brazilian snakes: verified point-locality maps to mitigate the Wallacean shortfall in a megadiverse snake fauna. *South American Journal of Herpetology*, v. 14, sp. 1, p. 1-274, 2019.

NOGUEIRA, C., COLLI, G. R., COSTA, G. C., & MACHADO, R. B. (2010). Diversidade de répteis Squamata e evolução do conhecimento faunístico no Cerrado. *Cerrado: conhecimento científico quantitativo para ações de conservação*. (IR Diniz, J. Marinho-Filho, RB Machado & RB Cavalcanti, ed.). Editora UnB, Brasília, 333-375.

NOGUEIRA, M. R., LIMA, I. P. D., MORATELLI, R., TAVARES, V. D. C., GREGORIN, R., & LÚCIO, P. (2014). Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. Volume 10, Número 4, Pags. 808-821.

NOVAES, R.L.M.; FELIX, S. & SOUZA, R.F. 2013. Save Caatinga from drought disaster. *Nature*, 498:170.

NOWAK, R. M. (1999). *Walker's Mammals of the World* (Vol. 1). JHU press.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



OHE, T.; WATANABE, T.; WAKABAYASHI, K. (2004). Mutagens in surface waters: a review. *Mutation Research*, v. 567, p. 109-149.

OLIFIERS, M.H.; DORVILLÉ, L.F.; NESSIMIAN, J.J.; HAMADA, N. (2004). A key to Brazilian genera of Plecoptera (Insecta) based on nymphs. *Zootaxa*, 651(1), 1-15.

OLIVEIRA, A. G. et al. Interspecific variation in migratory fish recruitment in the Upper Paraná River: effects of the duration and timing of floods. *Environmental Biology of Fishes*, Dordrecht, v. 98, n. 5, p. 1327-1337, 2015.

OLIVEIRA, A. G.; et al. (2015). Interspecific variation in migratory fish recruitment in the Upper Paraná River: effects of the duration and timing of floods. *Environmental Biology of Fishes*, 98(5), 1327–1337.

OLIVEIRA, M.L.D.; CAMPOS, L.A.D.O. (1995). Abundância, riqueza e diversidade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 12, 547-556.

ORSI, M. L., & AGOSTINHO, Â. A. (1999). Introdução de espécies de peixes por escapes acidentais de tanques de cultivo em rios da Bacia do Rio Paraná, Brasil. *Revista brasileira de Zoologia*, 16, 557-560.

OUBOTER, P. E.; JAIRAM, R. *Amphibians of Suriname*. Leiden: Brill, 2012. p. 388.

PACHECO, J. A. F., OMIER, K. K. R., SOLANO, D. J. S., & GAITÁN, Y. Y. M. (2021). Inventory of diurnal butterflies in tropical agroecosystems as bioindicators of environmental quality. *Revista Torreón Universitario*, 10(27), 1-21.

PACHECO, J. F.; KIRWAN, G. M.; ALEIXO, A.; WHITNEY, B. M.; WHITTAKER, A.; MINNS, J.; ZIMMER, K. J.; FONSECA, P. M. S.; LIMA, M. F. C.; OREN, D. C. (2007). An avifaunal inventory of the CVRD Serra dos Carajás project, Pará, Brazil. *Cotinga*, 27, 15–30.

PACHECO, J.F.; SILVEIRA, L.F.; ALEIXO, A.; AGNE, C.E.; BENCKE, G.A.; BRAVO, G.A.; BRITO, G.R.R.; COHN-HAFT, M.; MAURÍCIO, G.N.; NAKA, L.N.; OLMOS, F.; POSSO, S.; LEES, A.C.; FIGUEIREDO, L.F.A.; CARRANO, E.; GUEDES, R.C.; CESARI, E.; FRANZ, I.; SCHUNCK, F. & PIACENTINI, V.Q. 2021. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. *Ornithology Research*, 29(2).

PADOA-SCHIOPPA, E., M. BAIETTO, R. MASSA AND LUCIANA BOTTONI. 2006. Bird communities as bioindicators: the focal species concept in agriculture landscapes. *Ecological Indicators*, 6:83-93.

PAGLIA, A. P., DA FONSECA, G. A., RYLANDS, A. B., HERRMANN, G., AGUIAR, L. M., CHIARELLO, A. G., ... & PATTON, J. L. (2012). Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil 2ª Edição/annotated checklist of Brazilian mammals. *Occasional papers in conservation biology*, 6(6).

PANSONATO, A.; MORAIS, D. H.; ÁVILA, R. W.; KAWASHITA-RIBEIRO, R. A.; STRÜSSMANN, C.; MARTINS, I. A. A new species of *Pseudopaludicola* Miranda-Ribeiro, 1926 (Anura: Leiuperidae) from the state of Mato Grosso, Brazil, with comments on the geographic distribution of *Pseudopaludicola canga* Giaretta & Kokubum, 2003. *Zootaxa*, v. 3523, p. 49–58, 2012.

Paradella, W. R., Da Silva, M. F. F., & Rosa, N. D. A. (1994). A geobotanical approach to the tropical rain forest environment of the Carajás Mineral Province (Amazon Region, Brazil), based on digital TM-Landsat and DEM data. *International Journal of Remote Sensing*, 15(8), 1633-1648.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- PARLOS, J. A., TIMM, R. M., SWIER, V. J., ZEBALLOS, H., & BAKER, R. J. (2014). Evaluation of the paraphyletic assemblages within Lonchophyllinae, with description of a new tribe and genus.
- PATTON, J. L., PARDINÃS, U. F. J., & D'ELÍA, G. (2015). Mammals of South America. Vol. 2. Rodents. Chicago: University of Chicago Press.
- PAULA, C. M. D., VAZ, A. A., VAZ, A. A., PELIZARI, G. P., ROBAYO, H. M. S., GARCIA, T. D., ... & SMITH, W. S. (2017). Ocorrência de um molusco invasor (*Melanoides tuberculata*, Müller, 1774), em diferentes sistemas aquáticos da bacia hidrográfica do Rio Sorocaba, SP, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 12, 829-841.
- PAVAN, A. C., & MARROIG, G. (2016). Integrating multiple evidences in taxonomy: species diversity and phylogeny of mustached bats (Mormoopidae: Pteronotus). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 103, 184-198.
- PAVAN, A. C., & MARROIG, G. (2017). Timing and patterns of diversification in the Neotropical bat genus *Pteronotus* (Mormoopidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 108, 61-69.
- PAVAN, A. C., BOBROWIEC, P. E., & PERCEQUILLO, A. R. (2018). Geographic variation in a South American clade of mormoopid bats, *Pteronotus* (Phyllodia), with description of a new species. *Journal of Mammalogy*, 99(3), 624-645.
- PELOSO, P. L.; DE OLIVEIRA, R. M.; STURARO, M. J.; RODRIGUES, M. T.; LIMA-FILHO, G. R.; BITAR, Y. O.; ALEIXO, A. Phylogeny of map tree frogs, *Boana semilineata* species group, with a new Amazonian species (Anura: Hylidae). *South American Journal of Herpetology*, v. 13, n. 2, p. 150-169, 2018.
- PERACCHI, A. L., NOGUEIRA, M. R., & LIMA, I. P. (2011). Novos achegos à lista dos quirópteros do município de Linhares, estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Chiroptera Neotropical*, 17(1), 842-852.
- PERCEQUILLO, A. R.; BONVICINO, C. R.; BEZERRA, A. M. R.; RODRIGUES, A. C. L.; DELCIELLOS, A. C.; SOUZA, A. L. G. E.; NASCIMENTO, A. L. C. P.; LIMA, F. H. M.; PAISE, G.; GINÉ, G. A. F.; XIMENES, G. I.; OLIVEIRA, G. B. S.; GIÚDICE, G. M. L. D.; FERREIRA, H. E. M.; FERREIRA, H. F.; CHEREM, J. J.; OLIVEIRA, J. A.; PESSÔA, L. M.; COSTA, L. P.; PASSAMANI, M.; WEKSLER, M.; OLIVEIRA, M. V. B.; ALVAREZ, M. R. D. V.; GONÇALVES, P. R.; PINTO, P. C. E. A.; PARESQUE, R.; VILELA, R. V.; PAVAN, S. E. D.; SILVA, S. A. M.; FREITAS, T. R. O.; FERNANDES, T. B. S.; LEITE, Y. L. R. (2024). *Sylvilagus brasiliensis* (Linnaeus, 1758). Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2025.
- PEREIRA, M., & GARÓFALO, C. A. (2010). Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha. *Oecologia Australis*, 14(1), 193-209.
- PEREIRA, MÁRCIO; GARÓFALO, CARLOS ALBERTO. Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha. *Oecologia Australis*, v. 14, n. 1, p. 193-209, 2010.
- PÉREZ, G.R. (1988). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Bogotá, Fondo Fen Colombia, Colciencias/Universidad de Antioquia, 217 p.

