



Estudo de Impacto Ambiental - **EIA**

MINA DO ALEMÃO

Parauapebas - **Pará**

VOLUME V - TEXTO

RT-019_089-515-5012_00-J

Junho de 2010

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

MINA DO ALEMÃO

VOLUME V - TEXTO

Elaborado para:

*Vale
Belo Horizonte - MG*

Elaborado por:

*GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA.
Belo Horizonte - MG*

Distribuição:

07 Vias – Vale S.A.

01 Via – Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda.

Junho, 2010

RT-019_089-515-5012_00-J

APRESENTAÇÃO.....	a
ATENDIMENTO AO TERMO DE REFERÊNCIA DO IBAMA.....	b

SUMÁRIO

VOLUME I

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. DADOS DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA DE CONSULTORIA.....	2
2.1 Dados de Identificação do Empreendedor.....	2
2.2 Dados de Identificação da Empresa de Consultoria Responsável pelo EIA/RIMA.....	3
3. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS.....	3
4. INSTALAÇÕES DA MINA DO IGARAPÉ BAHIA.....	6
5. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS DO EMPREENDIMENTO	
6. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	11
6.1 Histórico	11
6.2. Alternativas Tecnológicas e Locacionais	12
6.2.1 Alternativas Tecnológicas	12
6.2.2 Alternativas locacionais	25
6.3 Descrição do Empreendimento.....	42
6.3.1 Etapa de Planejamento	45
6.3.2 Etapa de Implantação	45
6.3.3 Etapa de Operação.....	117
6.3.4 Etapa de fechamento	191
7. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E MINERÁRIA APLICÁVEL	194
7.1 Listagem descritiva da Legislação Federal e Estadual relacionada direta ou indiretamente ao Projeto.....	194
7.1.1 Legislação Federal.....	194
7.1.2 Legislação Estadual.....	199
7.1.3 Legislação Municipal (município de Parauapebas):	200
7.2 Legislação Mineral	200
7.3 Legislação Ambiental.....	203
7.3.1 Padrões de Emissão e de Qualidade Ambiental	203
7.3.2 Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos	207
7.3.3 Instrumentos de Gestão do Patrimônio Espeleológico.....	213
7.3.4 Instrumentos de Proteção da Biodiversidade e Gestão de Recursos da Flora.....	216
7.3.5 Fauna	237
7.3.6 Compensação ambiental.....	240
7.3.7 Arqueologia	240
7.4 Legislação Municipal Aplicável.....	242
7.4.1 Município de Parauapebas.....	242
8. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO	245
8.1 Introdução.....	245
8.2 Delimitação das Áreas de Estudo Regional e Local.....	246

9.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	251
9.1	Diagnóstico Ambiental	251
9.1.1	Meio físico.....	251
9.1.2	Meio Biótico.....	285
9.1.3	Meio Socioeconômico	368
9.2	Análise Integrada.....	373
9.3	Prognóstico com Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais.....	373
9.3.1	Etapas Metodológicas.....	375
9.3.2	Modelamento Matemático Realizado para o Prognóstico Ambiental.....	387
9.4	Definição das Áreas de Influência.....	393
9.5	Ações, Planos e Programas Ambientais	394
9.6	Análise de Risco.....	395
9.6.1	Análise histórica de acidentes	395
9.6.2	Identificação dos perigos.....	395
9.6.3	Estimativa das frequências	398
9.6.4	Cálculos das conseqüências e vulnerabilidade.....	399
9.6.5	Estimativa e avaliação dos riscos ambientais.....	399
9.6.6	Medidas para redução e reavaliação dos riscos.....	399
9.6.7	Programa de Gerenciamento de Risco	400

VOLUME II

10.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	401
10.1	Meio Físico.....	401
10.1.1	Clima e Meteorologia	401
10.1.2	Qualidade do Ar.....	424
10.1.3	Ruído e Vibração	427
10.1.4	Geologia.....	434
10.1.5	Geomorfologia e Pedologia	469
10.1.6	Recursos Hídricos	536
10.1.7	Espeleologia.....	771

VOLUME III

10.2	Meio biótico	789
10.2.1	Flora.....	789
10.2.2	Fauna Terrestre e Voadora.....	875
10.2.3	Fauna Aquática	1003
10.2.4	Bioespeleologia.....	1041
10.2.5	Área de Estudo Local da Estrada Pojuca – AEL	1052

VOLUME IV

10.3	Meio Socioeconômico	1105
10.3.1	Diagnóstico Regional – Os Municípios de Marabá, Canaã dos Carajás, Curionópolis, Eldorado dos Carajás.....	1105
10.3.2	Diagnóstico do Município de Parauapebas.....	1162
11.	ANÁLISE INTEGRADA.....	1299

11.1 A Contextualização dos Municípios na Região de Inserção do Projeto Alemão	1307
11.2 A Biodiversidade na Área de Estudo Local do Projeto Alemão	1311
11.3 As Áreas de Preservação Permanente na Área de Estudo Local do Projeto Alemão....	1312
11.4 Análise de Relevância das Cavernas do Projeto Alemão	1314
11.4.1 Metodologia	1314
11.4.2 Análise de Relevância das Cavernas da Área do Projeto Alemão.....	1316
11.4.3 Cálculos espeleométricos	1316
11.4.4. Escalas de relevância das cavidades do Projeto Alemão	1318
11.4.5 Considerações finais sobre a relevância das cavidades	1337

VOLUME V

12. PROGNÓSTICO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	1339
12.1 Prognóstico Sem a Implantação do Empreendimento	1339
12.2 Prognóstico Com a Implantação do Empreendimento	1340
12.2.1 Prognóstico da Qualidade do Ar	1343
12.2.2 Prognóstico de Ruídos	1383
12.2.3 Avaliação de Impactos	1388
12.2.3.1 Meio Físico	1388
12.2.3.2 Meio Biótico	1425
12.2.3.3 Meio Socioeconômico	1465
13. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO	1501
13.1 Áreas de Influência dos Impactos sobre o Meio Físico	1501
13.2 Áreas de Influência dos Impactos sobre o Meio Biótico	1504
13.3 Área de Influência dos Impactos sobre o Meio Socioeconômico.....	1506
14. ANÁLISE DE RISCO	1508
14.1 Análise Histórica de Acidentes	1508
14.2 Identificação dos Perigos	1511
14.2.1 Descrição das Instalações	1511
14.2.2 Descrição dos Produtos (Insumos)	1511
14.2.3 Identificação e Avaliação Qualitativa dos Eventos Perigosos.....	1512
14.3 Estimativa das Frequências	1545
14.3.1 Cenários acidentais envolvendo líquidos inflamáveis.....	1545
14.3.2 Cenários acidentais envolvendo rompimento de barragem.....	1547
14.4 Cálculos das conseqüências e vulnerabilidade.....	1549
14.4.1 Caracterização dos Cenários Acidentais	1550
14.4.2 Resultados.....	1551
14.5 Estimativa e Avaliação dos Riscos Ambientais.....	1552
14.6 Medidas para Redução e Reavaliação dos Riscos	1552
14.7 Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR).....	1557
14.7.1 Informações de Segurança de Processo	1558
14.7.2 Revisão dos Riscos de Processo.....	1558
14.7.3 Gerenciamento de Modificações.....	1558
14.7.4 Manutenção e garantia da integridade de sistemas críticos	1559
14.7.5 Procedimentos operacionais.....	1559
14.7.6 Procedimentos para Realização de Serviços Não Rotineiros.....	1559
14.7.7 Capacitação de Recursos Humanos	1559
14.7.8 Investigação de Incidentes.....	1560

14.7.9 Auditorias	1560
14.8 Plano de Ação de Emergência (PAE)	1560
14.8.1 Objetivo.....	1560
14.8.2 Cenários Acidentais	1561
14.8.3 Rompimento de barragem de água ou de rejeitos.Organização de Emergência	1562
14.8.4 Comunicação de Emergência e Acionamento do PAE	1566
14.8.5 Procedimentos Emergenciais	1568
15. AÇÕES DE CONTROLE, DE MITIGAÇÃO E DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL	1579
15.1 Sistemas de controle da qualidade ambiental	1579
15.1.1 Fase de Implantação	1579
15.1.2 Fase de Operação	1579
15.2 Programas Ambientais.....	1580
15.2.1 Programas Associados ao Meio Físico	1581
15.2.2 Programas Associados ao Meio Biótico	1595
15.2.3 Programas Associados ao Meio Socioeconômico	1616
15.2.4 Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)	1633
15.2.5 Plano de Fechamento de Mina.....	1646
15.2.6 Compensação Ambiental.....	1654
16. CONCLUSÃO	1655
17. EQUIPE TÉCNICA	1657
18. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	1667
18.1 Meio Físico	1667
18.1.1 Clima e Meteorologia.....	1667
18.1.2 Qualidade do Ar.....	1668
18.1.3 Ruído e Vibração	1668
18.1.4 Geologia	1669
18.1.5 Hidrogeologia	1671
18.1.6 Pedologia e Geomorfologia	1671
18.1.7 Recursos Hídricos Superficiais	1673
18.1.8 Qualidade das Águas	1673
18.1.9 Espeleologia	1674
18.2 Meio Biótico.....	1676
18.2.1 Flora	1676
18.2.2 Herpetofauna.....	1681
18.2.3 Avifauna.....	1687
18.2.4 Mastofauna não voadora.....	1691
18.2.5 Mastofauna voadora (Quirópteros)	1695
18.2.6 Entomofauna de importância sanitária	1699
18.2.7 Entomofauna (Lepidópteras).....	1704
18.2.8 Ictiofauna	1705
18.2.9 Avaliação de Impactos.....	1706
18.3 Meio Socioeconômico	1707
18.3.1 Aspectos socioeconômicos	1707
18.3.2 Arqueologia	1707
18.3.3 Patrimônio Natural, Histórico e Cultural.....	1711
19. GLOSSÁRIO	1712

ANEXOS**VOLUME VI**

- ANEXO I ÍNDICE REMISSIVO DE ATENDIMENTO DO CONTEÚDO DO EIA EM RELAÇÃO AO TERMO DE REFERÊNCIA DEFINIDO PELO IBAMA
- ANEXO 1.I TERMO DE REFERÊNCIA DO IBAMA
- ANEXO 4.I DESCOMISSIONAMENTO IGARAPÉ BAHIA
- ANEXO 4.II D1-001_089-515-5012_00-B (MINA DO IGARAPÉ BAHIA - SITUAÇÃO ATUAL E DESCOMISSIONAMENTO)
- ANEXO 6.I PLANO DIRETOR - LAVRA A CÉU ABERTO
- ANEXO 6.II DESENHO DO ARRANJO GERAL DO POND DE REJEITOS
- ANEXO 6.III D1-002-089-515-5012-00-B (MOBILIZAÇÃO/IMPLANTAÇÃO)
D1-003-089-515-5012-00-B (SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA MINA-FASE DE IMPLANTAÇÃO)
D1-004_089-515-5012_00-B (MINA DO ALEMÃO - BAHIA: ANO 01 - INÍCIO DA OPERAÇÃO)
D1-005-089-51-5012-00-B (MINA DO IGARAPÉ BAHIA: OPERAÇÃO – ANO 05)
D1-006-089-51-5012-00-B (MINA DO IGARAPÉ BAHIA: OPERAÇÃO – ANO 12)
D1-007-089-51-5012-00-B (MINA DO IGARAPÉ BAHIA: OPERAÇÃO – ANO 18)
D1-008-089-51-5012-00-B (MINA DO IGARAPÉ BAHIA: OPERAÇÃO – ANO 22)
D1-009-089-515-5012-00-B (MINA DO IGARAPÉ BAHIA: OPERAÇÃO – ANO 25)
D1-010-089-515-5012-00-B (MINA DO ALEMÃO – BAHIA: PLANO DIRETOR OPÇÃO POND)
- ANEXO 6.IV PROJETO CENTRAL DE MATERIAIS DESCARTÁVEIS
- ANEXO 6.V DESENHOS DAS ESTRUTURAS DO POÇO VERTICAL - SHAFT
- ANEXO 6.VI FLUXOGRAMA DE PROCESSO

VOLUME VII

- ANEXO 6.VII AVALIAÇÃO DOS TESTES CINÉTICOS - LAUDOS CONCLUSIVOS
- ANEXO 6.VIII PARECER TÉCNICO DA CNEN
- ANEXO 6.IX FIGURA 1 – POLIGONAIS DELIMITADORAS DAS ÁREAS OUTORGADAS PELO DNPM NA ÁREA DO PROJETO ALEMÃO

VOLUME VIII

- ANEXO 9.I MEDICÃO DE RUÍDOS E VIBRAÇÕES
A- FIGURA 9.1.13 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DE RUÍDO
B- RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO DE RUÍDO
- ANEXO 9.II REGISTRO FOTOGRÁFICO DOS PONTOS DE OBSERVAÇÃO - GEOTECNIA
- ANEXO 9.III FIGURA 9.1.1.4. - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAIS
- ANEXO 9.IV RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DOS PROCEDIMENTOS E PONTOS DE AMOSTRAGEM E FICHAS DE AMOSTRAGEM DE QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAIS
- ANEXO 9.V FICHAS DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA SUPERFICIAL – ESTRADA POJUCA.
- ANEXO 9.VI FICHAS DE AMOSTRAGEM E REGISTRO FOTOGRÁFICO – ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
- ANEXO 9.VII CARACTERÍSTICAS DAS FONTES ACÚSTICAS CONSIDERADAS PARA A MODELAGEM ACÚSTICA DO PROJETO ALEMÃO.
- ANEXO 9.VIII MAPA DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
- ANEXO 9.IX CARTAS DE ACEITE
- ANEXO 9.X PROTOCOLOS IPHAN

VOLUME IX

- ANEXO 10.I GRÁFICOS COM OS VALORES REGISTRADOS DE L_{AEQ} E MM/S NO TEMPO
- ANEXO 10.II FIGURAS 10.1.1.14 – MAPA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DA ÁREA DE ESTUDO LOCAL
FIGURAS 10.1.1.16 – MAPA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DA ESTRADA POJUCA
PLANILHA COM OS PONTOS DE CAMPO LEVANTADOS DURANTE O MAPEAMENTO, REGISTRO FOTOGRÁFICO – LEVANTAMENTO
- ANEXO 10.III BOLETINS DE ANÁLISE – QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
- ANEXO 10.IV RECURSOS HÍDRICOS

- A – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS SUB-BACIAS DO RIO ITACAIÚNAS NO ENTORNO DO PROJETO ALEMÃO
- B – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO – TEMA: RECURSOS HÍDRICOS

VOLUME X

- ANEXO 10.V BOLETINS DE ANÁLISE – QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
- ANEXO 10.VI TABELA DOS RESULTADOS OBTIDOS COMPARADOS AOS LIMITES LEGAIS ESTABELECIDOS PELA RESOLUÇÃO CONAMA Nº. 357/2005

VOLUME XI

- ANEXO 10.VII FICHA DE DESCRITIVA DAS CAVERNAS ESTUDADAS
- ANEXO 10.VIII MAPA DAS CAVERNAS ESTUDADAS
- ANEXO 10.IX RELATÓRIO DE CAMPO PROSPECÇÃO ESPELEOLÓGICA - ESTRADA ALEMÃO/POJUCA
- ANEXO 10.X LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA AMEAÇADAS NO PARÁ
- ANEXO 10.XI LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA – ÁREA DE ENTORNO
 - A - RELAÇÃO DAS ESPÉCIES BOTÂNICAS REGISTRADAS NA ÁREA DE ENTORNO E ÁREA DIRETAMENTE AFETADA DURANTE OS ESTUDOS DA FLORA E VEGETAÇÃO DA MINA DO ALEMÃO
 - B - USOS DIVERSOS DAS ESPÉCIES DA FLORA REGISTRADAS NA ÁREA DE ENTORNO E ÁREA DIRETAMENTE AFETADA DA MINA DO ALEMÃO
- ANEXO 10.XII MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NATIVA
- ANEXO 10.XIII LISTAS RECENTES DE ESPÉCIES HERPETOFAUNA
- ANEXO 10. XIVLISTA DE ESPÉCIES REGIONAL DA AVIFAUNA
- ANEXO 10.XV LISTA DE ESPÉCIES - AVIFAUNA
 - A– ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS NA ÁREA DE ENTORNO E ÁREA DIRETAMENTE AFETADA DURANTE OS ESTUDOS DA AVIFAUNA DO PROJETO ALEMÃO
 - B– ESPÉCIES DE AVES CLASSIFICADAS COMO CINEGÉTICAS E XERIMBABOS REGISTRADAS NA ÁREA DE ENTORNO E ÁREA DIRETAMENTE AFETADA DO PROJETO ALEMÃO
- ANEXO 10.XVI LISTA DE ESPÉCIES DA MASTOFAUNA NÃO VOADORA
- ANEXO 10.XVII LISTA DE ESPÉCIES DA MASTOFAUNA VOADORA

- ANEXO 10.XVIII LISTAS DAS ESPÉCIES ENTOMOFAUNA DE IMPORTÂNCIA SANITÁRIA
- A - LISTA DE ESPÉCIES DA ENTOMOFAUNA ESPÉCIES ENCONTRADAS NO PARQUE NACIONAL DO XINGU
 - B - LISTA DE ESPÉCIES DA ENTOMOFAUNA ESPÉCIES ENCONTRADAS NA CIDADE DE BELÉM
 - C - LISTA DE ESPÉCIES DA ENTOMOFAUNA ESPÉCIES ENCONTRADAS NO PROJETO SALOBO
 - D - LISTA DE ESPÉCIES DA ENTOMOFAUNA ESPÉCIES ENCONTRADAS NA FLONA DE CAXIUANÃ
 - E - LISTA DE ESPÉCIES DA ENTOMOFAUNA ESPÉCIES CITADAS POR LISBOA (2002)
 - F - LISTA DE ESPÉCIES DA ENTOMOFAUNA ESPÉCIES CITADAS POR REBELO *ET AL.* (1999)
 - G - LISTA DE ESPÉCIES DA ENTOMOFAUNA ESPÉCIES CITADAS POR CARVALHO *ET AL.* (2007)
- ANEXO 10.XIX ENTOMOFAUNA - LEPIDÓPTEROS
- A – LISTA DE ESPÉCIES DE LEPIDÓPTEROS
 - B – LISTA DE ESPÉCIES DA ENTOMOFAUNA – LEPIDÓPTEROS LEVANTADA NO PROJETO ALEMÃO
- ANEXO 10.XX LISTA DE ESPÉCIES DA ICTIOFAUNA
- ANEXO 10.XXI LISTA DE ESPÉCIES DAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS (ALGAS PERIFÍTICAS, PLÂNCTON E BENTONS)
- ANEXO 10.XXII LISTA DE ESPÉCIES DA BIOESPELEOLOGIA
- ANEXO 10.XXIII LISTA DE POSSÍVEIS ESPÉCIES A SEREM CAPTURADAS NA REGIÃO DE ESTUDO DO PROJETO ALEMÃO
- ANEXO 10.XXIV LISTA DE ESPÉCIES FLEBOTOMÍNEOS NO LESTE DO PARÁ
- ANEXO 10.XXV LISTA DE ESPÉCIES DE BORBOLETAS AMEAÇADAS DO ESTADO DO PARÁ
- ANEXO 10.XXVI LISTA DE ESPÉCIES - LEPDÓPTEROS
- ANEXO 10.XXVII LISTA DE ESPÉCIES DA ICTIOFAUNA PROVÁVEIS DE OCORRÊNCIA PARA A REGIÃO DE ESTUDO DO PROJETO ALEMÃO
- ANEXO 10. XXVIII RELATÓRIO FOTOGRÁFICO – MEIO BIÓTICO
- A – HERPETOFAUNA
 - B – AVIFAUNA
 - C – MASTOFAUNA NÃO VOADORA
 - D – MASTOFAUNA VOADORA
 - E – ENTOMOFAUNA- DÍPTEROS
 - F – ENTOMOFAUNA- LEPIDÓPTEROS
 - G – ICTIOFAUNA

H – COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

ANEXO 10.XXIV LISTA DE ESPÉCIES DA AVIFAUNA LEVANTADA NA ESTRADA
POJUCA

ANEXO 10.XXVII REGISTRO FOTOGRÁFICO – TEMA: PATRIMÔNIO CULTURAL E
NATURAL

VOLUME XII

ANEXO 14.I RELATÓRIOS DA MODELAGEM DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS

ANEXO 14.II FIGURAS DO ALCANCE DOS NÍVEIS DE EFEITOS FÍSICOS
PESQUISADOS

ANEXO 17.I ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

ANEXO 17.II CADASTRO TÉCNICO FEDERAL

12. PROGNÓSTICO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

12.1 Prognóstico Sem a Implantação do Empreendimento

A área onde se pretende implantar a Mina do Alemão está inserida no interior da Floresta Nacional de Carajás, em local onde a Vale operou, no período de 1990 a 2002, a Mina de ouro do Igarapé Bahia. Portanto, caso a Mina do Alemão não seja implantada, significará a conclusão da atividade minerária naquele local e deverá ser iniciada a etapa de fechamento da antiga Mina do Igarapé Bahia.

O processo de fechamento promoverá a reabilitação dos ambientes utilizados durante o período de operação da antiga mina, incluindo descomissionamento, demolição, estabilização física e geoquímica, conformação do terreno e revegetação.

No cenário futuro, sem a presença do empreendimento, deverão ser mantidas as tendências avaliadas no diagnóstico ambiental para a vegetação, uma vez que a interferência antrópica na região não é significativa, com a presença de grandes áreas de vegetação primária e em regeneração natural. Essas áreas se inserem em uma região caracterizada pelo predomínio de floresta ombrófila preservada, que se constitui importante formação vegetal para a manutenção dos processos ecológicos presentes na Amazônia.

O diagnóstico da fauna indica ser alta a diversidade local devido ao elevado estado de conservação verificado na área. As comunidades registradas na Área de Estudo estão representadas nos diferentes níveis tróficos, ocupando os nichos alimentares disponíveis e abrigando uma comunidade estruturada.

A não implantação da Mina do Alemão significará a manutenção das condições para a regeneração das matas secundárias existentes nas áreas próximas das estruturas de mineração, a médio/longo prazo e o restabelecimento paulatino de condições para colonização por mais espécies de animais, tornando as comunidades mais complexas e semelhantes àquelas encontradas em áreas primitivas do entorno da Mina do Igarapé Bahia, tais como a floresta de várzea e as florestas abertas preservadas.

Considerando que os cursos de água que drenam a área da Mina do Igarapé Bahia não serão afetados por atividades antrópicas, os ecossistemas aquáticos também tenderão a uma melhoria em sua qualidade ambiental.

Portanto, a tendência para a área, caso a Mina do Alemão não seja implantada, corresponde à conservação e preservação ambiental, uma vez que a Floresta Nacional de Carajás constitui uma Unidade de Conservação oficialmente protegida por legislação ambiental, controlada e gerenciada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio.

Do ponto de vista socioeconômico, Parauapebas, em cujo território estaria localizada a Mina do Alemão, não receberá os recursos que seriam originários do CFEM, associados à operação da mina – eventual gerador da conseqüente dinamização da economia local, sobretudo pelo aumento do potencial de investimentos do poder público - e outros benefícios decorrentes do empreendimento, como absorção de mão-de-obra, movimentação do setor de comércio e serviços, aumento da renda e do poder aquisitivo das famílias etc.

Contudo, em curto e médio prazo, a realidade socioambiental diagnosticada para os municípios da Área de Estudo deverá permanecer praticamente inalterada, quando se considera somente a implantação deste empreendimento. Assim sendo, em Parauapebas, Canaã dos Carajás, Eldorado dos Carajás, Curionópolis e Marabá, a dinâmica observada nos diversos setores deverá ser alvo de poucas alterações. No entanto, do ponto de vista regional, é importante lembrar que a presença de outros projetos minerários já vêm mudando essa realidade.

12.2 Prognóstico Com a Implantação do Empreendimento

A implantação do Projeto Alemão irá aproveitar diversas estruturas e acessos existentes que foram implantados anteriormente para a operação da Mina do Igarapé Bahia. As intervenções previstas representarão pequenas alterações com relação à área atualmente ocupada pelas estruturas e instalações da antiga Mina do Igarapé Bahia. A infraestrutura a ser implantada será, em sua maior parte, possuidora de um perímetro semelhante ao que foi utilizado pela Mina do Igarapé Bahia.

Com relação às vias de acesso, tem-se a adequação da estrada Pojuca e a implementação de novas obras de arte e de transposição de cursos de água. Outra estrutura que necessitará de adequações é a linha de transmissão, que terá sua faixa de servidão ampliada, em função da repotenciação.

As principais alterações morfodinâmicas estão associadas à ampliação da barragem de água existente, para recebimento de rejeitos; e ao efeito de abatimento na superfície (subsidência) decorrente do método de lavra a ser utilizado. Destaca-se que essas alterações ocorrerão em áreas bem delimitadas e serão acompanhadas ao longo da operação da Mina do Alemão, com o objetivo de identificar a necessidade de intervenção para garantir a estabilidade das áreas no entorno dessas intervenções.

Destaca-se que as principais estruturas da Mina do Alemão, assim como as estruturas remanescentes da Mina do Igarapé Bahia, estão localizadas em topo de morro, pelos critérios estabelecidos na Resolução nº 303, de 20/03/2002, e, portanto, estão em Área de Preservação Permanente. Além das instalações industriais, a ampliação da barragem e a adequação da estrada Pojuca, também implicarão na intervenção em Área de Preservação Permanente - APP, cursos de água e nascentes, e topo de morro, respectivamente. Para análise do impacto dessas intervenções deve-se considerar a vulnerabilidade das funções ambientais dessas APPs, no que tange: a estabilidade das encostas e margens dos corpos de água; corredores de fauna, manutenção da biota, a regeneração e a manutenção da vegetação nativa; qualidade das águas, drenagem e os cursos de água intermitentes.

Em relação à estabilidade das encostas e margens dos corpos de água, para a implantação do empreendimento, o projeto executivo e as obras deverão considerar ações e dispositivos que garantam a manutenção da qualidade das águas. Além disso, serão instalados sistemas de controle para os aspectos ambientais capazes de provocar alterações na qualidade das águas, tanto para a fase de implantação, quanto para a fase de operação. Portanto, avaliando em termos das sub-bacias hidrográficas dos igarapés que drenam as áreas do projeto, não se espera que haja o comprometimento da estabilidade das encostas. A condição de estabilidade morfodinâmica das áreas da antiga Mina do Igarapé Bahia, da atual barragem de captação de água e da estrada atualmente existente reforçam essa expectativa.

Em relação aos corredores de fauna, não se espera que as intervenções propostas reduzam a permeabilidade ambiental, tendo vista a dimensão das intervenções e a disponibilidade de recursos florestais no entorno.

No tocante à qualidade das águas, o projeto executivo e as obras deverão considerar o controle dos aspectos para que não haja alterações significativas que possam comprometer a qualidade atual dos igarapés. Além disso, para a implantação do empreendimento, o projeto executivo e as obras deverão considerar métodos construtivos capazes de permitir a drenagem de cursos de água, mesmo intermitentes.

Portanto, considerando o conjunto das funções ambientais da APP, no âmbito da bacia hidrográfica dos igarapés que drenam as áreas de intervenção do Projeto Alemão, bem como as ações a serem adotadas para controle e minimização dos possíveis impactos, não estão sendo considerados efeitos ambientais significativos para as intervenções em APP.

Em relação ao meio físico, a principal alteração ocorrerá na dinâmica hídrica, principalmente em decorrência do bombeamento da água subterrânea para a superfície para permitir o desenvolvimento da lavra. Esse bombeamento irá alterar as vazões dos igarapés, reduzindo as vazões de algumas nascentes, sobretudo no período de estiagem, quando os cursos de água são alimentados pelo escoamento subsuperficial e subterrâneo e aumentando as vazões dos cursos de água receptores do descarte desse bombeamento. Com base na configuração geológica da região do poço vertical (shaft) e futura lavra, onde ocorrerão os maiores impactos decorrentes do bombeamento de águas subterrâneas, prevê-se que os impactos de redução das vazões serão mais intensos no igarapé Galeria, afluente do igarapé Alemão, sobretudo nas nascentes mais próximas do empreendimento e os de aumento das vazões serão mais intensos no igarapé Bahia. Ressalta-se que os lançamentos de parte da água bombeada da mina subterrânea no igarapé Galeria e no igarapé Bahia a montante do barramento, deverão reduzir esses impactos. Destaca-se que parte da água bombeada será utilizada para as operações de beneficiamento do minério, otimizando assim, o aproveitamento desse recurso.

Todos os efluentes líquidos serão tratados e os resíduos sólidos serão armazenados para posterior destinação final. O controle de processos erosivos ocorrerá por meio do uso de dispositivos de contenção e estabilidade geotécnica e será realizada recuperação de áreas degradadas onde necessário. A adoção desses sistemas de controle fará com que as potenciais alterações no meio físico decorrentes dessas intervenções sejam minimizadas.

A presença do empreendimento irá alterar gradativamente as condições atualmente prevalecentes no meio biótico da sua área de influência. Tais alterações terão início na fase de implantação e prosseguirão ao longo de toda a operação.

É esperado que essas alterações sejam de baixa magnitude e localizadas, uma vez que a lavra será subterrânea e que parte das estruturas necessárias serão implantadas em áreas já alteradas.

As principais alterações sobre o meio biótico esperadas, serão decorrentes, principalmente, da supressão da comunidade vegetal nativa, representada por fisionomias de floresta ombrófila. Essa supressão ocorrerá progressivamente ao longo da vida útil do empreendimento. Como consequência imediata dessa supressão, em todas as fases em que ela ocorrer, serão verificadas alterações sobre as comunidades faunísticas locais, iniciando-se com a redução de seus habitats e culminando com alterações estruturais nessas comunidades. Embora a importância dessas

alterações seja alta, uma vez que ocorrerão, em sua maior parte, em áreas florestais primitivas situadas dentro de uma Unidade de Conservação, a Flona de Carajás, a sua magnitude de uma maneira geral será baixa. É importante destacar que se trata de uma pequena redução espacial de ecossistemas, os quais se encontram totalmente preservados no entorno do empreendimento e distribuídos em um extenso e expressivo território protegido e representado pela Flona de Carajás.

A eliminação da vegetação para a implantação das vias de acesso e para a disposição de rejeitos na barragem atualmente utilizada para captação de água bruta originará pequenas clareiras em meio à paisagem natural da área. Tais clareiras aumentam os efeitos locais de borda, bem como modificam a matriz de hábitat da área. Todavia, este efeito se manifestará de forma localizada, não trazendo qualquer consequência relevante para o restante do território da Flona.

Com a implantação da Mina do Alemão, o maior contingente humano, as movimentações de maquinários e veículos, os ruídos e as vibrações propiciarão o afugentamento de populações da fauna na área a ser diretamente afetada pelo empreendimento, que tenderão a se deslocar para ambientes adjacentes e/ou próximos. Efeito semelhante será observado na fase de operação, sobretudo na área da barragem de disposição de rejeitos.

Do ponto de vista socioeconômico, a implantação do empreendimento trará, como principais benefícios diretos, a geração de empregos e de receitas municipais, o aumento do nível de empregabilidade dos trabalhadores e de capacitação das empresas fornecedoras, bem como a melhoria do nível de renda da população. Cabe acrescentar que, o aumento de recursos públicos, representados pela CEFEM e outras receitas, certamente contribuirá para ampliar a oferta de serviços de infraestrutura, habitação, saneamento, educação e segurança pública. Esses efeitos, por sua vez, gerarão como resultado indireto, a dinamização da economia local e regional.

Ao mesmo tempo, questões como a dinâmica demográfica poderão ser alteradas, em decorrência do incremento do fluxo migratório, já existente nesta região. No caso da população atraída sem as características demandadas de formação e experiência profissional, podem surgir situações de ocupação urbana irregular e de vulnerabilidade social. A vinda de imigrantes exercerá pressão de demanda sobre a infraestrutura de serviços, como os de habitação e saneamento.

No entanto, é importante esclarecer que as vilas Sanção e Paulo Fonteles, na atualidade, já têm sua dinâmica socioeconômica alterada em função das obras de implantação do Projeto Salobo e também da construção da nova estrada que atenderá a aquele projeto. Essas alterações se traduzem, por exemplo, no aumento de cerca de 63,0% da população total das duas vilas, entre 2008 e 2009 (vila Sanção 57,8% e vila Paulo Fonteles 73,7%).

Com a implantação do empreendimento - que utilizará a nova rodovia Paulo Fonteles para acesso a Parauapebas -, parte dos trabalhadores poderá residir nessas vilas, em função da maior proximidade do empreendimento (o que diminui o tempo de viagem de ida e volta para o trabalho) e o valor do custo de vida (possivelmente menor que em Parauapebas, em especial no caso da habitação).

Na fase de operação, o trânsito regular de veículos para transporte de pessoal, de produtos e equipamentos, será uma oportunidade para a instalação de pontos de venda de serviços e produtos às margens da estrada, contribuindo também para a dinamização da economia local.

Ambos os aspectos significarão aumento da população residente nas vilas Sanção e Paulo Fonteles, com incremento da pressão de demanda por serviços, em especial de saneamento, habitação e saúde, hoje praticamente inexistentes.

12.2.1 Prognóstico da Qualidade do Ar

Neste item são apresentados os resultados da avaliação do impacto de alteração da qualidade do ar ocasionado pelas emissões de poluentes atmosféricos provenientes das atividades produtivas da Mina do Alemão. Esta avaliação da condição futura da qualidade do ar na região, ou prognóstico da qualidade do ar, foi realizada através de modelagem matemática de dispersão atmosférica.

O cenário de emissões atmosféricas da Mina do Alemão baseia-se na projeção futura das emissões do empreendimento. Especificamente, foram referenciadas as emissões relativas à produção definida para o quinto ano de produção da mina, com 5,45 Mt. Desta forma o prognóstico da qualidade do ar será analisado considerando o ano de maior produção da Mina do Alemão (cenário mais crítico), conforme já definido em seu plano de lavra.

O inventário de emissões atmosféricas do empreendimento foi realizado em conjunto com a Vale, a partir de informações fornecidas pelo empreendedor através da caracterização do empreendimento e consistidas com outros empreendimentos de mesma tipologia e porte em operação no Brasil e em outras partes do mundo, seguindo abordagem metodológica recomendada pela *Environmental Protection Agency* (EPA), Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América.

A avaliação dos impactos do empreendimento na atmosfera da região é apresentada detalhadamente por meio da observação dos cenários de qualidade do ar modelados com a utilização do modelo AERMOD, que possibilitou a determinação das áreas com maiores alterações da qualidade do ar e áreas que serão potencialmente mais impactadas pelas emissões atmosféricas da Mina do Alemão.