LD DA @ 20 20 92 06-20 GC PM



PERRI V. F. ; CRUZ, C. ; PITELLI, R. A. Toxicidade aguda do sulfato de cobre e do extrato aquoso de folhas secas de nim para o caramujo (*Pomacea canaliculata*). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 30, n. 2, p.179-184, 2008.

PERUZZOLO, M. C., DA CRUZ, B. C. F., & RONQUI, L. (2019). Polinização e produtividade do café no Brasil. *Pubvet*, 13, 152.

PES, A.M.O.; HAMADA, N.; NESSIMIAN, J.L. (2005). Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 181(1995): 181–204.

PETERSON, R. L. (1965). A review of the flat-headed bats of the family Molossidae from South America and Africa. *Life Sciences Contributions, Royal Ontario Museum*, 64, 1–62

PIELOU EC (1997) *Mathematical ecology*. Wiley, New York

PIERETTI, N., DUARTE, M. H. L., SOUSA-LIMA, R. S., RODRIGUES, M., YOUNG, R. J., & FARINA, A. (2015). Determining temporal sampling schemes for passive acoustic studies in different tropical ecosystems. *Tropical Conservation Science*, 8(1), 215-234.

PILLAR, V.P. (2004). Suficiência amostral em estudos limnológicos. In: Bicudo, C. & D. Bicudo. *Amostragem em Limnologia*. Editora RiMa.

PILO, L. B., CALUX, A., SCHERER, R., & BERNARD, E. (2023). Bats as ecosystem engineers in iron ore caves in the Carajás National Forest, Brazilian Amazonia. *PLoS One*, 18(5), e0267870.

PIMENTA, B. V. S.; COSTA, D.; MURTA-FONSECA, R.; PEZUTTI, T. *Anfíbios: Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro, Dom Joaquim: Minas Gerais*. Belo Horizonte, MG: Bicho do Mato, 2014.

PIMENTEL, N. T., DA ROCHA, P. A., PEDROSO, M. A., & BERNARD, E. (2022). Estimates of insect consumption and guano input in bat caves in Brazil. *Mammal Research*, 67(3), 355-366.

PINTO, A. P. Odonata. In: *Catálogo taxonômico da fauna do Brasil*. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/171>. Acesso em: 11 out. 2024.

PINTO, T.J.S. (2018). Macroinvertebrados como bioindicadores em riacho tropical: uma avaliação de impactos por sedimentação, rompimento de barragem e de recuperação após medidas de restauração. *Dissertação*. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

PLATNICK NI (1991) Patterns of biodiversity: tropical vs. temperate. *Journal of Natural History* 25: 1083-1088

PODRABSKY, J. E., & HAND, S. C. (2015). Physiological strategies during animal diapause: Lessons from brine shrimp and annual killifish. *Journal of Experimental Biology*, 218(12), 1897–1906.

PODRABSKY, J. E., CARPENTER, J. F., & HAND, S. C. (2001). Survival of water stress in annual fish embryos: dehydration avoidance and egg envelope amyloid fibers. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 280(1), R123-R131.

POKORNY, T., LOOSE, D., DYKER, G., QUEZADA-EUÁN, J.J.G., ELTZ, T. (2015). Dispersal ability of male orchid bees and direct evidence for long-range flights. *Apidologie*, 46, 224-237. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0317-y>

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC 7m



PONTES, F. H. G., & DE OLIVEIRA BRINGEL, F. (2021). Para quem é a proteção ambiental? Disputas territoriais entre a Vale e comunidades camponesas: O caso da APA do Rio Gelado em Carajás (PA). *AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política*, 3(2), 330-359.

PORTARIA MMA Nº 148, DE 7 DE JUNHO DE 2022 - DOU

Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. Disponível em <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/aves-silvestres/arquivos/portaria-148-2022.pdf>>.

POWELL, AH. and POWELL, GVN., 1987. Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. *Biotropica*, vol. 19, p. 176-179. <http://dx.doi.org/10.2307/2388742> » <http://dx.doi.org/10.2307/2388742>.

PPG I (2016) A Community-Derived Classification for Extant Lycophytes and Ferns. *Journal of Systematics and Evolution*, 54, 563-603.

PRATES, I., ANTONIAZZI, M. M., SCIANI, J. M., PIMENTA, D. C., TOLEDO, L. F., HADDAD, C. F. B., & JARED, C. (2012). Skin glands, poison and mimicry in dendrobatid and leptodactylid amphibians. *Journal of Morphology*, 273, 279-290.

PRIST, P. R., SILVA, M. X., & PAPI, B. (2020). Guia de rastros de mamíferos neotropicais de médio e grande porte. P. R. Prist (Org.). São Paulo: Fólio Digital.

PRODES. 2019. Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Projeto MapBiomias, 2024 – Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acessado em 15/05/2024.

PRUDENTE, A. L. C.; DA SILVA, F. M. Censo da Biodiversidade da Amazônia Brasileira - MPEG: Serpentes. 2017. Disponível em: <http://www.museugoeldi.br/censo/>. Acesso em: 29 set. 2024.

PRUDENTE, A. L. C.; SARMENTO, J. F. M.; AVILA-PIRES, T. C.; MASCHIO, G.; STURARO, M. J. How much do we know about the diversity of Squamata (Reptilia) in the most degraded region of Amazonia? *South American Journal of Herpetology*, v. 13, n. 2, p. 117-130, 2018.