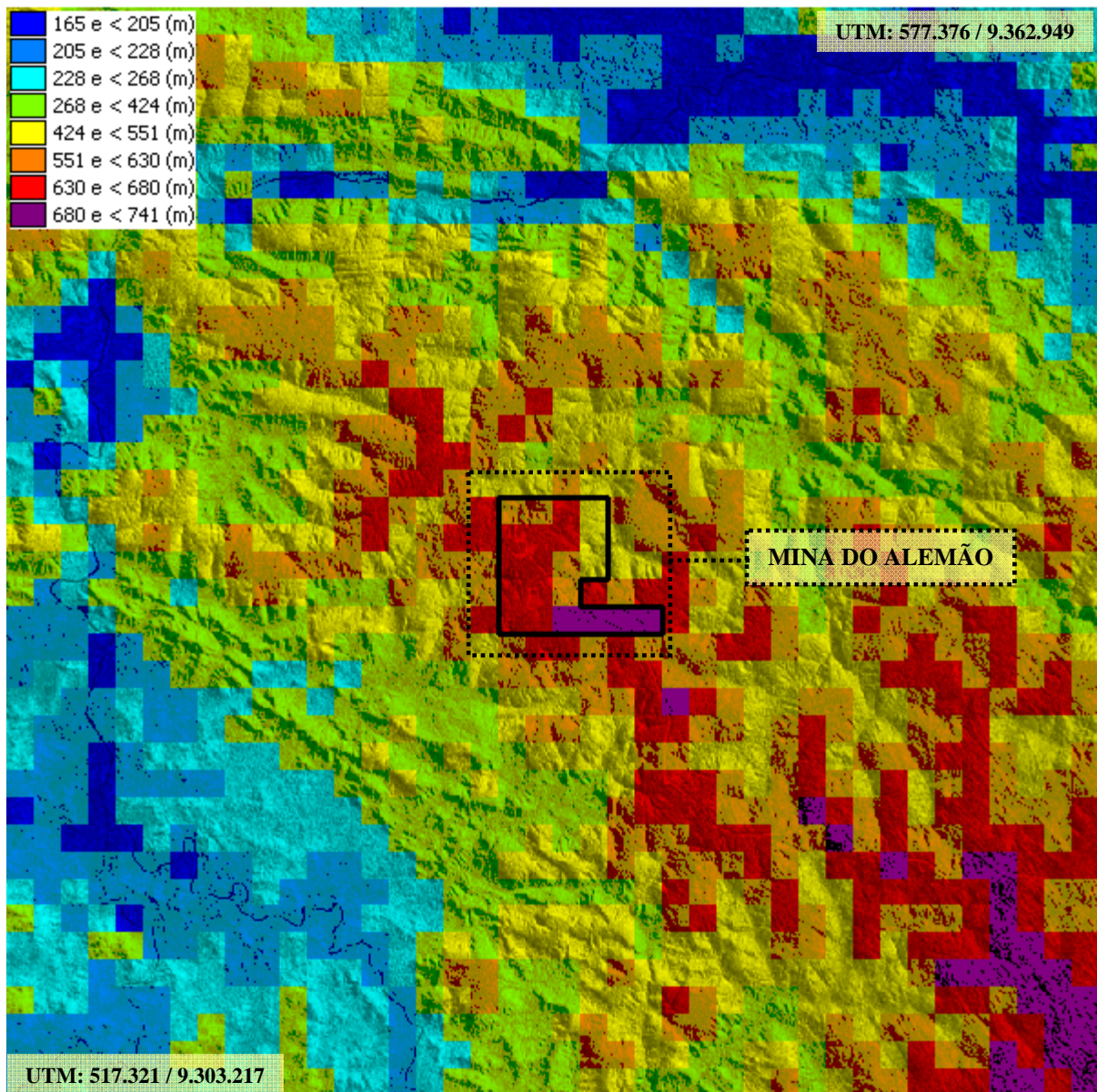
12.2.1.1 Área de Estudo, Relevo e Malha de Receptores

A Área de Estudo (AE), relacionada ao impacto atmosférico da Mina do Alemão, foi dimensionada para cobrir toda a região potencialmente sujeita a influência das emissões atmosféricas do empreendimento. O requisito fundamental para a definição da AE para estudo atmosférico é a abrangência, isto é, a área delimitada deve ser suficientemente extensa para possibilitar a identificação das máximas concentrações ocasionadas pelo empreendimento analisado, além de possibilitar a visualização do alcance das plumas de poluentes emitidas pelo empreendimento, com a identificação da extinção das plumas na referida AE.

A aplicação de modelagem matemática da dispersão de poluentes atmosféricos, utilizada neste estudo para a avaliação quantitativa do impacto de alteração da qualidade do ar, necessita da definição de um domínio computacional, utilizado para o cálculo das concentrações de poluentes. Assim, para as análises necessárias à elaboração do prognóstico de qualidade do ar, a AE utilizada para a Mina do Alemão é coincidente com o domínio computacional, chamado de Malha de Receptores, estabelecido para a aplicação do modelo matemático utilizado.

Em relação aos aspectos topográficos da região, é verificado um relevo acidentado, com altitudes variando de 169 até 741 m. Essa configuração topográfica sugere a ocorrência de regimes diferenciados de escoamentos de ventos para as diferentes porções da região. Para a aplicação do modelo matemático da dispersão de poluentes na atmosfera, a AE foi caracterizada como um domínio computacional subdividido em células de aproximadamente 1.000 x 1.000 m, perfazendo um total de 1.600 pontos receptores analisados em 40 colunas x 40 linhas.

As **Figuras 12.2.1** e **12.2.2** apresentam respectivamente, a estratificação do relevo para a AE do empreendimento e a malha computacional utilizada para a modelagem matemática da dispersão de poluentes.



Legenda

▣ Área Interna do Empreendimento

FIGURA 12.2.1 – Estratificação do Relevo da Área de Estudo Local

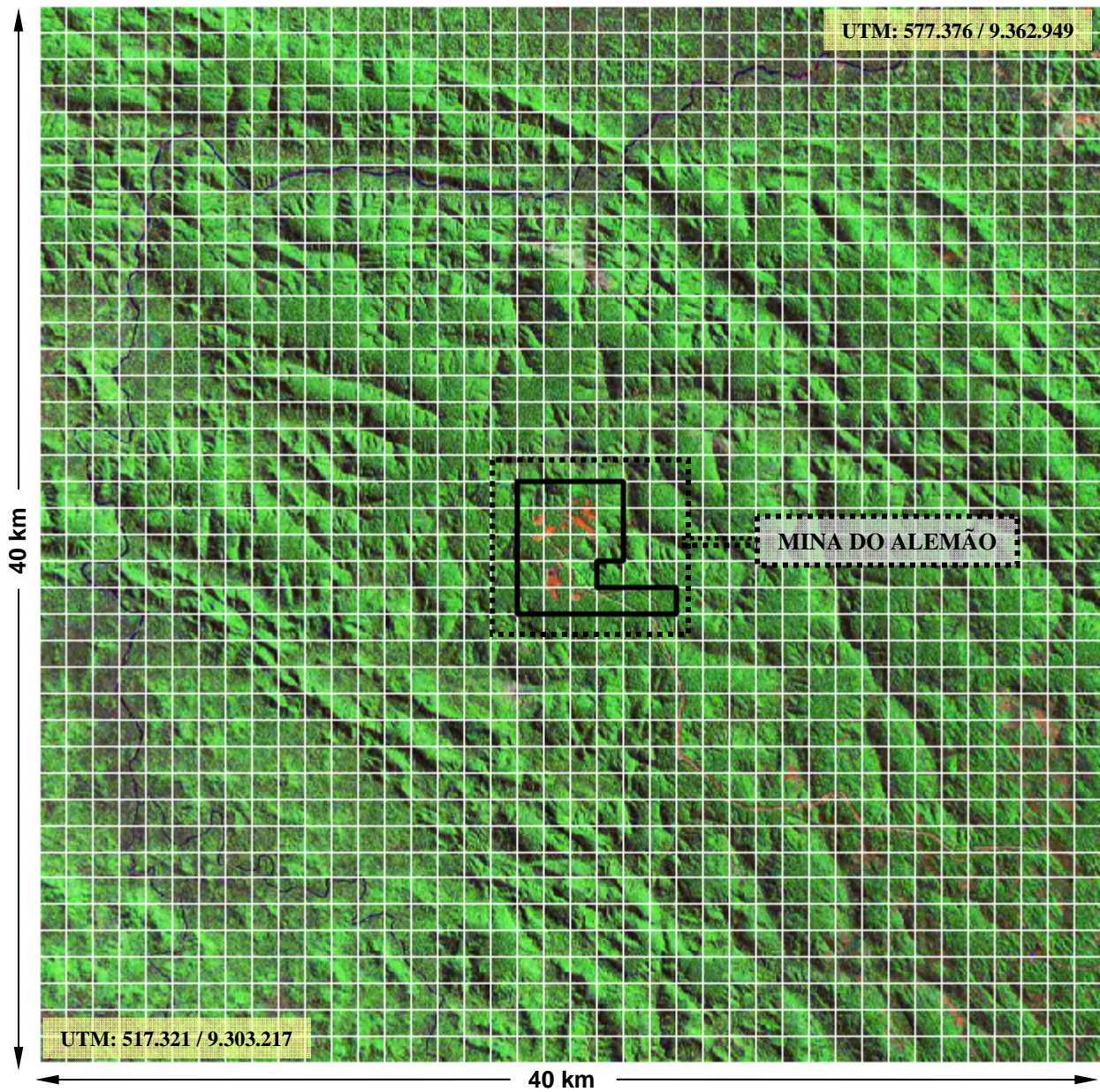


FIGURA 12.2.2 – Malha Computacional Utilizada no Modelo Matemático de Dispersão de Poluentes na Atmosfera

12.2.1.2 Inventário de Emissões Atmosféricas

Nesta seção, as fontes emissoras de poluentes atmosféricos relacionadas às atividades da Mina do Alemão, são detalhadamente identificadas, caracterizadas e suas emissões de poluentes, quantificadas.

Os poluentes considerados no inventário de emissões da Mina do Alemão são aqueles ditos convencionais, e/ou regulamentados pela Resolução CONAMA 03/1990 (que estabelece padrões primários e secundários de qualidade do ar a serem obedecidos na região de estudo), e/ou são precursores da formação de poluentes secundários na atmosfera. Assim, foram analisados os poluentes material particulado (MP), material particulado menor que 10 μm (MP_{10}), dióxido de enxofre (SO_2), óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos totais (COT). A escolha desses parâmetros é ainda justificada pela significância de suas emissões nas tipologias de fontes das atividades produtivas a serem instaladas na região.

Deve-se ressaltar que o poluente ozônio (O_3) não é considerado no inventário de emissões do presente estudo por não ser emitido em nenhuma fonte emissora prevista. O ozônio da troposfera é um poluente secundário, formado por complexas reações fotoquímicas, com a participação dos óxidos de nitrogênio, compostos orgânicos voláteis e outros catalisadores disponíveis na baixa atmosfera. Vale ressaltar que, ao serem emitidos na atmosfera, o MP e o MP_{10} passam a ser denominados de partículas totais em suspensão (PTS) e partículas inaláveis (PI), respectivamente.

A quantificação das emissões dos poluentes relevantes para cada fonte foi realizada segundo o protocolo do EIIP (*Emission Inventory Improvement Program*) da EPA (*Environmental Protection Agency*), complementada e consistida por informações de projeto e dados técnicos dos equipamentos. O inventário de emissões atmosféricas do Alemão foi obtido com base na aplicação de fatores de emissão específicos associados a dados de produção fornecidos pela Vale na caracterização do empreendimento. As taxas de emissão calculadas consideram, além dos dados de produção e fatores de emissão, os controles de emissões atmosféricas a serem implementados pelo empreendimento para a minimização dos aspectos relacionados à qualidade do ar.

Para fins de cálculo das emissões de poluentes, foi considerado o cenário de maior representatividade previsto no Plano de Lavra da Mina do Alemão com 5,45 Mt de minério, que ocorrerá no quinto ano de produção da mina.

Devido aos tipos de fontes emissoras identificados em atividades de produção mineral, o material particulado (MP e MP_{10}) ou poeira, recebem ênfase especial, por se tratar do poluente emitido em maior escala, e que conseqüentemente acarreta maiores potenciais de alteração da qualidade do ar da área estudada.

A identificação das fontes emissoras de poluentes atmosféricos existentes, bem como a quantificação e qualificação dessas emissões, constituem-se em subsídios fundamentais para o desenvolvimento do prognóstico da qualidade do ar da região onde será instalada a Mina do Alemão. No próximo item são descritas as tipologias de fontes de poluentes consideradas no presente estudo.

Tipologia de Fontes Inventariadas

Nesta seção são apresentados os principais tipos de fontes emissoras de poluentes atmosféricos identificados no inventário de emissões considerando as fontes emissoras previstas no Projeto Alemão.

Pilhas de Materiais

A formação de pilhas de materiais, o que normalmente ocorre a céu aberto, é inerente às operações de manuseio de grandes quantidades de materiais fragmentados.

As emissões de poeira em pilhas ocorrem nas diversas fases do ciclo de estocagem de material: (1) carregamento da pilha, (2) erosão eólica e (3) retirada de material da pilha. A movimentação de caminhões e equipamentos de carga e descarga sobre a pilha ou ao seu redor também provoca emissões de poeira.

A quantidade de poeira emitida por uma pilha de materiais fragmentados varia em função da quantidade de material movimentado e ainda:

- Área passível de erosão;
- Quantidade de distúrbios (de vento) incidentes na pilha;
- Área superficial da pilha;
- Geometria da pilha e sua suscetibilidade à ação dos ventos;
- Velocidade do vento incidente na pilha;
- Velocidade de arraste (velocidade do vento necessária para o arraste do material da pilha);
- Precipitação pluviométrica.

Materiais finos porventura existentes na superfície da pilha são facilmente arrastados e lançados na atmosfera pelas correntes de vento incidentes. À medida que os materiais mais finos vão sendo arrastados, permanecem sobre a superfície da pilha os materiais de maior granulometria, cujo arraste é mais difícil. Se não ocorrerem novas perturbações na pilha, com o passar do tempo, a emissão de MP tende a zero, exceto se todo o material da pilha apresentar granulometria muito fina.

As emissões das pilhas de materiais foram calculadas com base em modelos recomendados pela EPA e desenvolvidos pelo MRI (*Midwest Research Institute*) e pela EcoSoft.

Deve ser observado que a emissão de poeira nas pilhas de materiais varia substancialmente em função de condições meteorológicas, tais como velocidade do vento incidente na pilha e ocorrência de chuvas. Assim sendo, as taxas de emissão de Material Particulado em pilhas de materiais podem variar tão dinamicamente quanto à própria meteorologia do local.

Vias de Tráfego

Quando um veículo trafega em uma via não pavimentada, o atrito e a pressão das rodas na superfície causam a pulverização do material. Partículas prendem e soltam-se das rodas dos veículos, e a superfície da via fica exposta a correntes turbulentas de ar que ocorrem na passagem do veículo e durante a incidência de vento.

A quantidade de MP emitida em uma via de tráfego não pavimentada varia linearmente com o volume de tráfego incidente sobre a mesma e com a velocidade de tráfego. Além da emissão por tráfego de veículos, a via de tráfego também está sujeita ao arraste eólico, assim como ocorre em uma área erosiva exposta. A movimentação dos caminhões nas minas resulta ainda na emissão de gases para a atmosfera provenientes da combustão dos motores.

São variáveis importantes para a quantificação das emissões de poeira em vias de tráfego:

- Consumo de combustível dos veículos;
- Tipo de combustível utilizado;
- Massa média dos veículos que trafegam na via;
- Fluxo de tráfego de veículos.

Transferência de Materiais

O transporte dos materiais previstos no Projeto Alemão, no circuito de beneficiamento, é realizado por meio de correias transportadoras. Ocorre ainda transferência de materiais nas operações de carregamento e descarregamento de caminhões. As principais variáveis para a caracterização desse tipo de fonte emissora são:

- Quantidade movimentada de material;
- Umidade do material transportado;
- Velocidade do vento incidente.

Áreas Erosivas Expostas

São fontes que, sujeitas à ação do vento, sofrem erosão superficial emitindo poeira, mesmo que não apresentem movimentação de material.

O principal mecanismo de emissão em uma área erosiva exposta é o arraste eólico das partículas finas e livres existentes nas superfícies expostas. A emissão de MP e MP₁₀ em uma área erosiva exposta têm como variáveis importantes para a sua caracterização:

- dimensão da área exposta;
- teor de finos do material superficial;
- teor de umidade do material da superfície;
- velocidade do vento;
- precipitação pluviométrica.

Britagem e Peneiramento de Minério

A movimentação do material no britador faz com que as partículas finas de poeira contida no minério se desagreguem, com conseqüente geração de pó. As características construtivas desses equipamentos, geralmente confinados, reduzem a emissão de poeira para o ambiente.

As emissões de poeira nos britadores foram inventariadas de acordo com as formulações desenvolvidas pela EPA.

São variáveis importantes para a caracterização das emissões de material particulado no processo de britagem e peneiramento:

- quantidade movimentada de material;
- umidade do material a ser beneficiado;
- sistema de carregamento dos britadores e peneiras;
- altura de queda do material na transferência para o britador.

Taxas de Emissão de Poluentes Atmosféricos da Mina do Alemão

No inventário de emissões atmosféricas da Mina do Alemão foram identificadas e caracterizadas um total de 32 fontes emissoras.

A **Tabela 12.2.1** apresenta a síntese do inventário das fontes emissoras de poluentes atmosféricos da Mina do Alemão. Ressalta-se que os valores apresentados nas tabelas abaixo dizem respeito à capacidade definida como melhor escala de produção de minério de cobre de 5,45 Mt/ano (base seca), projetada para o quinto ano de atividade da mina.

Conforme pode ser observado na **Tabela 12.2.1**, as vias de tráfego e áreas erosivas expostas representam o principal grupo de fontes emissoras de poluentes para a atmosfera, representando cerca de 66% das emissões de material particulado.

A **Figura 12.2.3** apresenta a localização das fontes emissoras inventariadas na Mina do Alemão constantes na **Tabela 12.2.1**.

TABELA 12.2.1

INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DA MINA DO ALEMÃO

Fonte Emissora	Latitude [°]	Longitude [°]	MP [kg/h]	MP ₁₀ [kg/h]	SO ₂ [kg/h]	NO _x [kg/h]	CO [kg/h]	COT [kg/h]
Britador Primário	-6,03324945	-50,56983772	0,13	0,08	-	-	-	-
Britador Secundário	-6,03320171	-50,56837124	0,36	0,23	-	-	-	-
Peneira Primária	-6,03331975	-50,56908302	1,75	1,14	-	-	-	-
<i>Emissão dos Britadores e Peneiras</i>			2,24	1,45	-	-	-	-
Pilha de Concentrados	-6,03269765	-50,57012669	0,13	0,20	-	-	-	-
Pilha de Estéril I	-6,02776386	-50,57040113	0,11	0,17	-	-	-	-
Pilha de Estéril II	-6,02939915	-50,57389267	0,17	0,27	-	-	-	-
Pilha de ROM Britado	-6,03038815	-50,57267054	0,32	0,49	-	-	-	-
Pilha de Transição	-6,03107283	-50,56693849	1,10	1,70	-	-	-	-
Pilha Intermediária	-6,03175618	-50,57121334	0,17	0,25	-	-	-	-
Pilha Temporária	-6,02582983	-50,56995670	1,62	2,49	-	-	-	-
<i>Emissão das Pilhas</i>			5,56	3,62	-	-	-	-
Via Brit. Prim./Pilha ROM	-6,03324945	-50,56983772	6,58	4,28	0,18	0,86	1,07	0,13
Via de Acesso Principal	-6,03315900	-50,58039519	0,41	0,27	0,17	0,84	1,04	0,12
VIA- Disposição Estéril I	-6,03101056	-50,57477118	2,37	1,54	0,06	0,31	0,39	0,05
VIA- Disposição Estéril II	-6,03101056	-50,57477118	0,27	0,18	0,01	0,04	0,04	0,01
Via Pilha concentrados/Brit. Prim.	-6,03236243	-50,56974105	0,18	0,12	0,01	0,05	0,06	0,01
Via Pilha Temporária/Brit. Prim.	-6,03171275	-50,56765154	0,49	0,32	0,02	0,12	0,15	0,02
Via Pilha Transição/Brit. Prim.	-6,03171275	-50,56765154	0,67	0,44	0,03	0,17	0,20	0,02
<i>Emissão das Vias de Tráfego</i>			10,98	7,14	0,49	2,38	2,95	0,35

Continua...

...continuação

Fonte Emissora	Latitude [°]	Longitude [°]	MP [kg/h]	MP ₁₀ [kg/h]	SO ₂ [kg/h]	NO _x [kg/h]	CO [kg/h]	COT [kg/h]
Transferências da Usina	-6,03299562	-50,56806783	3,40	2,23	-	-	-	-
TR - Formação e Recuperação da Pilha de Concentrados	-6,03236243	-50,56974105	0,02	0,01	-	-	-	-
TR - Formação e Recuperação da Pilha de Estéril I	-6,02904862	-50,57101718	0,02	0,01	-	-	-	-
TR - Formação e Recuperação da Pilha de Estéril II	-6,02900745	-50,57353856	0,01	<0,01	-	-	-	-
TR - Formação e Recuperação da Pilha de ROM	-6,02999542	-50,57227272	0,15	0,10	-	-	-	-
TR - Formação e Recuperação da Pilha de Transição	-6,03122009	-50,56737404	<0,01	0,00	-	-	-	-
TR - Formação e Recuperação da Pilha Intermediária	-6,03148767	-50,57091426	0,15	0,09	-	-	-	-
TR - Formação e Recuperação da Pilha Temporária	-6,02720359	-50,56865017	0,01	0,01	-	-	-	-
TR - Shaft Estéril/Caminhão	-6,03094089	-50,57466440	0,02	0,01	-	-	-	-
TR - Shaft/Silo de Descarga	-6,03101056	-50,57477118	0,08	0,05	-	-	-	-
TR - Silo de Descarga/Alimentador de Placas	-6,03101056	-50,57460165	0,08	0,05	-	-	-	-
<i>Emissão das Transferências de Materiais</i>			3,94	2,57	-	-	-	-
Área Exposta - Acampamento Norte	-6,02693381	-50,57400389	7,32	4,76	-	-	-	-
Área Exposta - Acampamento Sul	-6,03275177	-50,56515221	3,80	2,47	-	-	-	-
Área Exposta - Pilha Minério - Próxima a galeria	-6,01689897	-50,58272981	0,57	0,37	-	-	-	-
Área Exposta - Pilha TOPSOIL	-6,02147074	-50,56879077	0,11	0,07	-	-	-	-
<i>Emissão das Áreas Erosivas Expostas</i>			11,81	7,67	-	-	-	-
<i>TOTAL DE EMISSÕES DA MINA DO ALEMÃO</i>			34,53	22,45	0,49	2,38	2,95	0,35

Legenda:

Latitude - Coordenada Geográfica

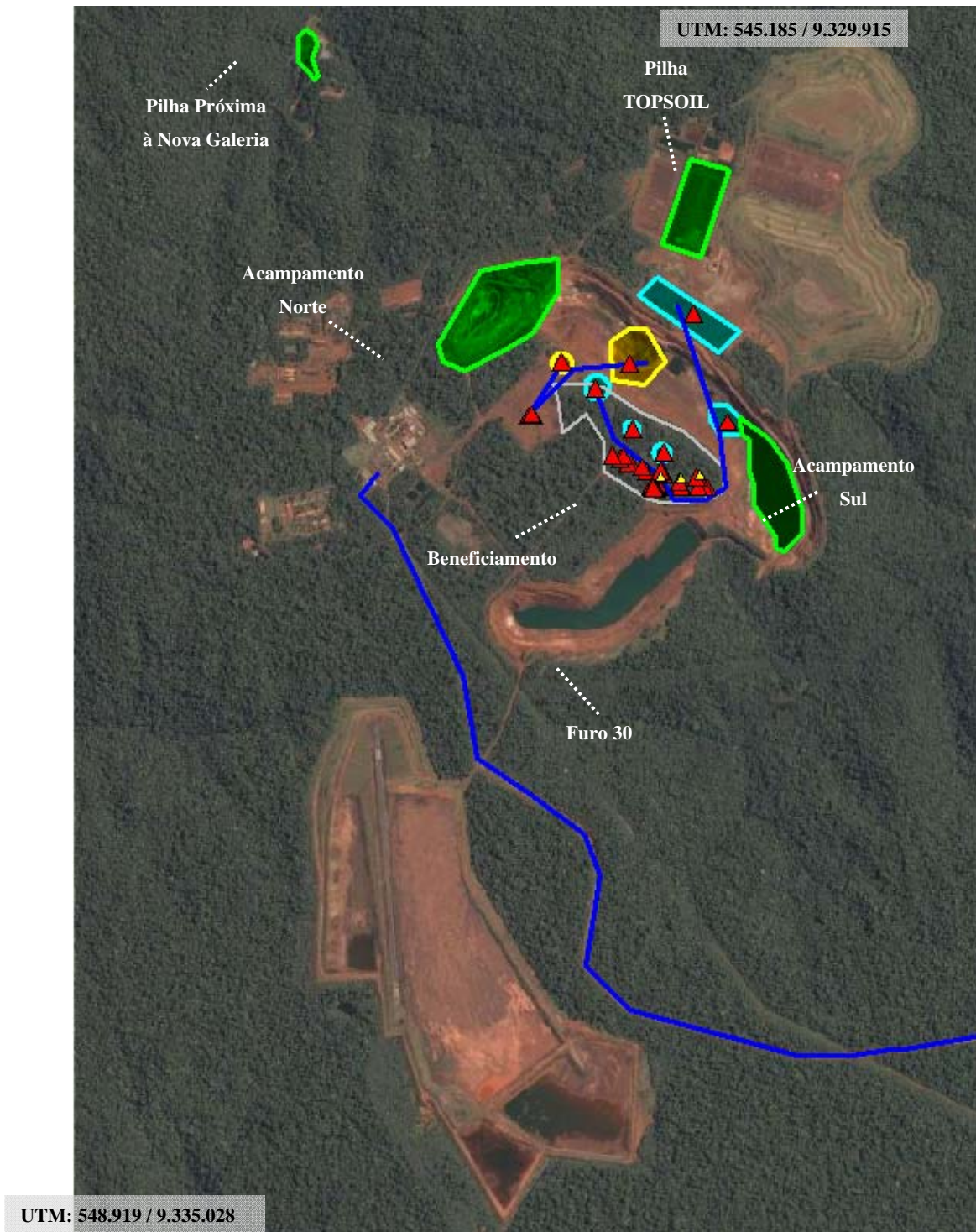
Longitude - Coordenada Geográfica

MP - Taxa de Emissão de Material Particulado

MP₁₀ - Taxa de emissão de Material Particulado com diâmetro inferior a 10 µmSO₂ - Taxa de emissão de Dióxido de EnxofreNO_x - Taxa de emissão de Óxidos de Nitrogênio

CO - Taxa de emissão de Monóxido de Carbono

COT - Taxa de emissão de Compostos Orgânicos Totais



Legenda:

▲ Transferências

— Áreas Expostas

— Pilhas de Minério
Usina de

— Pilhas de Estéril

— Vias de Tráfego

— Beneficiamento

FIGURA 12.2.3 – Localização das Fontes Emissoras da Mina do Alemão

12.2.1.3 Modelagem Matemática da Dispersão Atmosférica de Poluentes

Modelo Utilizado

O modelo de dispersão utilizado foi o AERMOD (EPA, 2004), que é um modelo de pluma gaussiana, recomendado como regulatório pela EPA. Este modelo é um aprimoramento do modelo ISC3 (*Industrial Source Complex*), tendo sido apresentado pela EPA como o seu substituto.

O AERMOD considera a pluma de poluentes em estado estacionário. Na camada limite estável (SBL), a distribuição da concentração é Gaussiana na vertical e horizontal. Contudo, na condição de camada limite convectiva (CBL) a distribuição horizontal é dada como gaussiana, mas a distribuição vertical é descrita por uma função de densidade probabilidade bi-gaussiana. O AERMOD também possibilita o cálculo da reentrada de poluentes lançados acima da camada limite.

Uma das principais melhorias trazidas pelo AERMOD é sua habilidade de caracterizar a CLP (camada limite planetária) através de informações de superfície e dados de estratificações das camadas simultaneamente. Neste estudo, para descrever as condições da atmosfera, o AERMOD utilizou os perfis verticais das variáveis meteorológicas geradas pelo modelo meteorológico numérico de mesoescala WRF (*Weather Research and Forecasting Model*).

Análise de Condições Meteorológicas Aplicadas à Modelagem da Qualidade do Ar

A qualidade do ar de uma determinada área é determinada por complexos fenômenos envolvendo a quantidade, regime e condições de lançamento de poluentes por fontes emissoras influentes, além de mecanismos de remoção, transformação e dispersão desses poluentes na massa de ar. Desta forma, as condições meteorológicas de micro e mesoescala exercem um papel determinante na frequência, duração e concentração dos poluentes a que estão expostos os possíveis receptores situados na Área de Influência Direta dessas fontes.

As variáveis meteorológicas comumente medidas em estações de superfície são a direção e a velocidade do vento, o desvio padrão de direção do vento ($\sigma\theta$), a radiação solar, a precipitação pluviométrica, a umidade relativa do ar, a temperatura e a pressão atmosférica.

Entretanto, para a execução da modelagem matemática da dispersão dos poluentes na atmosfera com o modelo AERMOD, é necessária a utilização de parâmetros que, via de regra, não são mensurados em estações meteorológicas existentes no Brasil.

Diante da carência do conjunto de dados meteorológicos necessários para aplicação do AERMOD, foi utilizada uma abordagem metodológica de vanguarda para suprimento de informações da micrometeorologia local, fazendo uso de modernos métodos de simulação meteorológica de mesoescala. Nesta tarefa, o modelo meteorológico de previsão numérica WRF, desenvolvido pela *Pennsylvania State University / National Center for Atmospheric Research Numerical (PSU/NCAR Weather Research and Forecasting Model)*, foi utilizado para reproduzir as condições atmosféricas (meteorológicas) da área demarcada, ao nível do solo e em diversas altitudes (níveis de pressão atmosférica). Informações meteorológicas históricas de reanálise, obtidas junto ao NCEP (*National Centers for Environmental Prediction-USA*), foram utilizadas como base para alimentação do modelo WRF.

A modelagem com o WRF exige o processamento em computadores de alto desempenho (cluster), o que por sua vez também impõe uma limitação ao tamanho do período de dados a ser reproduzido. No presente estudo optou-se pela reprodução completa da base de dados meteorológicos relativo ao período de 2 anos consecutivos, mais especificamente de 01/01/2006 a 31/12/2007, tomados como médias horárias, 24 horas por dia. Este conjunto de dados foi utilizado para a realização do prognóstico da dispersão dos poluentes atmosféricos da Mina do Alemão.

Para suprir de informações o modelo meteorológico de mesoescala foram utilizados dados providos por modelos globais, compilados num acervo de reanálises. É importante distinguir as definições de análise e reanálise. Na prática da meteorologia moderna, a denominação análise é referente aos procedimentos de interpolação dos dados observados (nas estações em pontos aleatoriamente distribuídos sobre a esfera terrestre e em alturas diversas e também aleatórias) em matrizes tridimensionais previamente definidas. Esta interpolação é feita com a utilização de um modelo numérico global da atmosfera, que permite um fácil processamento gráfico e analítico dessas informações e é imprescindível para a inserção dos dados observados em modelos numéricos regionais.

As reanálises são projetos específicos de grandes centros mundiais de meteorologia operacional, nos quais uma versão de um modelo atmosférico global é utilizada para a reconstrução de análises num longo período de tempo, permitindo o uso confiável das séries temporais produzidas por este procedimento, uma vez que as eventuais variações nestas séries não se devem a mudanças nos modelos utilizados.

A partir dos campos meteorológicos calculados pela simulação tridimensional de mesoescala, foram geradas séries históricas representativas para a Área de Estudo (AE) do empreendimento contendo 17.520 registros médios horários, referentes aos anos de 2006 e 2007, para cada um dos parâmetros apresentados na **Tabela 12.2.2**, que relaciona os dados meteorológicos necessários para a execução do modelo AERMOD.

TABELA 12.2.2**INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS PELO MODELO AERMOD E
CALCULADAS PELA SIMULAÇÃO METEOROLÓGICA DE MESOESCALA - MODELO
WRF**

Parâmetros Meteorológicos
Altura da Camada Limite Convectiva
Altura da Camada Limite Mecânica
Comprimento do Monin-Obukhov
Velocidade do Vento
Direção do Vento
Radiação Solar Global
Escala de Velocidade Convectiva
Fluxo de Calor Latente
Temperatura do Ar
Fluxo de Calor Sensível
Gradiente Vertical de Temperatura Potencial
Perfis Verticais de Direção e Velocidade do Vento
Perfis Verticais de Temperatura do Ar
Velocidade de Fricção

Após a geração dos campos meteorológicos de mesoescala, estes dados foram extraídos para a aplicação do modelo de dispersão de poluentes sob a forma de séries temporais de variáveis meteorológicas ao nível da superfície e de perfis verticais, conforme necessidade de alimentação do modelo AERMOD, configurando assim uma estação meteorológica virtual localizada no mesmo local onde está localizada a Estação Meteorológica do Igarapé-Bahia, conforme apresentado na **Figura 12.2.5**, que também apresenta um exemplo de campo de vento típico da AE associado a um campo de temperatura, ambos calculados com a utilização do modelo WRF.

O parâmetro vento próximo do nível do solo é altamente dependente de fatores de microescala, as características do relevo e do uso do solo do local do empreendimento e os arredores da estação de monitoramento, em geral interferem nas medições realizadas. Os ventos de maior intensidade são menos suscetíveis a essas condições de superfície, ao contrário dos ventos fracos, cujas direções variam mais intensamente em decorrência de obstáculos e alterações da rugosidade do solo.

O comportamento do vento (velocidade e direção) pode ser resumido numa representação gráfica denominada rosa dos ventos, que é apresentada na **Figura 12.2.4** a seguir, gerada com base nas séries temporais de dados horários da Estação Meteorológica Virtual WRF, calculados para o período de 01/01/2006 a 31/12/2007. Na rosa dos ventos observam-se as direções nordeste (NE) e leste-nordeste (ENE) como sendo as mais freqüentes na AE, os ventos apresentam-se de fraco a moderado com velocidade média igual a 3,0 m/s e índice de calmaria de 7,9%.