PURSE, B. V., CARPENTER, S., VENTER, G. J., BELLIS, G., & MULLENS, B. A. (2015). Bionomics of temperate and tropical Culicoides midges: knowledge gaps and consequences for transmission of Culicoides-borne viruses. *Annual review of entomology*, 60(1), 373-392.

QUINN, P.J.; MARKEY, B.K.; LEONARD, F.C.; FITZPATRICK, E.S.; FANNING, S.; HARTIGAN, P.J. *Veterinary Microbiology and Microbial Disease*. 2.ed. Oxford: Blackwell Science Ltd., 2011. 1231p

Rabinowitz, D. (2014). Seven Forms of Rarity (1981). *Foundations of Macroecology: Classic Papers with Commentaries*, 480.

RAHEL F. J. Homogenization of fish faunas across the United States. *Science* vol. 288, p. 854-856, 2000

RAHEL, F.J. 2007. Biogeographic barriers, connectivity and homogenization of freshwater faunas: it's a small world after all. *Freshwater Biol.* v. 52, p. 696-710.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



RAMIREZ, S. R.; ROUBIK, D. W.; SKOV, C.; PIERCE, N. E. Phylogeny, diversification patterns and historical biogeography of Euglossine orchid bees (Hymenoptera: Apidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 100, p. 552 – 572, 2010.

RAMOS, T. P. A.; RAMOS, R. T. C.; RAMOS, S. A. Q. A. Ichthyofauna of the Parnaíba river Basin, Northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, v. 14, n. 1, p. e20130039, 2014.

RAWAT, I.; RANJITH, K.R.; MUTANDA, F.B.T. Biodiesel from microalgae: a critical evaluation from laboratory to large scale production. *Appl Energy*, v.103, p.444–467, 2013.

RAYOL, Breno Pinto. Análise florística e estrutural da vegetação xerofítica das savanas metalófilas na floresta nacional de Carajás: subsídios à conservação. 2006. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Botânica Tropical) - Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2006.

REAL-LUNA, N., RIVERA-HERNÁNDEZ, J. E., ALCÁNTARA-SALINAS, G., ROJAS-MALAVASI, G., MORALES-VARGAS, A. P., & PÉREZ-SATO, J. A. (2022). Las abejas sin aguijón (Tribu Meliponini) en los agroecosistemas de América Latina. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(2), 331-344.

REID, J.W. (1985). Calanoid copepods (Diaptomidae) from coastal lakes, State of Rio de Janeiro, Brazil. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 98(3):574-590.

REIS N. R., M. L. S. BARBIERI, I. P. LIMA & A. L. PERACCHI. 2003. O que é melhor para manter a riqueza de espécies de morcegos (Mammalia, Chiroptera): um fragmento florestal grande ou vários fragmentos de pequeno tamanho? *Revista Brasileira de Zoologia* 20: 225-230.

REIS, C. T. M. D.; DE SOUZA RIBEIRO, O. Amazônia: responsabilidade sobre o mundo. *Revista Eletrônica Mutações*, v. 5, n. 9, p. 45-61, 2014.

REIS, N. R., BARBIERI, M. L. S., LIMA, I. P. & PERACCHI, A. L. (2003). O que é melhor para manter a riqueza de espécies de morcegos (Mammalia, Chiroptera): um fragmento florestal grande ou vários fragmentos de pequeno tamanho? *Revista Brasileira de Zoologia*, 20, 225–230.

REIS, N. R., LIMA, I. P. & MIRETZKI, M. (2008). Morcegos do Paraná. In REIS, N. R., PERACCHI, A. L. & SANTOS, G. A. S. D. (Eds.), *Ecologia de morcegos* (pp. 143–148). Nélío Roberto dos Reis.

REIS, N. R., PERACCHI, A. L., PEDRO, W. A. & LIMA, I. P. (2007). *Morcegos do Brasil*. Londrina.

REIS, N. R., PERACCHI, A. L., PEDRO, W. A., & LIMA, I. P. (2011). *Mamíferos do Brasil*. Curitiba: Editora UFPR.

REIS, N.R., PERACCHI, A.L., BATISTA, C.B. LIMA, I.P. PEREIRA, A.D. 2017. História natural do Morcegos Brasileiros. Technical Books Editora, Rio de Janeiro, p.416.

RESOLUÇÃO Nº 54, DE 24 DE OUTUBRO DE 2007. Disponível em <<https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/normas/view/375>>

REY, J. R., O CONNELL, S., SUÁREZ, S., MENÉNDEZ, Z., LOUNIBOS, L. P., & BYER, G. (2004). Laboratory and field studies of *Macrocyclus albidus* (Crustacea: Copepoda) for biological control of mosquitoes in artificial containers in a subtropical environment. *Journal of Vector Ecology*, 29, 124-134.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



REYNOLDS, C.S. 2006. ecology of Phytoplankton, Cambridge University Press, Cambridge, UK. 535p., <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511542145>

RIBEIRO, A. D. et al. A relação entre roedores e a transmissão do Trypanosoma cruzi na Amazônia brasileira. Journal of Parasitology Research, v. 2020, p. 1-8, 2020.

Ribeiro, J.F.; Walter, B.M.T. 2021. Bioma Cerrado: Campo Rupestre. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-cerrado/vegetacao/campestre/campo-rupestre>. Acessado em: 16/05/2024

Ribeiro, R. J. et al. 1999. Estudo fitossociológico nas regiões de Carajás e Marabá-Pará, Brasil. Acta Amazônica, v. 29, n. 2, p. 207-222.

RIBEIRO-JÚNIOR, M. A. Catalogue of distribution of lizards (Reptilia: Squamata) from the Brazilian Amazonia. I. Dactyloidae, Hoplocercidae, Iguanidae, Leiosauridae, Polychrotidae, Tropicuridae. Zootaxa, v. 3983, n. 1, p. 1-110, 2015.

RIBEIRO-JÚNIOR, M. A.; AMARAL, S. Catalogue of distribution of lizards (Reptilia: Squamata) from the Brazilian Amazonia. IV. Alopoglossidae, Gymnophthalmidae. Zootaxa, v. 4269, n. 2, p. 151-196, 2017.

RIBEIRO-JÚNIOR, M., & AMARAL, S. (2016). Diversity, distribution, and conservation of lizards (Reptilia: Squamata) in the Brazilian Amazonia. Neotropical Biodiversity, 2(1), 195-421.

Rizzini, A., & Dondi, L. (1979). Messinian evolution of the Po basin and its economic implications (hydrocarbons). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 29, 41-74.

ROACH, A.C.; JONES, A.R.; MURRAY, A. (2001). Using benthic recruitment to assess the significance of contaminated sediments: the influence of taxonomic resolution. Environmental Pollution 112: 131–143.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G. Occurrence and distribution of the exotic lizard Hemidactylus mabouia Moreau de Jonnés, 1818 in Ilha Grande, RJ, Brazil. Brazilian Journal of Biology, v. 71, n. 2, p. 447-450, 2011.