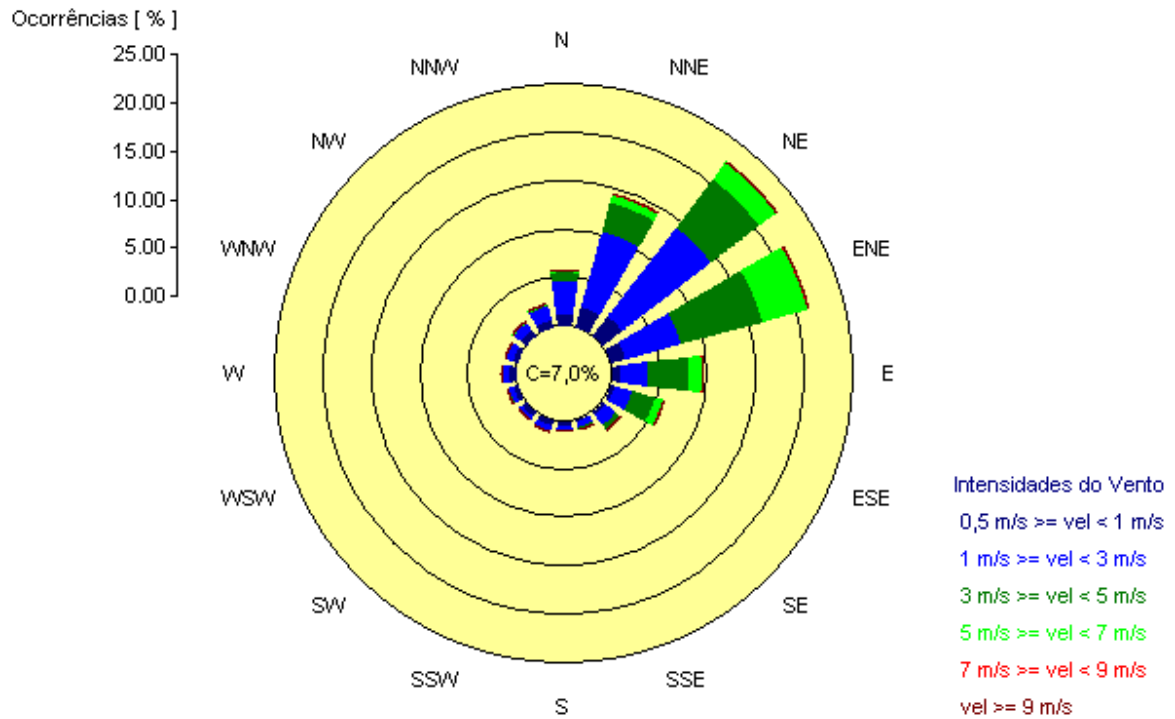
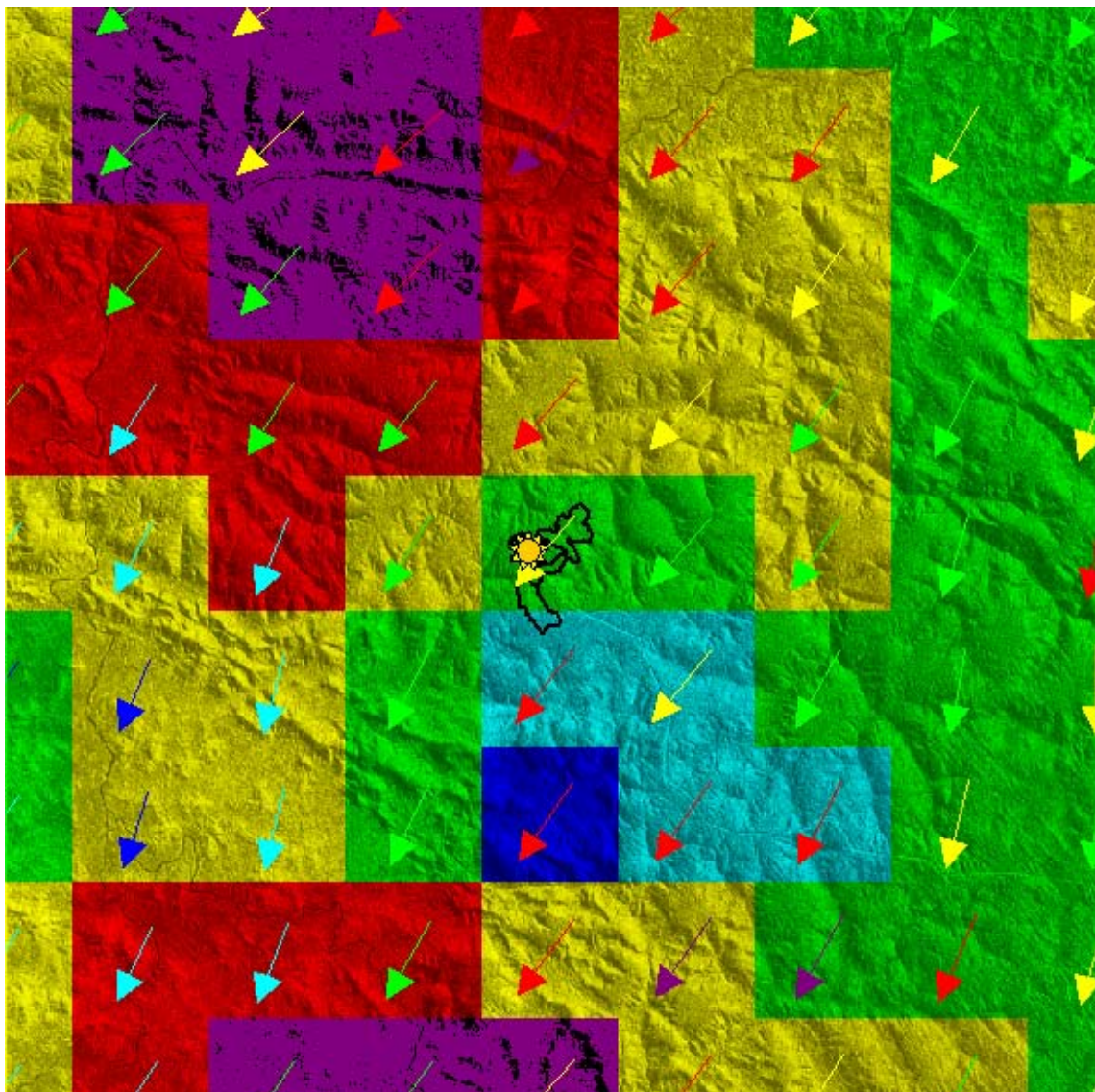


FIGURA 12.2.4 – Rosa dos Ventos da Estação Virtual WRF



Legenda

— Área Interna da Mina do Alemão

■ Estação Virtual WRF

Temperatura

■	305,7 < 306,0 (K)
■	306,0 < 306,5 (K)
■	306,5 < 307,0 (K)
■	307,0 < 307,5 (K)
■	307,5 < 307,8 (K)
■	307,8 < 310,0 (K)

Vento

■	1,0 < 2,0 (m/s)
■	2,0 < 2,5 (m/s)
■	2,5 < 3,0 (m/s)
■	3,0 < 3,2 (m/s)
■	3,2 < 3,5 (m/s)
■	3,5 < 4,0 (m/s)

FIGURA 12.2.5 - Campos de Vento e Temperatura Obtidos com a Simulação de Mesoescala na AE

A caracterização meteorológica de mesoescala, elaborada com detalhes utilizando o modelo WRF, é composta por matrizes tridimensionais que contêm as variáveis citadas na **Tabela 12.2.2** dentre outras. O resumo destas informações, utilizadas no modelo de dispersão atmosférica, é apresentado na forma de curvas típicas extraídas do universo de dados modelados.

A **Figura 12.2.6** descreve a curva típica das médias horárias de temperatura do ar modeladas para a região estudada. A curva típica das médias horárias de radiação solar é exibida na **Figura 12.2.7**. As curvas de comportamento das médias horárias de altura da camada limite convectiva e altura da camada limite mecânica são apresentadas nas **Figuras 12.2.8 e 12.2.9**, respectivamente.

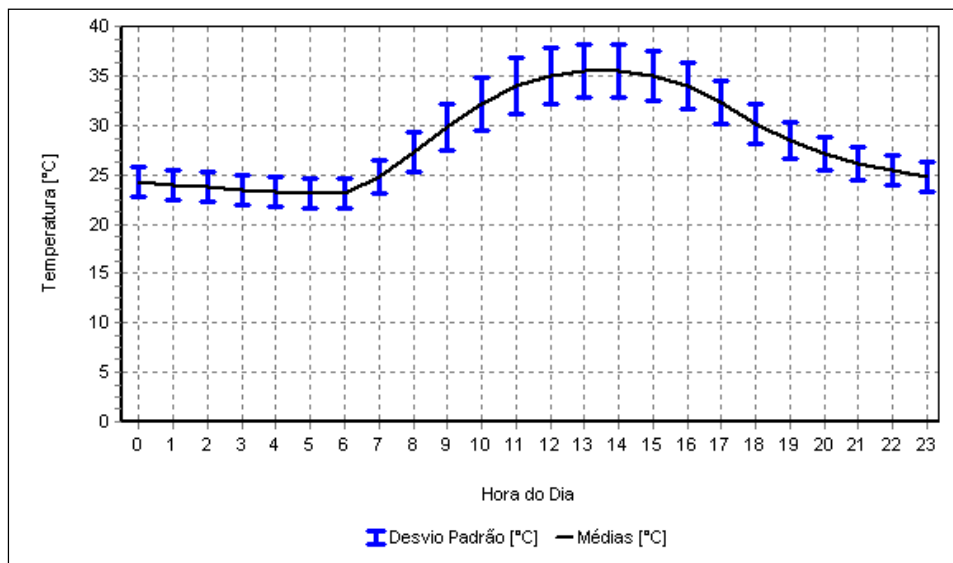


FIGURA 12.2.6 – Médias Horárias Típicas - Temperatura do AR - Estação Virtual WRF

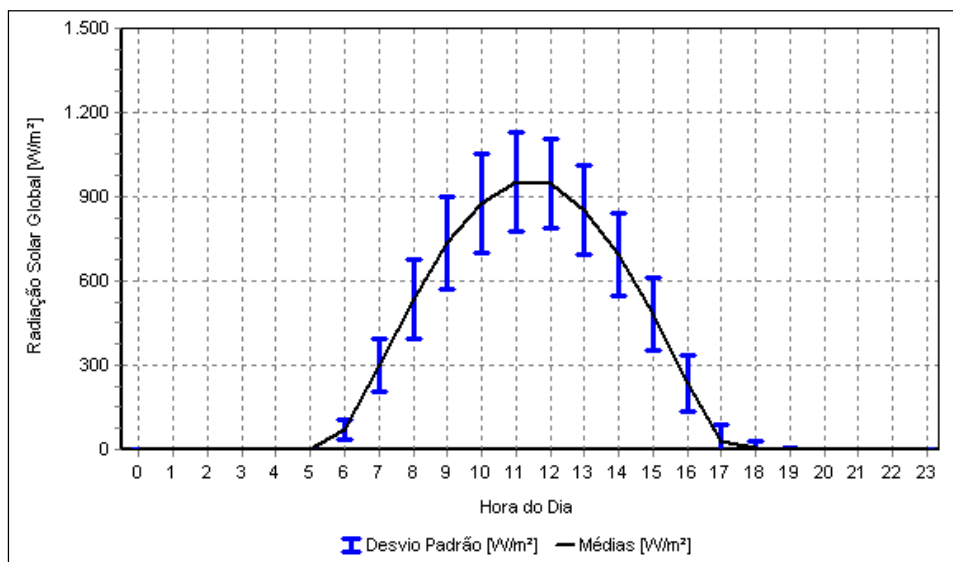


FIGURA 12.2.7 - Médias Horárias Típicas - Radiação Solar - Estação Virtual WRF

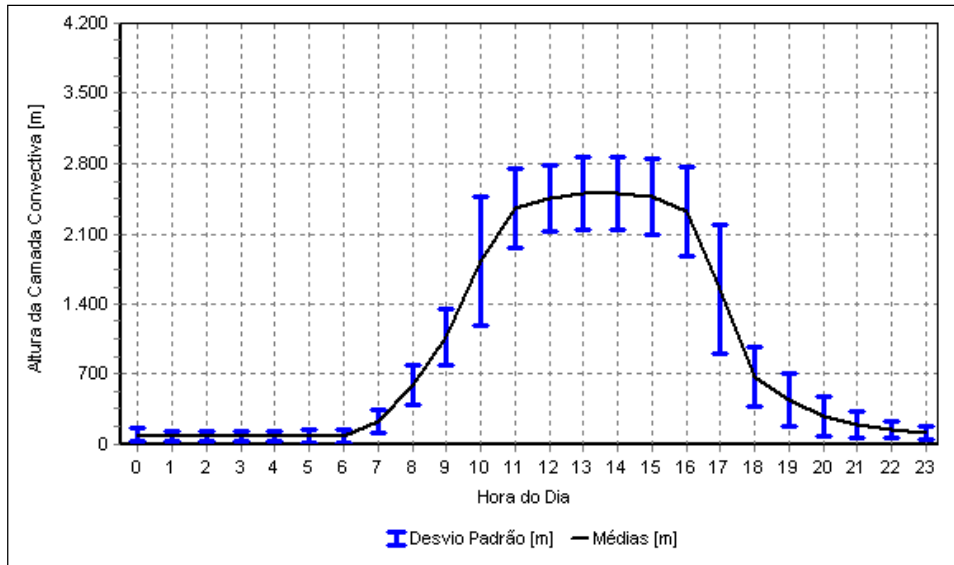


FIGURA 12.2.8- Médias Horárias Típicas - Altura da Camada Limite Convectiva – Estação Virtual WRF

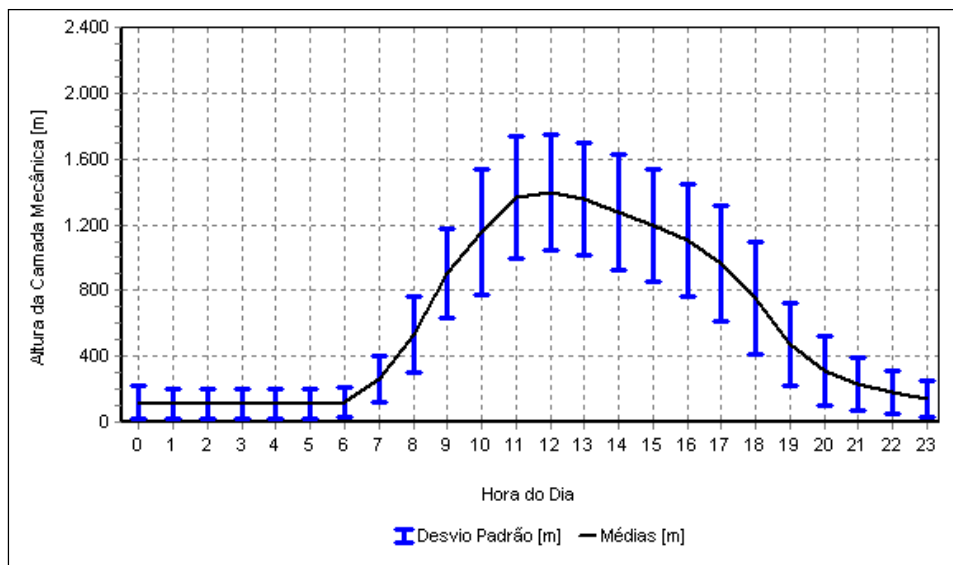


FIGURA 12.2.9 – Médias Horárias Típicas - Altura da Camada Limite Mecânica - Estação Virtual WRF

12.2.1.4 Resultados da Modelagem da Dispersão de Poluentes

Neste tópico é apresentada a quantificação da influência das emissões de poluentes atmosféricos da Mina do Alemão na qualidade do ar. Esta quantificação foi realizada por modelagem matemática (AERMOD), utilizando os dados meteorológicos obtidos através do modelo meteorológico de mesoescala WRF.

Para a análise e interpretação dos impactos na qualidade do ar, são considerados os cenários de maior criticidade, que apresentam as máximas concentrações calculadas pelo modelo. Esta consideração produz resultados conservadores, ao mesmo tempo em que aborda de maneira mais consistente todas as combinações de possibilidades meteorológicas disponíveis.

Para a construção dos cenários modelados de qualidade do ar, o modelo AERMOD foi alimentado com todas as informações de emissões atmosféricas, de meteorologia e de topografia da região, conforme descrito nas seções anteriores.

A modelagem de cenários estatísticos foi realizada com base nos cenários médios horários de concentrações para cada poluente estudado, que por sua vez foram calculados com a utilização de dados meteorológicos médios horários. Os tempos das médias utilizadas para cada poluente correspondem àqueles estabelecidos pelos respectivos padrões de qualidade do ar normatizados pela Resolução CONAMA 03/1990. Desta forma foram analisadas:

- PTS: médias de 24 horas e média do período (média anual);
- PI: médias de 24 horas e média do período (média anual);
- SO₂: médias de 24 horas e média do período (média anual);
- NO_x: médias horárias e média do período (média anual);
- CO: médias horárias, médias de 8 horas e média do período (média anual);
- COT: médias horárias e média do período (média anual).

A avaliação dos impactos do empreendimento na atmosfera da região é apresentada detalhadamente por meio da observação dos cenários de qualidade do ar modelados, com determinação das áreas com maiores alterações da qualidade do ar e áreas mais frequentemente impactadas.

A apresentação gráfica dos resultados da modelagem da dispersão atmosférica para a grade de receptores considerada é denominada de cenário de qualidade do ar. Diante do grande volume de cenários gerados para os diversos poluentes estudados, e da inviabilidade de apresentação de todos esses resultados no presente trabalho, foram selecionados os de maior representatividade, conforme segue:

Cenário de máximo acréscimo por ponto receptor: que apresenta simultaneamente as máximas concentrações que ocorrem em cada célula da malha computacional, independente do momento de sua ocorrência. As máximas concentrações em cada receptor não necessariamente ocorrem simultaneamente, ou seja, na mesma data e hora. Sendo assim, esse cenário não representa fisicamente uma “fotografia” possível de ocorrer, pois é obtido através do agrupamento estatístico dos milhares de casos gerados pela modelagem, sendo muito útil para uma análise global de possibilidades de alterações máximas da qualidade do ar de toda a região;

Cenário de médias de longo período: que representa espacialmente a distribuição média de concentrações de acréscimos de poluentes atmosféricos oriundos do empreendimento, considerando longos períodos, como por exemplo, a média anual. Esse tipo de cenário representa a referência temporal de longo prazo, de alta representatividade estatística, e possibilita a verificação das áreas mais freqüentemente afetadas pelas emissões do empreendimento.

A **Tabela 12.2.3** apresenta os principais resultados calculados com a modelagem da dispersão de poluentes atmosféricos para a AE da Mina do Alemão.