ROCHA, CFD., HATANO, FH., VRCIBRADIC, D.; VAN SLUYS, M., (2008). Frog species richness, composition and β -diversity in costal Brazilian restinga habitats. Brazilian Journal of Biology, vol. 68, no. 1, p. 101-107. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000100014>.

ROCHA, S. F., MORAIS, M. C. B., & BRITO, S. L. Biota Aquática - Floresta Nacional de Carajás. In: Barbosa, E. F. et al. (orgs.). Fauna da Floresta Nacional de Carajás - Serra Norte. Belo Horizonte: Gaia Cultural – Cultura e Meio Ambiente, 2020. p. 226-251.

ROCHA, V. M.; CORREIA, F. W.; FIALHO, E. S. A Amazônia frente às mudanças no uso da terra e do clima global e a importância das áreas protegidas na mitigação dos impactos: um estudo de modelagem numérica da atmosfera. Acta Geográfica, p. 31-48, 2012.

RODRIGUES, J. A., & GIUDICE, D. S. (2011). A pesca marítima artesanal como principal atividade socioeconômica: o caso de Conceição de Vera Cruz, BA. Cadernos do Logepa, 6(2), 115-139.

RODRIGUES, M. T. U. The conservation of Brazilian reptiles: challenges for a megadiverse country. Conservation Biology, v. 6, p. 659-664, 2005.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



- ROONEY, N.; KALFF, J. Inter-annual variation in submerged macrophyte community biomass and distribution: the influence of temperature and lake morphometry. *Aquat. Bot.*, v. 68, p. 321-335, 2000.
- ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. (1993). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall, 488 p.
- ROSSETI, D. F.; VALERIANO, M. M. Evolution of the lowest amazon basin modeled from the integration of geological and SRTM topographic data. *Catena*, v. 70, n. 2, p. 253-265, 2007.
- ROUBIK, D. W. Population Traits and a Female Perspective for Aglae and Exaerete, Tropical Bee Parasites (Hymenoptera, Apinae: Euglossini). *Psyche: A Journal of Entomology*, v. 2019, p. 1 – 9, 2019.
- ROUBIK, D.W; HANSON, P.E. *Abejas de Orquídeas de la América Tropical: Biología Y Guía de Campo*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Heredia, Costa Rica, 2004. 370 pp.
- ROXO, F.F., SILVA, G.S.C., OCHOA, L.E., ZAWADZKI, C.H., 2017. Description of a new species of *Gymnotocinclus* from the rio Tocantins basin with phylogenetic analysis of the subfamily Hypoptopomatinae (Siluriformes: Loricariidae). *Zootaxa* 4268 (3), 337–359. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4268.3.2>.
- RUMIZ, D., BORON, V., RIVERA-BRUSATIN, A., HOLZMANN, A., PAYAN-GARRIDO, E., GASPAIRINI-MORATO, R. L., PAULA, R. C., MORATO, R.G., FERREIRA, J.M., FELICIANI, F., FOSTER, V. C., REGINATO, T., KOTZ, A., OLIVEIRA, T. G., BARROS, Y. M. 2022. Guia de identificação de partes de felinos, Brasil. ICMBio, 116 pgs.
- RUTTNER-KOLISKO, A. (1974). Plankton rotifers; Biology and taxonomy. *Die Binnengewässer* 26 (1):1-146.
- Rylands, A. B., Pinto, L. P. S., 1998. *Conservação da Diversidade da Amazônia Brasileira: uma análise do sistema de conservação*. Cadernos FBDS. Vol. 1. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável.
- SABINO, J. & CASTRO, R. M. C. 1990. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). *Revista Brasileira de Biologia* 50(1):23-36
- SABINO, J.; ZUANON, J.A. A 1989 stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 8:201- 210.
- SAHOO, P. K. et al. Limnological characteristics and planktonic diversity of five tropical upland lakes from Brazilian Amazon. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 53, 467-483, 2017.
- SALLES, F.F.; DA-SILVA, E.R.; HUBBARD, M.D.; SERRÃO, J.E. (2004). As espécies de Ephemeroptera (Insecta) registradas para o Brasil. *Biota Neotropica*, 4, 1-34.
- SALLES, F.F.; LIMA, M.M. (2014). Chave interativa para identificação dos gêneros de Leptophlebiidae (Ephemeroptera) registrados para o Brasil, <http://www.ephemeroptera.com.br>.
- Salomão, R. P., Brienza Júnior, S., & Santana, A. C. (2012). Análise da florística e estrutura de floresta primária visando a seleção de espécies-chave, através de análise multivariada, para a restauração de áreas mineradas em unidades de conservação. *Revista Árvore*, 36, 989-1008.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



SAMPAIO, E. M., KALKO, E. K., BERNARD, E., RODRÍGUEZ-HERRERA, B., & HANDLEY, C. O. (2003). A biodiversity assessment of bats (Chiroptera) in a tropical lowland rainforest of Central Amazonia, including methodological and conservation considerations. *Studies on Neotropical fauna and environment*, 38(1), 17-31.

Santana, A. C., Santos, M. A. S., & Oliveira, C. M. estimacão do valor econômico e da margem de comercialização da madeira em tora do Estado do Pará. Relatório de pesquisa, 35. Universidade Federal Rural da Amazônia, 2010.

SANTANA, D.; SÃO-PEDRO, V. A.; BERNARDE, P. S.; FEIO, R. N. Descrição do canto de anúncio e dimorfismo sexual em *Proceratophrys concavitympanum* Giaretta, Bernarde & Kokubum, 2000. *Papéis Avulsos de Zoologia São Paulo*, v. 50, n. 11, p. 167-174, 2010.

SANTOS, A. J. S. (2003). Estimativas de riqueza em espécies. In L. Cullen Jr, C. Valdares-Padua, & R. Rudran (Eds.), *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre* (pp. 19-41). UFPR, Fundação O Boticário.

SANTOS, E.C.; MIELKE, O.H.H. & CASAGRANDE, M.M. 2008. Butterfly inventories in Brazil: the state of the art and the priority-areas model for research aiming at conservation. *Natureza & Conservação*, 6:178-200.

SANTOS, G. M. et al. Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí. Brasília: Eletronorte, 2004.

SANTOS, G. M.; JÉGU, M.; MÉRONA, B. Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins. Manaus: Eletronorte/INPA, 1984.

SANTOS, I. M.; CALADO, D. 2014. Captura de mosquitos antropofílicos (Diptera: Culicidae) em uma área urbana da região oeste da Bahia, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*. Porto Alegre. 104 (1): 32-38.

SANTOS, J. F. L., NASCIMENTO, B. O., BARTOLETTE, RENATA, CARVALHO, F. R., OLIVEIRA, C. L. C., BRITO, M. F. G. 2017. Dimorfismo sexual secundário em *Hemigrammus marginatus* (Characiformes: Characidae). In: XXII Encontro Brasileiro de Ictiologia, 2017, Porto Seguro. XXII Encontro Brasileiro de Ictiologia.

SANTOS, J. P., MARINI-FILHO, O. J., FREITAS, A. V. L., & UEHARA PRADO, M. (2016). Monitoramento de Borboletas: o Papel de um Indicador Biológico na Gestão de Unidades de Conservação. *Biodiversidade Brasileira*, (1), 87-99. Biodiversidade Brasileira.

SANTOS, L. G., ROMAN, B. E., DOS SANTOS, N. G., MARTINS, H. L., DA SILVA MARTINS, E., & MILLAN, R. N. (2023). Effect of pig farming effluents on limnological parameters and phytoplankton composition. *Acta Biológica Colombiana*, 28(3), 428.

SANTOS, N. L. D., MONTEIRO, F. O. B., & HATANO, F. M. (2014). Comunidade de quirópteros na floresta nacional de Carajás, Estado do Pará-Brasil.

SANTOS, S. B. et al. Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil. In: Mansur, M. C. D. et al. (eds.). *Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle*. Porto Alegre: Redes Editora, 2012. p. 25-49.

SARBU, A.; CRISTOFOR, S. High competitive submerged macrophytes in the lower Danube floodplain and desta. In: MONTEIRO, A.; VASCONCELOS, T.; CATARINO, L. Management and ecology of aquatic plants. In: EWRS INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AQUATIC WEEDS, 10, 1998, Proceedings... Lisbon: APRH, 1998. p.119-122.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



SCHAEFER, C. E. G. R., F. N. B. SIMAS, B. A. F. MENDONÇA, A. S. SABOYA, W. G. FERREIRA JÚNIOR, J. A. NUNES & G. R. CORREA, 2008. Geodiversidade dos ambientes de canga na região de Carajás – Pará: 1-75. Relatório Técnico. Vale do Rio Doce, Belém.

Schilling, A. C., & Batista, J. L. F. (2008). Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. *Brazilian Journal of Botany*, 31, 179-187.

SCHOWALTER, T. D., NORIEGA, J. A., & TSCHARNTKE, T. (2018). Insect effects on ecosystem services—Introduction. *Basic and Applied Ecology*, 26, 1-7.

Schulze, M., Grogan, J., Uhl, C., Lentini, M., Vidal, E., 2008. Evaluating ipê (*Tabebuia*, Bignoniaceae) logging in Amazonia: Sustainable management or catalyst for forest degradation? *Biol Conserv* 141: 2071–2085.

SECCO, Ricardo de Souza; MESQUITA, Antônio L. Notas sobre a vegetação de Canga da Serra Norte - I. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Nova Série Botânica, Belém, n. 59, p. 1-13, jan. 1983.

SECTAM. (2004). Macrozoneamento ecológico-econômico do Estado do Pará. Belém: Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente - SECTAM, 2004. 132p.

SEGALLA, M. G.; BERNECK, B.; CANEDO, C.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GARCIA, P. C. A.; et al. List of Brazilian amphibians. *Herpetologia Brasileira*, v. 10, n. 1, p. 121-216, 2021.

SEGERS, H. (1995). Rotifera 2. The Lecanidae (Monogononta). Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 6. (HJ Dumont, T. Nogrady, eds). SPB Academic Publishing BV., 226 p.

SEGURA, M. N. O., & CASTRO, F. C. Atlas de Culicídeos na Amazônia brasileira: características específicas de insetos hematófagos da família Culicidae. Belém; Instituto Evandro Chagas; 2007. 67p.

SEGURA, M.O.; VALENTE-NETO, F.; FONSECA-GESSNER, A.A. (2011). Chave de famílias de coleoptera aquáticos (Insecta) do estado de são paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 11, 393-412.

SEKERCIOGLU, C. H. Ecological significance of bird populations. *Handbook of the Birds of the World*, v. 11, p. 15-51, 2006.

SEKIAMA, M. L. (2003). Um estudo sobre quirópteros (Chiroptera: Mammalia) abordando ocorrência e capturas, aspectos reprodutivos, dieta e dispersão de sementes no Parque Nacional do Iguaçu, PR, Brasil (Doctoral dissertation, Ph. D. Thesis, Federal University Parana, Curitiba, Parana, Brazil).

SENDACZ, S.; KUBO, E. (1982). Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de reservatórios do Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 9: 51-189.

SGS. Ensaio de identificação da composição de macroinvertebrados bentônicos e zooplâncton, Mina de Ferro, Serra dos Carajás - Parauapebas, PA. 2022.

SGS. Ensaio de identificação da composição de macroinvertebrados bentônicos e zooplâncton, Mina de Ferro, Serra dos Carajás - Parauapebas, PA. 2023.

SHANNON, C.E. & WEAVER, W. (1949): A Mathematical Model of Communication. Urbana, IL: University of Illinois Press.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



SHIMANO, Y.; CABETTE, H.S.; SALLES, F.F.; JUEN, L. (2010). Composição e distribuição da fauna de Ephemeroptera (Insecta) em área de transição Cerrado-Amazônia, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, 100, 301-308.

SHIMANO, Y.; CARDOSO, M.; JUEN, L. (2018). Ecological studies of mayflies (Insecta, Ephemeroptera): Can sampling effort be reduced without losing essential taxonomic and ecological information? *Acta Amazonica*, 48, 137-145.

SHIMANO, Y.; JUEN, L. (2016). How oil palm cultivation is affecting mayfly assemblages in Amazon streams. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 52, pp. 35-45). EDP Sciences.

SHIMANO, Y.; JUEN, L.; SALLES, F.F.; NOGUEIRA, D.S.; CABETTE, H.S.R. (2013). Environmental and spatial processes determining Ephemeroptera (Insecta) structures in tropical streams. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 49; No. 1; pp. 31-41). EDP Sciences.

SIBINELLI, V. (2005). Mão-pelada, o simpático caipira mascarado. *Revista Terra da Gente*, ano 2, n. 19, nov. 2005. Fauna brasileira, p. 36-41.

SICK, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro. Ed. Nova Fronteira, 912p.

SIGRIST, T. 2013. *Guia de Campo Avis Brasilis: Avifauna Brasileira*. São Paulo. Avis Brasilis. 592 pg.

SILVA, A. A. A.; BERNARDI, A. J. R. Estudo da herpetofauna do litoral amazônico na mesorregião do nordeste paraense. In: *IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, Salvador, Bahia, 2013.

SILVA, A. A. et al. Esquistossomose em regiões endêmicas do Pará: dados epidemiológicos e medidas de controle. *Revista de Saúde Pública*, v. 52, n. 3, p. 1-9, 2018.

SILVA, C. L. C. et al. Potential of magnesium oxide production from saline effluent from marine salt production in the municipality of Grossos / RN. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 10, n. 3, p.1-72, 2017.

SILVA, D. A. et al. Análise da transmissão de zoonoses por *Nasua nasua* e *Mazama americana* em áreas urbanas. *Revista de Ecologia e Conservação*, v. 45, n. 3, p. 401-411, 2019.

SILVA, F. M.; MENKS, A. C.; PRUDENTE, A. L. C.; COSTA, J. C. L.; TRAVASSOS, A. E. M.; GALATTI, U. Squamate reptiles from Barcarena and surroundings, state of Pará, north of Brazil. *Check List*, v. 7, p. 220-226, 2011.