TABELA 12.2.3

MÁXIMOS ACRÉSCIMOS DAS CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES NA ATMOSFERA DA AE DECORRENTES DAS EMISSÕES DA MINA DO ALEMÃO

Poluente	Referência Temporal	PQAr ^a	Concentração Modelada [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Localização ^e
PTS [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	24 h	240	99,7	3,0 km - W
	Média anual	80 ^b	5,2 ^c	3,0 km - SW
PI [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	24 h	150	64,9	3,0 km - W
	Média anual	50	3,4 ^c	3,0 km - SW
SO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	24 h	365	1,3	2,5 km - N
	Média anual	80	0,1 ^c	3,0 km - SW
NO _x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1 h	320 ^d	103,1	2,3 km - SE
	Média anual	100 ^d	0,4 ^c	3,0 km - SW
CO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1 h	40.000	106,4	3,2 km - NW
	8 h	10.000	25,9	2,5 km - N
	Média anual	NA	0,5 ^c	3,0 km - SW
COT [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1 h	NA	15,4	2,3 km - SE
	Média anual	NA	0,1 ^c	3,0 km - SW

Notas:

- Padrão Primário da Qualidade do Ar estabelecido pela Resolução CONAMA 03/1990;
- Média geométrica;
- Média do período modelado;
- Padrão de qualidade do ar estabelecido para as concentrações de NO₂;
- Em relação ao ponto central da usina de beneficiamento;
- NA Não aplicável.

A seguir são apresentados os resultados da modelagem realizada para cada um dos poluentes considerados. As escalas dos cenários foram ajustadas à ordem de grandeza das concentrações calculadas pelo modelo matemático, para facilitar a visualização.

a. PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO

A **Tabela 12.2.4** apresenta as máximas concentrações modeladas para partículas totais em suspensão (PTS).

TABELA 12.2.4

MÁXIMOS ACRÉSCIMOS DAS CONCENTRAÇÕES DE PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO NA ATMOSFERA

Referência Temporal	Padrão de Qualidade do Ar [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^a	Máxima Concentração Modelada [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Localização ^d
24 horas	240	99,7	3,0 km - W
Anual	80 ^b	5,2 ^c	3,0 km - SW

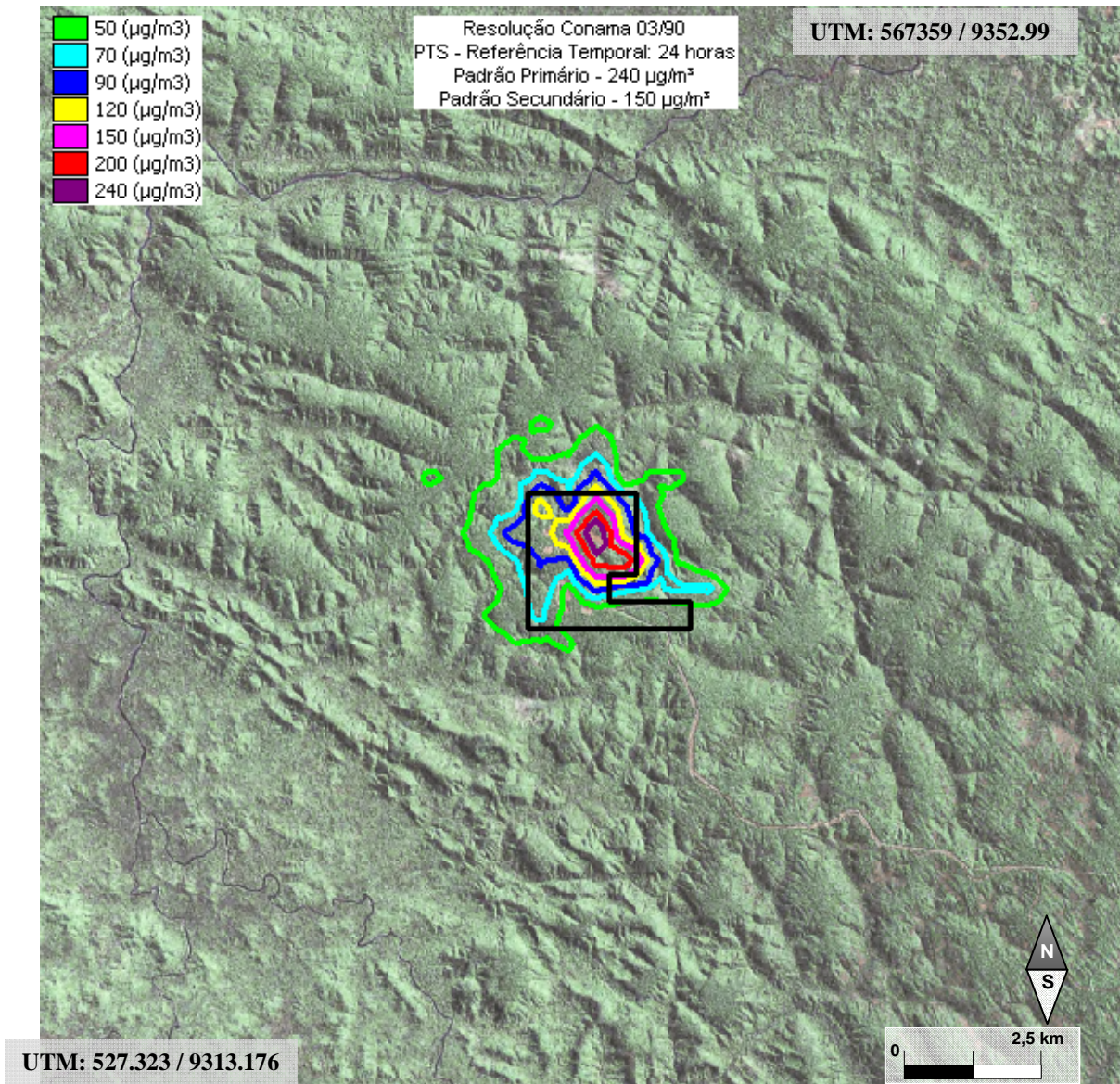
Notas:

- Padrão Primário da Qualidade do Ar estabelecido pela Resolução CONAMA 03/1990;
- Média geométrica anual;
- Média do período modelado;
- Em relação ao ponto central da usina de beneficiamento.

De acordo com os resultados apresentados na **Tabela 12.2.4**, não foram observados acréscimos de concentrações de PTS acima dos padrões primários de qualidade do ar na AE para nenhuma das referências temporais analisadas (24 horas e anual). Em se tratando de referência temporal anual (cenário estatisticamente mais representativo), o valor máximo modelado fica abaixo do limite estabelecido por legislação pertinente, com uma máxima influência relativa do padrão primário de média anual de apenas 6,5%. Além do aspecto de frequência de ocorrência, destaca-se ainda que o evento de máxima concentração ocorre apenas em uma pequena porção da AE (1 km²), conforme pode ser observado na **Figura 12.2.10**.

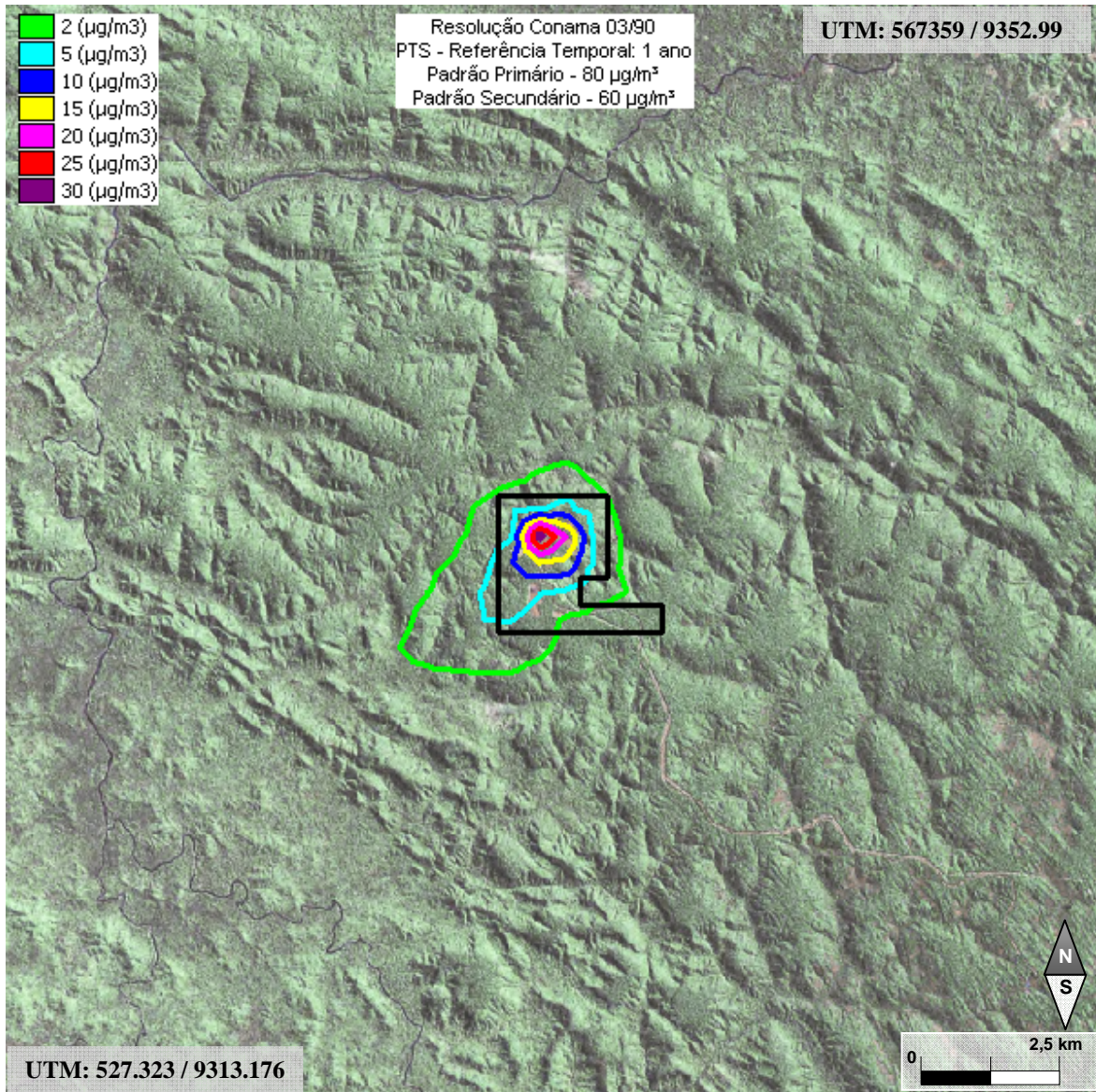
As maiores concentrações de PTS deverão ocorrer na proximidade das fontes do empreendimento. O inventário de emissões atmosféricas da Mina do Alemão é formado por fontes emissoras difusas, cujas emissões ocorrem próximas ao solo, atingindo os receptores mais próximos antes de ocorrer maior diluição da poeira na atmosfera ou remoção da mesma por mecanismos dominados pela ação gravitacional.

As **Figuras 12.2.10 e 12.2.11** apresentam o cenário dos primeiros máximos acréscimos médios de 24 horas por ponto receptor e o cenário de médias do período modelado (anual).



Legenda:
□ Área Interna da Mina do Alemão

FIGURA 12.2.10 - Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações de PTS por Ponto Receptor – Médias de 24 Horas



Legenda:

Área Interna da Mina do Alemão

FIGURA 12.2.11 - Cenário de Concentrações Médias de PTS para o Período Modelado – Média Anual

b. PARTÍCULAS INALÁVEIS

A **Tabela 12.2.5** apresenta as máximas concentrações modeladas para partículas inaláveis (PI).

TABELA 12.2.5**MÁXIMOS ACRÉSCIMOS DAS CONCENTRAÇÕES DE PARTÍCULAS INALÁVEIS NA ATMOSFERA**

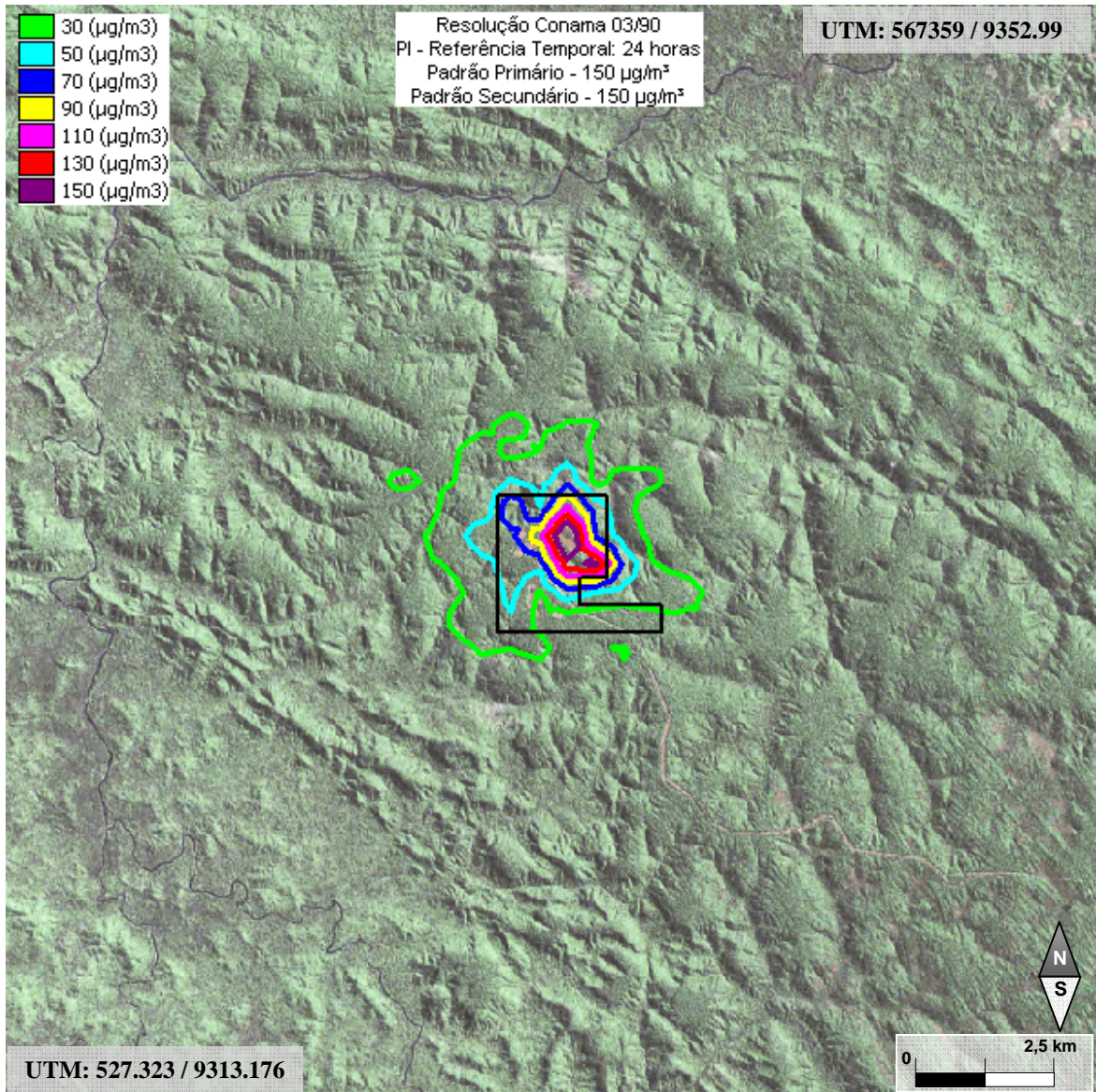
Referência Temporal	Padrão de Qualidade do Ar [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^a	Máxima Concentração Modelada [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Localização ^c
24 horas	150	64,9	3,0 km - W
Anual	50	3,4 ^b	3,0 km - SW

Notas:

- Padrão Primário da Qualidade do Ar estabelecido pela Resolução CONAMA 03/1990;
- Média do período modelado;
- Em relação ao ponto central da usina de beneficiamento.

De acordo com os resultados apresentados na **Tabela 12.2.5**, não foram observados acréscimos de concentrações de PI acima dos padrões primários de qualidade do ar na AE para nenhuma das referências temporais analisadas (24 horas e anual). É prevista uma máxima influência relativa do padrão primário de qualidade do ar para média de 24 horas de 43% e aproximadamente 7% para a média anual.