SILVA, F. V. A. D.; MONTEIRO, W. M.; BERNARDE, P. S. “Kambô” frog (*Phyllomedusa bicolor*): use in folk medicine and potential health risks. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 52, 2019.

SILVA, F.J., MATHIAS, L.A., MAGAJEVSKI, F.S., WERTHER, K., ASSIS, N.A. & GIRIO, R.J.S. 2010. Anticorpos contra *Leptospira* spp. em animais domésticos e silvestres presentes no campus universitário da FCAV, Unesp, Jaboticabal/ SP. *Ars Vet.* 26(1):17-25

SILVA, J. M. C.; J. M. BATES. 2002. Biogeographic patterns and conservation in South American cerrado: a tropical savana hotspot. *BioScience* 52: 225-233.

Silva, J. M; Rylands, A. B; Fonseca, G. A. B. O destino das áreas de endemismo na Amazônia. *Megadiversidade*. Belo Horizonte v. 1, n. 1, p.124-131, jul. 2005.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



SILVA, J.M.C. 1995. Biogeographic analysis of the South American Cerrado avifauna. *Steenstrupia* 21:49-67.

SILVA, L. A. D.; CARVALHO, P. S.; PEREIRA, E. A.; FADEL, R. M.; DANTAS, S. P.; BRANDÃO, R. A.; SANTANA, D. J. Richness, diversity patterns, and taxonomic notes of amphibians from the Tocantins state. *Biota Neotropica*, v. 20, n. 1, 2020.

SILVA, L. O. et al. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de cerrado no parque estadual da serra de Caldas Novas – GO. *Acta bot. bras.*, v.16, n.1, p. 43-53, 2002.

SILVA, M. A., MARVULO, M. F., MOTA, R. A., & SILVA, J. C. (2010). A importância da ordem Ciconiiformes na cadeia epidemiológica de *Salmonella* spp. para a saúde pública e a conservação da diversidade biológica. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 30, 573-580.

SILVA, M. F. F. D.; Rosa, N. D. A. (1989). Análise do estrato arbóreo da vegetação sobre jazidas de cobre na Serra dos Carajás.

SILVA, N. J. Jr.; PIRES, M. G.; FEITOSA, D. T. Diversidade das cobras-corais do Brasil. In: SILVA, N. J. Jr. (Ed.). *As Cobras-Corais do Brasil: Biologia, Taxonomia e Envenenamentos*. Goiânia: PUC Goiás, 2016. p. 78-167.

SILVEIRA, M.P. 2004. Aplicação do biomonitoramento para a avaliação da qualidade da água em rios. *Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente*.

SIMBERLOFF, D. (2003). Confronting introduced species: a form of xenophobia? *Biological Invasions*, 5, 179–192.

SIMBERLOFF, D. Confronting introduced species: a form of xenophobia? *Biological Invasion*, v. 5, p. 179-192, 2003.

SIMMONS, N. B. (2005). An Eocene big bang for bats. *Science*, 307(5709), 527-528.

SIMMONS, N. B., & VOSS, R. S. (1998). The mammals of Paracou, French Guiana, a Neotropical lowland rainforest fauna.

SIQUEIRA-GAY, J.; SONTER, L. J.; SÁNCHEZ, L. E. Exploring potential impacts of mining on forest loss and fragmentation within a biodiverse region of Brazil's northeastern Amazon. *Resources Policy*, v. 67, p. 101-662, 2020.

SIVIERO, M.C.B. (2012). Caracterização de micro-habitats do guaxinim (*Procyon cancrivorus*) em remanescentes de vegetação na região de Campinas, São Paulo (Mammalia: Carnivora).

SMITH, N. J. (1981). Caimans, capybaras, otters, manatees, and man in Amazonia. *Biological Conservation*, 19(3), 177-187.

SMITH, W. S. & PETRERE JR, M., 2007, Fish, Itupararanga reservoir Sorocaba river drainage, São Paulo, Brazil. *Check List*, 3: 131-136.

SMITH, W.S. et al. Fish, Sorocaba river sub basin, state of São Paulo, Brazil. *Check List*, Rio Claro, v. 3, n. 3, p. 282- 286, 2007

SOARES, A. B. et al. Diversidade de peixes na área de influência da barragem de Peixe Angical, antes e após a formação do reservatório. In: AGOSTINHO, C.S.; PELICICE, F.M.; MARQUES, E.E. (Eds).

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Reservatório de Peixe Angical: bases ecológicas para manejo da ictiofauna. Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, 2008. p.13-26.

SOMENZARI, M. et al. 2018. An overview of migratory birds in Brazil. Papéis Avulsos de

SOMENZARI, M., AMARAL, P. P. D., CUETO, V. R., GUARALDO, A. D. C., JAHN, A. E., LIMA, D. M., ... & WHITNEY, B. M. (2018). An overview of migratory birds in Brazil. Papéis Avulsos de Zoologia, 58, e20185803.

SORANNO, P.A.; CARPENTER, S.R.; HE, X. (1985). Zooplankton biomass and body size. Pp 172-188. In: S.R. Carpenter & F. Jitchell, (eds), The Trophic Cascade in Lakes. Cambridge Pergamon Press, London, 381p.

SOUSA, T. M. de. Diversidade funcional do fitoplâncton e processos ecossistêmicos de ambientes aquáticos tropicais. 2020. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Conservação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé.

SOUZA, D. Padrões de diversidade alfa e beta de macrófitas aquáticas em diferentes escalas espaciais no reservatório de Itaipu Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2000. 37 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Universidade Estadual de Maringá, 2000.

SOUZA, M. L.; BARROS, F. C. R. Comunidade perifítica e sua utilização como bioindicador na avaliação da qualidade da água. Revista Ambiente & Água, v. 10, n. 2, p. 328-339, 2015.

SOUZA, V. S. et al. O papel de *Cerdocyon thous* na transmissão de zoonoses. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, v. 39, n. 2, p. 75-82, 2017.

SPENCE, D. H. N. The zonation of plants in freshwater lakes. In: MacFADYEN, A.; FORD, E. D. Advances in ecological research London: Academic Press, 1982. p.37-125.

SPENCER, R. 1976. The ringer's manual. 2ª edição. The British Trust for Ornithology, Tring, 135p.

SPINDLER, G. (2013). Estabilidade da estatística R sob condições de desbalanceamento na ANOSIM.

STANKOVIĆ, I. et al. Crustacean plankton community (Crustacea: Copepoda and Cladocera) in gypsum karst lakes and their relation to abiotic parameters. Hydrobiologia, 666, 145-153, 2011.

Stehmann, J.R., Forzza, R.C., Salino, A., Sobral, M., Costa, D.P. & Kamino, L.H.Y. 2009. Plantas da Floresta Atlântica. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 505p.

STOTZ, D. F.; J. W. FITZPATRICK; T. A. PARKER III & D. K. MOSKOVITS. 1996. Neotropical birds: ecology and conservation. Chicago, The University of Chicago Press, 478p.

STRASKRABA, Vladimir; ABEL, John F. The differences in underground mines dewatering with the application of caving or backfilling mining methods. Mine Water and the Environment, v. 13, n. 2, p. 1-19, 1994.

STRAUBE, F.C.; BIANCONI, G.V. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. Chiroptera Neotropical, v. 8, n. 1-2, p. 150-152, 2014

STUART, S.; HOFFMANN, M.; COX, N.; BERRIDGE, R.; RAMANI, P.; YOUNG, B. (Eds.). Threatened Amphibians of the World. Barcelona: IUCN and Conservation International, 2008.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC 7m



SUAREZ, M. P. Guía fotográfica de los anfibios de la región de los yungas - Bolivia. Diversidad entre Pendientes, 134 p., 2015.

SUZUKI HI, AGOSTINHO AA, WINEMILLER KO (2000) Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loricariid catfishes of the Paraná River. Brazil. J Fish Biol 57:791-807. doi: 10.1111/j.1095-8649.2000.tb00275.x

TANECS, L.; LITTLEFAIR, E. Symptoms and treatment of acute conjunctivitis caused by skin secretions of veined tree frog (*Trachycephalus venulosus*). Wilderness & Environmental Medicine, v. 25, p. 486-487, 2014.

TANIWAKI, R. A comunidade perifítica e suas relações com a qualidade da água no reservatório de Itupararanga (SP, Brasil). 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba.

TAVARES, V. C., GREGORIN, R. & PERACCHI, A. L. (2008). Diversidade de morcegos no Brasil: lista atualizada com comentários sobre distribuição e taxonomia. In PACHECO, S. M., MARQUES, R. V. & ESBERARD, C. E. L. (Orgs.), Morcegos no Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação (pp. 25–58). Armazém Digital.

TAVARES, V.C., C.F.S. PALMUTI, R. GREGORIN; DORNAS, T.T. 2012. Morcegos. In: (F.D. Martins, A.F. Castilho, J. Campos, F.M. Hatano and S.G. Rolin, eds.) Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres. Nitro editorial, São Paulo, Brazil. pp. 162–179.

TEDESCO PA, PARADIS E, LÉVÊQUE C, HUGUENY B. 2017. Explaining global-scale diversification patterns in actinopterygian fishes. Journal of Biogeography 44: 773-783.

TEJEDOR, A. (2011). Systematics of funnel-eared bats (Chiroptera: Natalidae). Bulletin of the american Museum of natural History, 2011(353), 1-140.

TERBORGH, J.; ROBINSON, S. K.; PARKER III, T. A.; MUNN, C. A.; PIERPOINT, N. Structure and Organization of an Amazonian Forest Bird Community. Ecological Monographs, v. 60, p. 213-238, 1990.

TERRA (2017). Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Ferrovia Paraense S.A.

THAWORNWATTANA, Y., HUANG, J., FLOURI, T., MALLET, J., & YANG, Z. (2023). Inferring the direction of introgression using genomic sequence data. Molecular Biology and Evolution, 40(8), msad178.

The Angiosperm Phylogeny Group, M. W. Chase, M. J. M. Christenhusz, M. F. Fay, J. W. Byng, W. S. Judd, D. E. Soltis, D. J. Mabberley, A. N. Sennikov, P. S. Soltis, P. F. Stevens, An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV, Botanical Journal of the Linnean Society, Volume 181, Issue 1, May 2016, Pages 1–20, <https://doi.org/10.1111/boj.12385>

THIOLLAY, J. M. (1994). Structure, density and rarity in an Amazonian rainforest bird community. Journal of Tropical Ecology, 10, 449-481.

THOMAZ SM, GOMES BARBOSA L, DE SOUZA DUARTE MC, PANOSSO R (2020). The future of nature conservation in Brazil. Inland Waters 10:295–303. <https://doi.org/10.1080/20442041.2020.1750255>

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



THOMÉ, M. T. C., MARTINS, M., & BRASILEIRO, C. A. (2021). Higher diversity in open Cerrado supports the role of regional processes in shaping an anuran assemblage in southeastern Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 19(1), 1-7.

TOLEDO, L. F. (2009). Anfíbios como bioindicadores. *Bioindicadores da qualidade ambiental* (S. Neumann-Leitão & S. El-Dier, org.). Instituto Brasileiro Pró-Cidadania, Recife, 196-208.

TOLEDO-HERNÁNDEZ, E., PEÑA-CHORA, G., HERNANDEZ-VELAZQUEZ, V. M., LORMENDEZ, C. C., TORIBIO-JIMÉNEZ, J., ROMERO-RAMÍREZ, Y., & LEÓN-RODRÍGUEZ, R. (2022). The stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): a review of the current threats to their survival. *Apidologie*, 53(1), 8.

TRAJANO, E., & DA SILVA, S.S.P. (2024). Áreas e sítios importantes para a conservação de morcegos–AICOMs e SICOMs como estratégias para a conservação. *Biodiversidade Brasileira*, 14(4), 56-67.

TRIANANTAPHYLLOU, E. *Multi-criteria decision making methods: a comparative study*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

TRIPLEHORN, C. A., & JOHNSON, N. F. (2015). *Ordem Lepidoptera. Estudo dos insetos*. Cengage Learning, São Paulo, 545-610.

Tryon, R., & Tryon, A. F. (1982). Additional taxonomic and nomenclatural notes on ferns. *Rhodora*, 84(837), 125-130.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; KALLIOLA, R.; LINNA, A.; DANJOY, W.; RODRIGUEZ, Z. *Dissecting Amazonian Biodiversity*. Science, v. 269, p. 63-66, 1995.

UEHARA-PRADO, M. (2005). Effects of land use on ant species composition and diaspore removal in exotic grasslands in the Brazilian Pantanal (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 45(3), 915-923.

UEHARA-PRADO, M., BROWN JR, K.S.; FREITAS, A.V.L. (2007). Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape. *Global Ecology and Biogeography*, 16(1), 43-54.

UEHARA-PRADO, M., BROWN JR., K. S., FREITAS, A. V. L. 2005. Biological traits of frugivorous butterflies in a fragmented and a continuous landscape in the South Brazilian Atlantic Forest. *Journal of the Lepidopterist's Society*. 59 (2), p. 96-106.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA; PREFEITURA MUNICIPAL DE PARAUAPEBAS. (2014). *Análise de áreas potenciais à criação de unidades de conservação municipais no município de Parauapebas-PA*. [S. l.].

US-EPA. US Environmental Protection Agency (2002) *Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms*, 5th edn. EPA-821-R-02-012. Office of Research and Development, Washington DC

UTERMÖHL, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol*, Vol. 9. p. 1-38.

VACHER, J. P.; CHAVE, J.; FICETOLA, F. G.; SOMMERIA-KLEIN, G.; TAO, S.; THÉBAUD, C.; FOUQUET, A. Large-scale DNA-based survey of frogs in Amazonia suggests a vast underestimation of species richness and endemism. *Journal of Biogeography*, v. 47, n. 8, p. 1781-1791, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/jbi.13847>.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



Van der Pijl, L. (1982). Principles of dispersal. Berlin: SpringerVerlag.