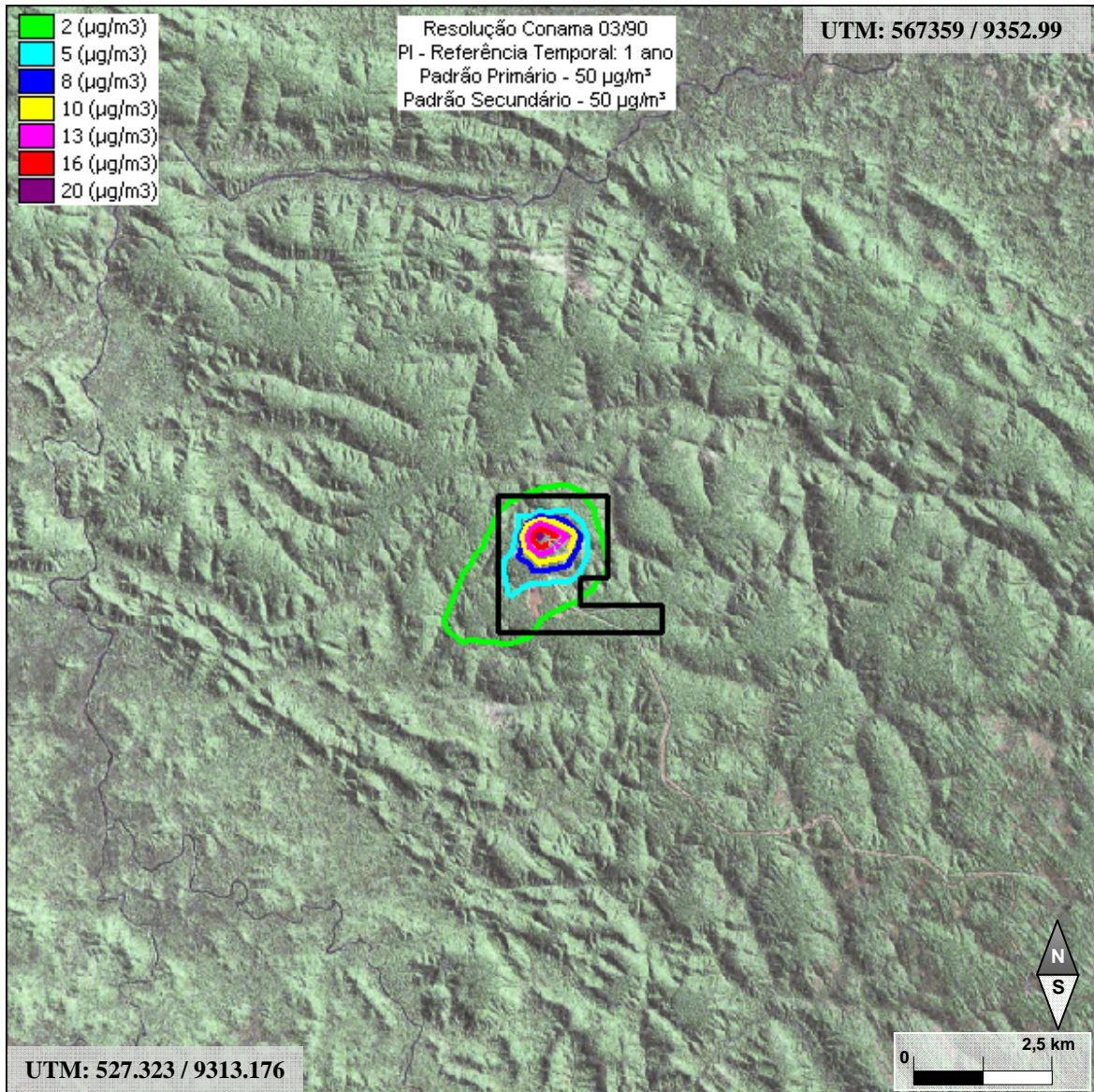
As **Figuras 12.2.12 e 12.2.13** apresentam, respectivamente, o cenário dos primeiros máximos acréscimos médios de 24 horas por ponto receptor e o cenário de médias do período modelado (anual).



Legenda:

Área Interna da Mina do Alemão

FIGURA 12.2.12 - Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações de PI por Ponto Receptor – Médias de 24 Horas



Legenda:

□ Área Interna da Mina do Alemão

FIGURA 12.2.13 - Cenário de Concentrações Médias de PI para o Período Modelado – Média Anual

c. **DIÓXIDO DE ENXOFRE**

A Tabela 12.2.6 apresenta as máximas concentrações modeladas para dióxido de enxofre (SO₂).

TABELA 12.2.6**MÁXIMOS ACRÉSCIMOS DAS CONCENTRAÇÕES DE DIÓXIDO DE ENXOFRE NA ATMOSFERA**

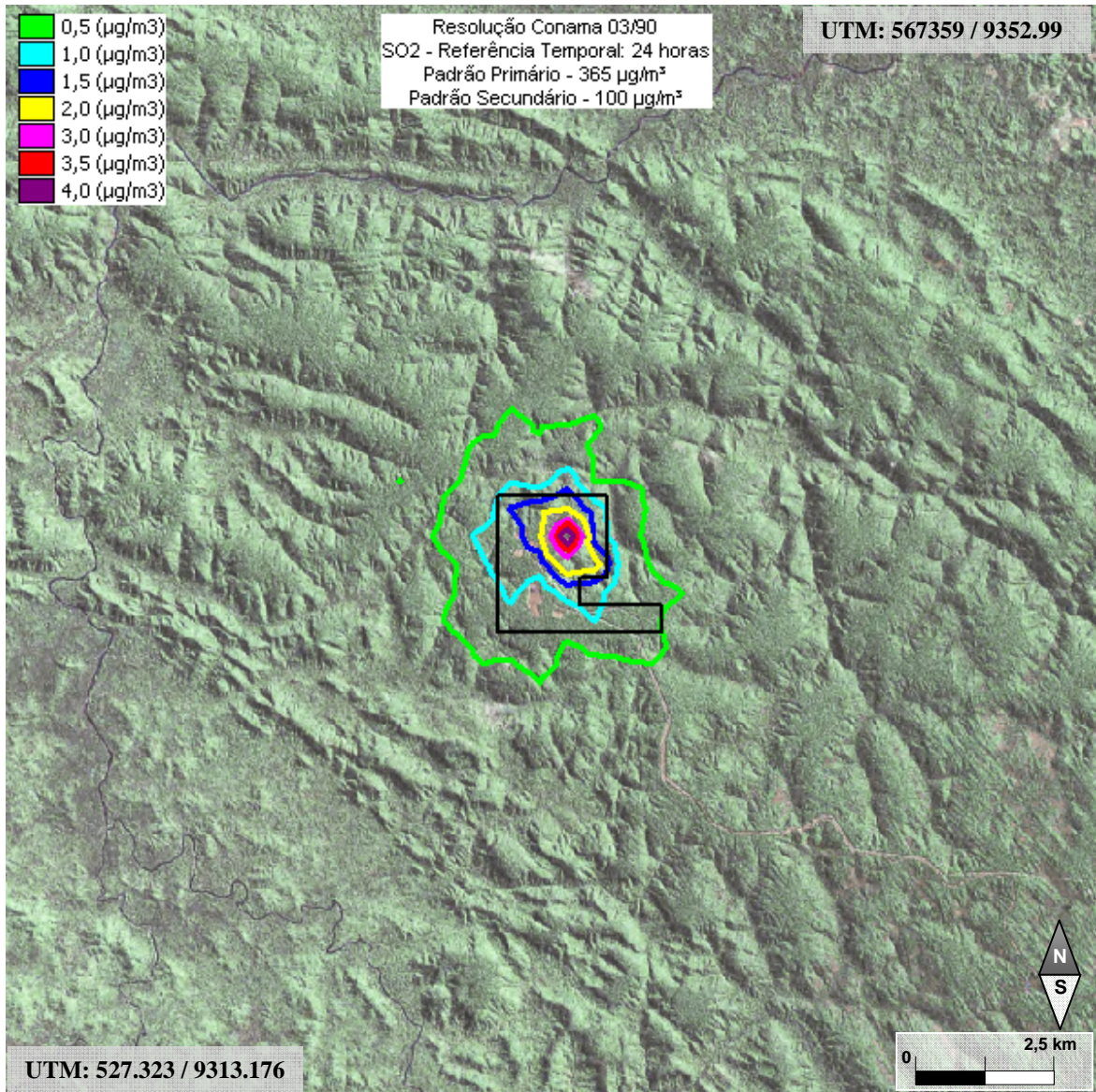
Referência Temporal	Padrão de Qualidade do Ar [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^a	Máxima Concentração Modelada [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Localização ^c
24 horas	365	1,3	2,5 km - N
Anual	80	0,1 ^b	3,0 km - SW

Notas:

- a. Padrão Primário da Qualidade do Ar estabelecido pela Resolução CONAMA 03/1990;
- b. Média do período modelado;
- c. Em relação ao ponto central da usina de beneficiamento.

De acordo com os resultados apresentados na **Tabela 12.2.6**, as concentrações de SO_2 previstas, permaneceram muito abaixo dos limites estabelecidos pelos padrões de qualidade do ar em toda a Área de Influência Direta considerada.

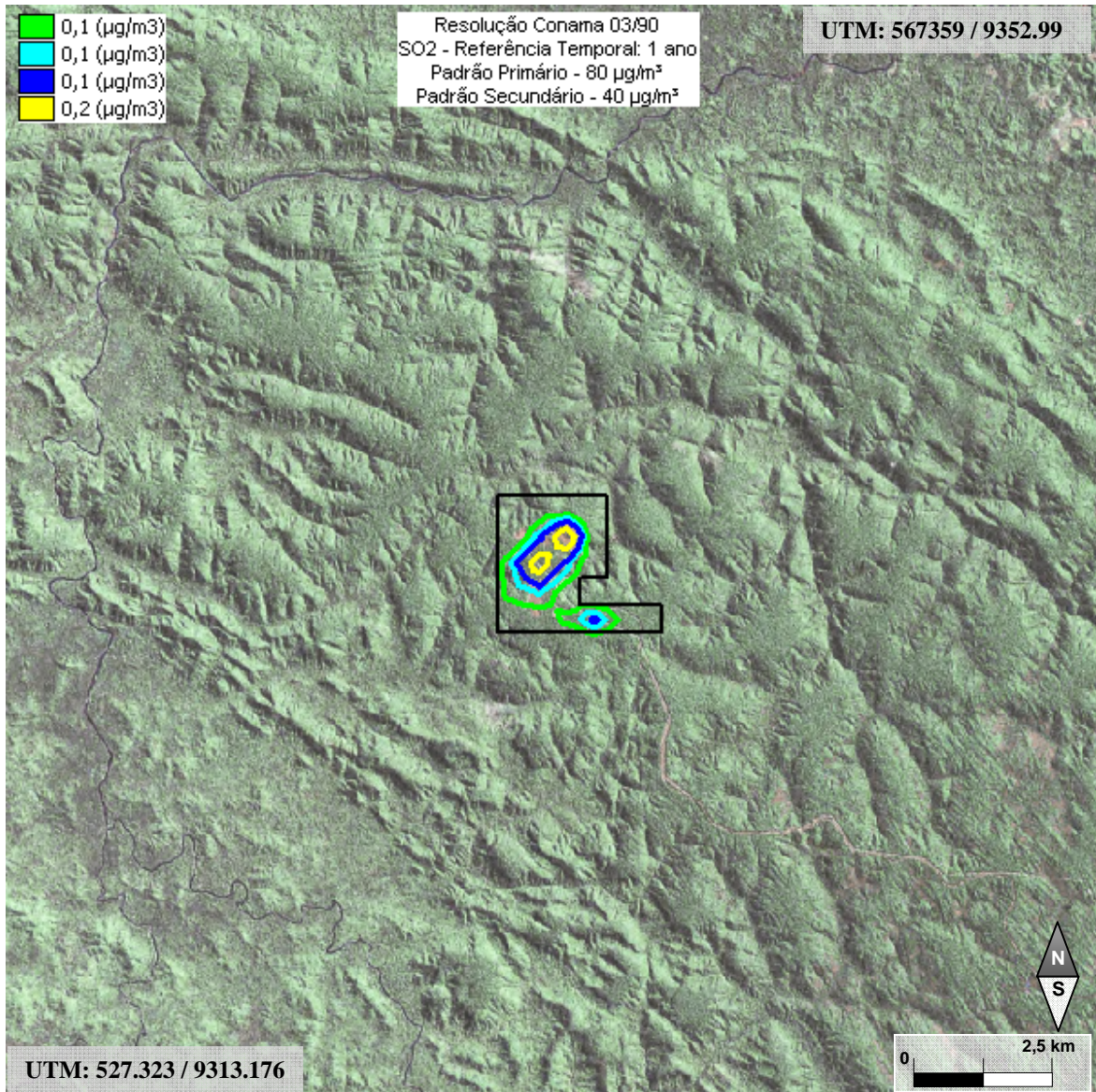
As **Figuras 12.2.14 e 12.2.15** apresentam o cenário dos primeiros máximos acréscimos médios de 24 horas por ponto receptor e o cenário anual de médias do período modelado.



Legenda:

□ Área Interna da Mina do Alemão

FIGURA 12.2.14 - Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações DE SO₂ por Ponto Receptor – Médias de 24 Horas



Legenda:

□ Área Interna da Mina do Alemão

FIGURA 12.2.15 - Cenário de Concentrações Médias de SO₂ para o Período Modelado – Média Anual

d. **ÓXIDOS DE NITROGÊNIO**

A **Tabela 12.2.7** apresenta as máximas concentrações modeladas para óxidos de nitrogênio (NO_x).

TABELA 12.2.7

MÁXIMOS ACRÉSCIMOS DAS CONCENTRAÇÕES DE ÓXIDOS DE NITROGÊNIO NA ATMOSFERA

Referência Temporal	Padrão de Qualidade do Ar [µg/m ³] ^a	Máxima Concentração Modelada [µg/m ³]	Localização ^c
1 hora	320	103,1	2,3 km - SE
Anual	100	0,4 ^b	3,0 km - SW

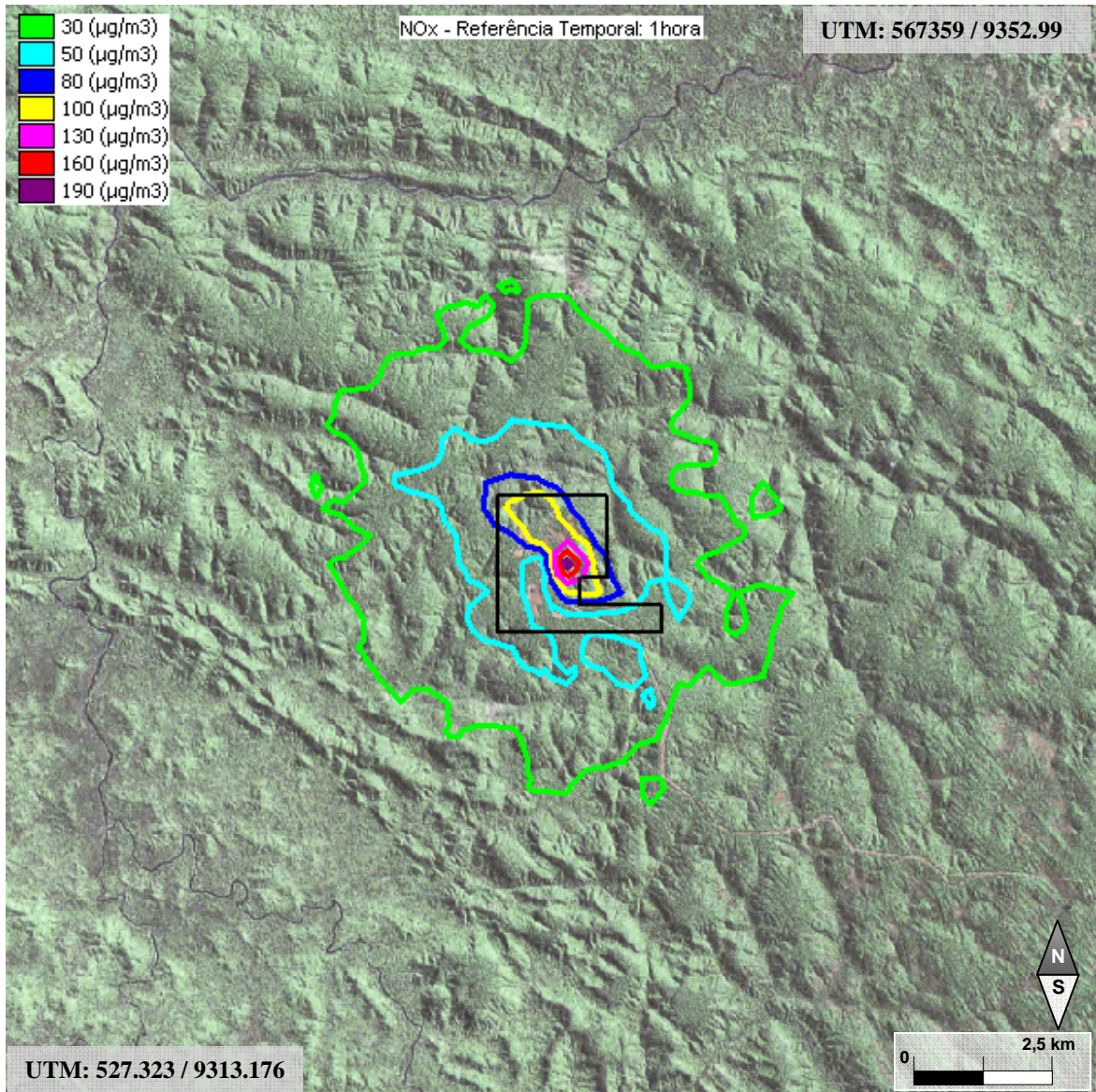
Notas:

- a. Padrão primário da qualidade do ar de NO₂ com referência a Resolução CONAMA;
- b. Média do período modelado;
- c. Em relação ao ponto central da usina de beneficiamento.

A legislação brasileira não prevê concentrações limite para os óxidos de nitrogênio, sendo assim, o padrão de qualidade do ar é estipulado para o dióxido de nitrogênio (NO₂). Todavia, mesmo em uma análise mais conservadora, comparando as concentrações de NO_x acrescidas pelas emissões da Mina do Alemão, aos padrões de qualidade do ar para NO₂, não são verificadas concentrações acima do limite de referência.

Analisando-se ainda a ordem de grandeza das concentrações médias anuais modeladas, para as quais se atribui maior significância estatística, pode ser observado que a máxima concentração obtida corresponde a aproximadamente 0,4% do padrão relativo ao longo período. Em relação ao padrão relacionado à referência temporal de 1 hora, a máxima concentração em área externa à Mina do Alemão alcança cerca de 32% do padrão de qualidade de ar.