VAN VLIET, N., MESA, M. P. Q., CRUZ-ANTIA, D., DE AQUINO, L. J. N., MORENO, J., & NASI, R. (2014). The uncovered volumes of bushmeat commercialized in the Amazonian trifrontier between Colombia, Peru & Brazil. *Ethnobiology and Conservation*, 3.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J.R. & CUSHING, C. E. 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130-137.

VANZOLINI, P. E.; WILLIAMS, E. E. South American anoles: the geographic differentiation and evolution of the *Anolis chrysolepis* species group (Sauria, Iguanidae). *Arquivos de Zoologia*, v. 19, p. 1-298, 1970.

VAZZOLER, A.E.A. de M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: NUPELIA, 1996. 169p.

VECHIO, F.; RECORDER, R.; RODRIGUES, M. T.; ZAHER, H. The herpetofauna of the Estação Ecológica de Uruçuí-Una, state of Piauí, Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 53, n. 16, p. 225-243, 2013.

VELAZCO, P. M., & PATTERSON, B. D. (2008). Phylogenetics and biogeography of the broad-nosed bats, genus *Platyrrhinus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 49(3), 749-759.

VELAZCO, P. M., GARDNER, A. L., & PATTERSON, B. D. (2010). Systematics of the *Platyrrhinus helleri* species complex (Chiroptera: Phyllostomidae), with descriptions of two new species. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 159(3), 785-812.

Veloso, H.; Rangel A.L.R; Lima, J.C.A. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991. VENDORUSCOLO, M. S.; BIASI, C. RESTELLO, R. M.; UBIRATAN, H. L. Efeito de metais Cobre sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em riachos do sul do Brasil. *Acta scientiarum. Biological sciences*, v. 30, n. 3, p.283-289, 2008.

VENERE, P. C.; GARUTTI, V. *Peixes do Cerrado: Parque Estadual da Serra Azul, rio Araguaia, MT*. São Carlos: RiMa/FAPEMAT, 2011.

VIEIRA, E. M., & MONTEIRO-FILHO, E. L. (2003). Vertical stratification of small mammals in the Atlantic rain forest of south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 19(5), 501-507.

VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J. M. C. D.; TOLEDO, P. M. D. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. *Estudos Avançados*, v. 19, n. 54, p. 153-164, 2005.

VELLIARD, J. M. E.; ALMEIDA, M. E. C.; ANJOS, L. & SILVA, W.R. 2010. Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o índice pontual de abundância (IPA). P. 45-60. In: Von Matter, S.; Straube, F.C.; Accordi, I.A.; Piacentini, V.Q.; Cândido-Jr, J.F. (org.). *Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnica de pesquisa e levantamento*. Rio de Janeiro, Technical Books Editora, 516p.

VILLALOBOS, M. J., & GONZÁLEZ, E. J. (2006). Estudios sobre la biología y ecología de *Ceriodaphnia cornuta* SARS: Una revisión. *Interciencia*, 31(5), 351-357.

VILLALOBOS, M. J.; GONZÁLEZ, E. J. (2006). Estudios sobre la biología y ecología de *Ceriodaphnia cornuta* SARS: Una revisión. *Interciencia*, 31(5), 351-357.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



VITT, L. J.; SHEPARD, D. B.; VIEIRA, G. H. C.; CALDWELL, J. P.; COLLI, G. R.; MESQUITA, D. O. Ecology of *Anolis nitens brasiliensis* in cerrado woodlands of Cantão. *Copeia*, v. 2008, p. 144-153, 2008.

VITT, L.; MAGNUSSON, W. E.; ÁVILA-PIRES, T. C.; LIMA, A. P. Guia de Lagartos da Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central. Manaus: Átemma, 175 p., 2008.

VIZOTTO, L. D., & TADDEI, V. A. (1973). Chave para determinação de quirópteros brasileiros.

WAGNER, P.; KÖHLER, J.; SCHMITZ, A.; BÖHME, W. The biogeographical assignment of a west Kenyan rain forest remnant: further evidence from analysis of its reptile fauna. *Journal of Biogeography*, v. 35, p. 1349-1361, 2008.

WALLACE, R. L. et al. Rotifera Part 1: Biology, Ecology and Systematics. In: Dumont, H. J. F. (ed.). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Hague: Kenobi Production and Backhuys Publishers, 2006. v. 23, p. 299.

WANDSCHEER, A.C.D.; BAUMART, J.S.; MARCHESAN, E.; SANTOS, S.; AVILA, L.A.; SOARES, C.F.; PIRES, M.M. (2016). Suficiência amostral para estudos de impacto ambiental sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em arrozais irrigados. *Ciência Rural* 46(1), 26-29.

WELLS, K. D. (2010). The ecology and behavior of amphibians. University of Chicago Press.

WETZEL, R. G. Limnology. New York: Academic Press, 2001.

WIENS, J. & DONOGHUE, M. J. Historical biogeography, ecology and species richness. *Trends in Ecology & Evolution*, 19, 639–644, 2004.

WIKELSKI, M.; MOXLEY, J.; EATON-MORDAS, A.; LÓPEZ-URIBE, M.M.; HOLLAND, R.; MOSKOWITZ, D.; ROUBIK, D.W.; KAYS, R. 2010. Large-Range Movements of Neotropical Orchid Bees Observed via Radio Telemetry. *PlosOne*, 5: 1-6.

WIKIAVES. (2024). Wikiaves, a enciclopédia das aves do Brasil. Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br>. Acesso em: 14 de outubro de 2024.

WILSON, E. O. A situação atual da diversidade biológica. In: WILSON, E. O.; PETER, F. M. (ed.). Biodiversidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, p. 3-24, 1997.

WINKLER, DW, SM BILLERMAN E IJ LOVETTE. 2020. Tanagers and Allies (Thraupidae), versão 1.0. Em *Birds of the World* (SM Billerman, BK Keeney, PG Rodewald e TS Schulenberg, Editores). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, EUA. <https://doi.org/10.2173/bow.thraup2.01>. Acesso em: 14 de out. de 2024.

WSP. (2023). Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Projeto Ferro Sul. WSP.

YOUNG, B. E.; LIPS, K. R.; REASER, J. K.; IBÁÑEZ, R.; SALAS, A. W.; CEDEÑO, J. R.; ... ROMO, D. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology*, v. 15, n. 5, p. 1213-1223, 2001.

YURRITA, C. L., ORTEGA-HUERTA, M. A., & AYALA, R. (2017). Distributional analysis of *Melipona stingless* bees (Apidae: Meliponini) in Central America and Mexico: setting baseline information for their conservation. *Apidologie*, 48, 247-258.

12 DA @ 20 20 92 01-20 GC 7m



ZAMORA-GUTIERREZ, V., & ORTEGA, J. (2020). *Lichonycteris obscura* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Mammalian Species*, 52(999), 165-172.

ZELENY, M. *Multiple criteria decision making*. New York: McGraw-Hill, 1982.

ZHOU, Q.; ZHANG, J.; FU, J.; SHI, J.; JIANG, G. (2008). Biomonitoring: An appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. *Analytica Chimica Acta*. 606(2):135-50.

10 DA @ 20 20 92 01-20 GC PM



clam.com.br