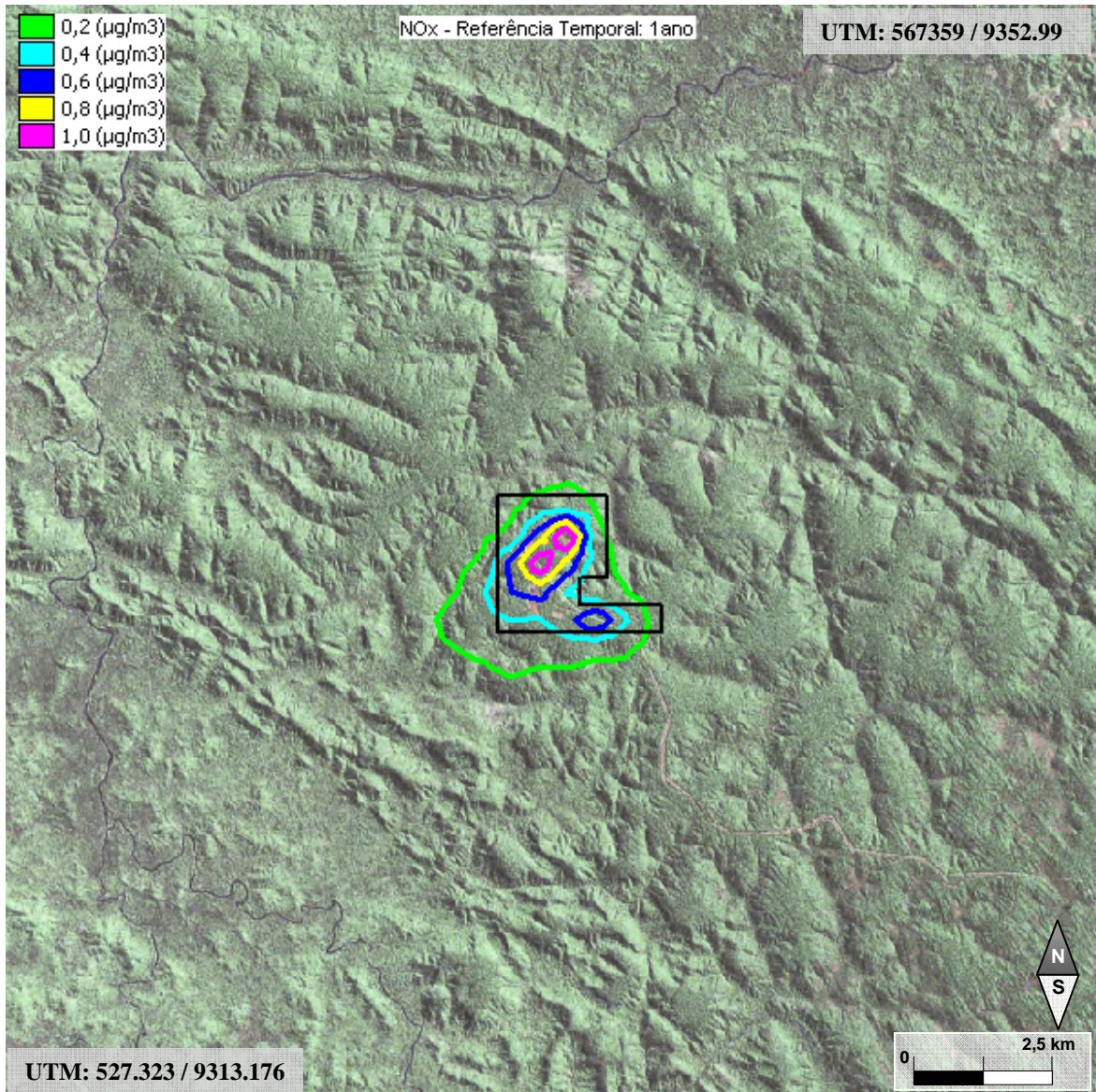
As **Figuras 12.2.16 e 12.2.17** apresentam, o cenário dos primeiros máximos acréscimos médios de 1 hora por ponto receptor e o cenário de médias do período modelado (anual) para o NO_x.



Legenda:

□ Área Interna da Mina do Alemão

FIGURA 12.2.16- Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações de NO_x por Ponto Receptor – Médias de 1 Hora



Legenda:

□ Área Interna da Mina do Alemão

FIGURA 12.2.17 - Cenário de Concentrações Médias de NO_x para o Período Modelado – Média Anual

e. **MONÓXIDO DE CARBONO**

A **Tabela 12.2.8** apresenta as máximas concentrações modeladas para monóxido de carbono (CO).

TABELA 12.2.8

**MÁXIMOS ACRÉSCIMOS DAS CONCENTRAÇÕES DE
MONÓXIDO DE CARBONO NA ATMOSFERA**

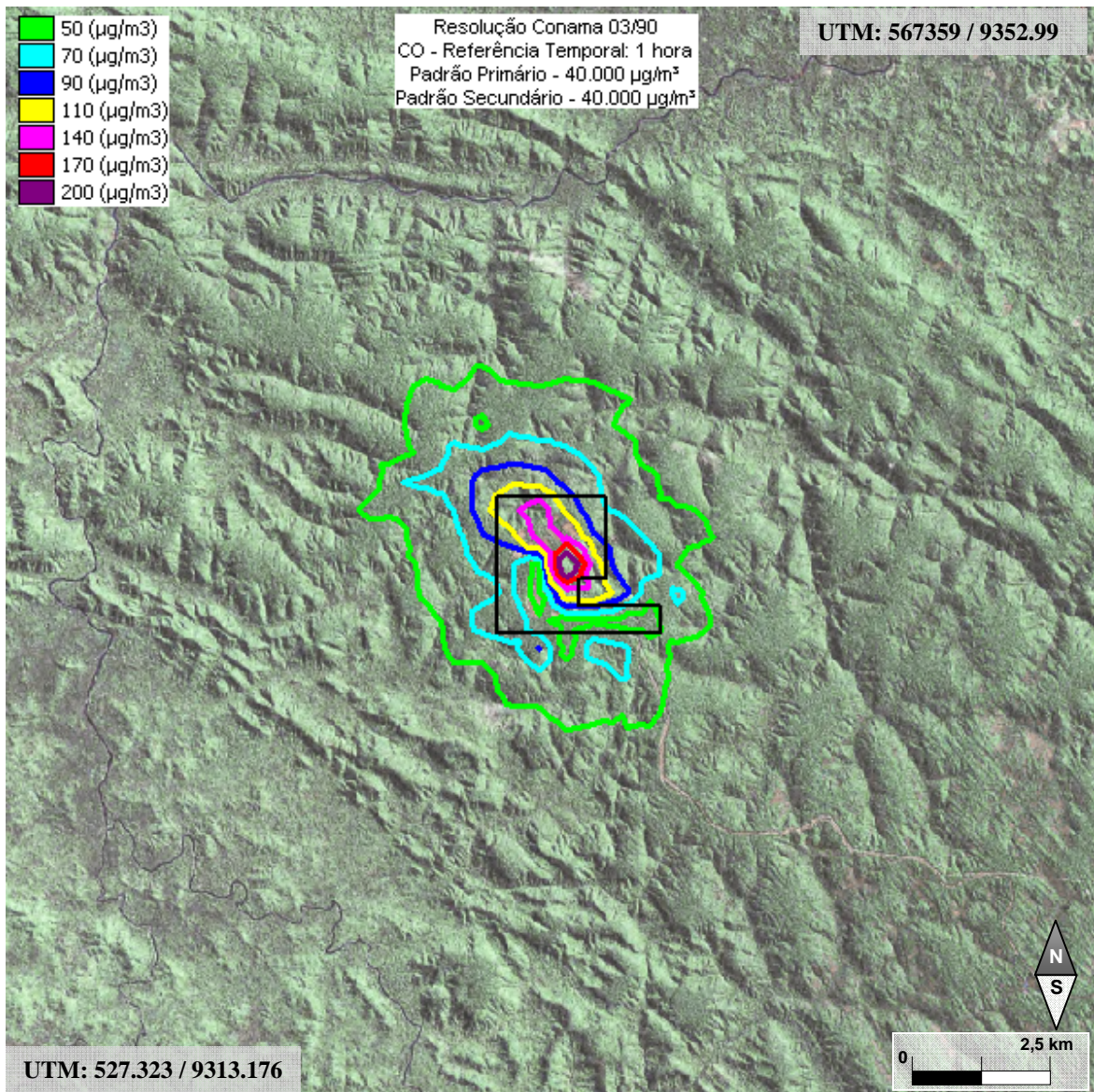
Referência Temporal	Padrão de Qualidade do Ar [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^a	Máxima Concentração Modelada [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Localização ^c
1 hora	40.000	106,4	3,2 km - NW
8 horas	10.000	25,9	2,5 km - N
Anual	NA	0,5 ^b	3,0 km - SW

Notas:

- a. Padrão Primário da Qualidade do Ar estabelecido pela Resolução CONAMA 03/1990;
 - b. Média do período modelado;
 - c. Em relação ao ponto central da usina de beneficiamento;
- NA Não aplicável.

De acordo com os resultados apresentados na **Tabela 12.2.8**, as concentrações de CO estiveram abaixo do limite estabelecido pelos padrões primários de qualidade de ar dentro da AE. Como pode ser observado, para as médias de 1 hora, o máximo valor encontrado em local fora da área interna da Mina do Alemão corresponde a 0,3% do padrão de qualidade do ar. Para as médias de 8 horas, a máxima concentração chega a 0,3% do padrão de qualidade do ar.

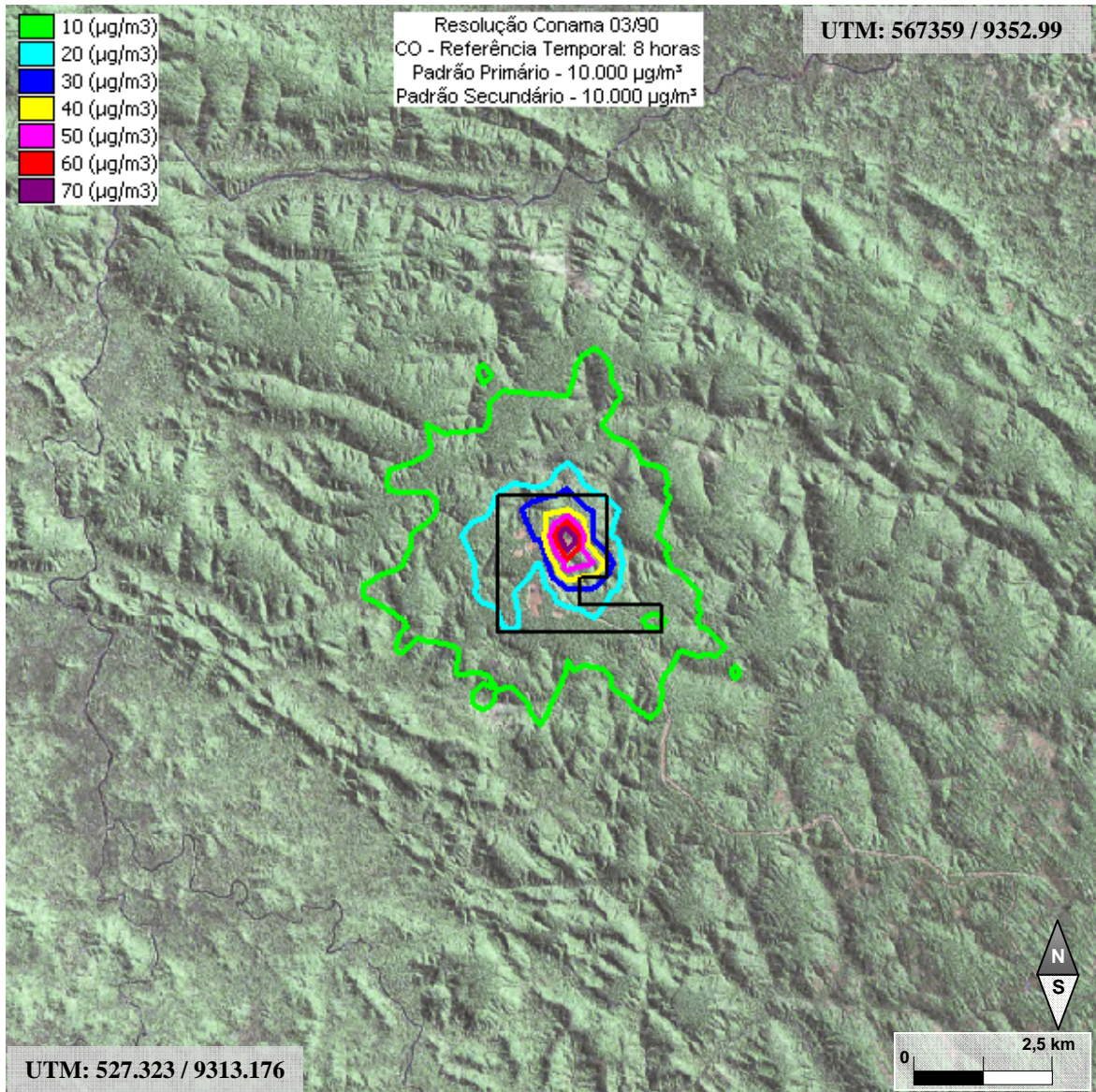
As **Figuras 12.2.18 e 12.2.19** apresentam o cenário dos primeiros máximos acréscimos médios de 1 e 8 horas por ponto receptor, e a **Figura 12.2.20** representa o cenário de médias do período modelado para o CO.



Legenda:

Área Interna da Mina do Alemão

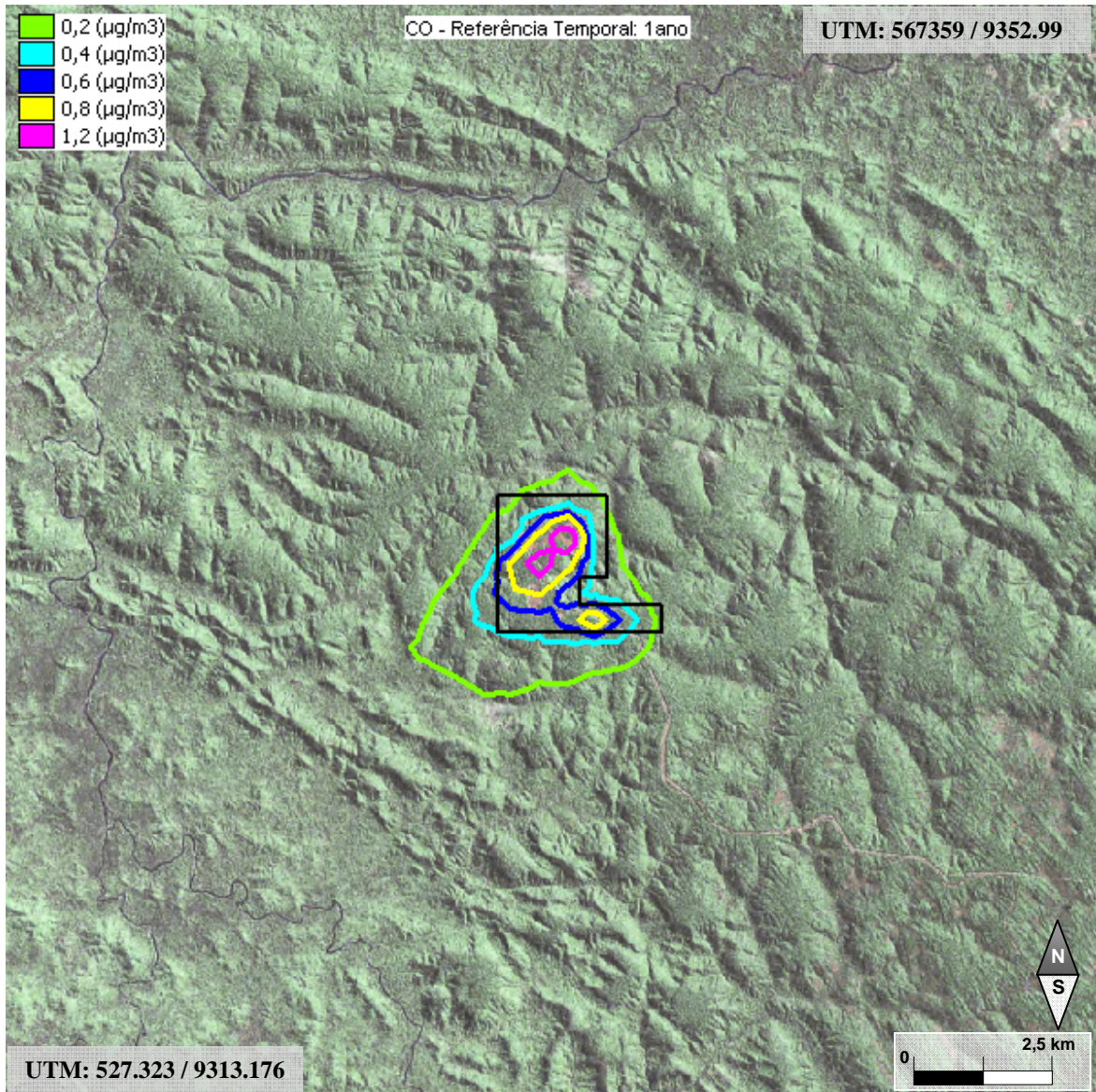
FIGURA 12.2.18 - Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações de CO por Ponto Receptor – Médias de 1 Hora



Legenda:

□ Área Interna da Mina do Alemão

FIGURA 12.2.19 - Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações de CO por Ponto Receptor – Médias de 8 Horas



Legenda:

Área Interna da Mina do Alemão

FIGURA 12.2.20 - Cenário de Concentrações Médias de CO para o Período Modelado – Média Anual

f. COMPOSTOS ORGÂNICOS TOTAIS

A **Tabela 12.2.9** apresenta as máximas concentrações modeladas para compostos orgânicos totais (COT).

TABELA 12.2.9
MÁXIMOS ACRÉSCIMOS DAS CONCENTRAÇÕES DE
COMPOSTOS ORGÂNICOS TOTAIS

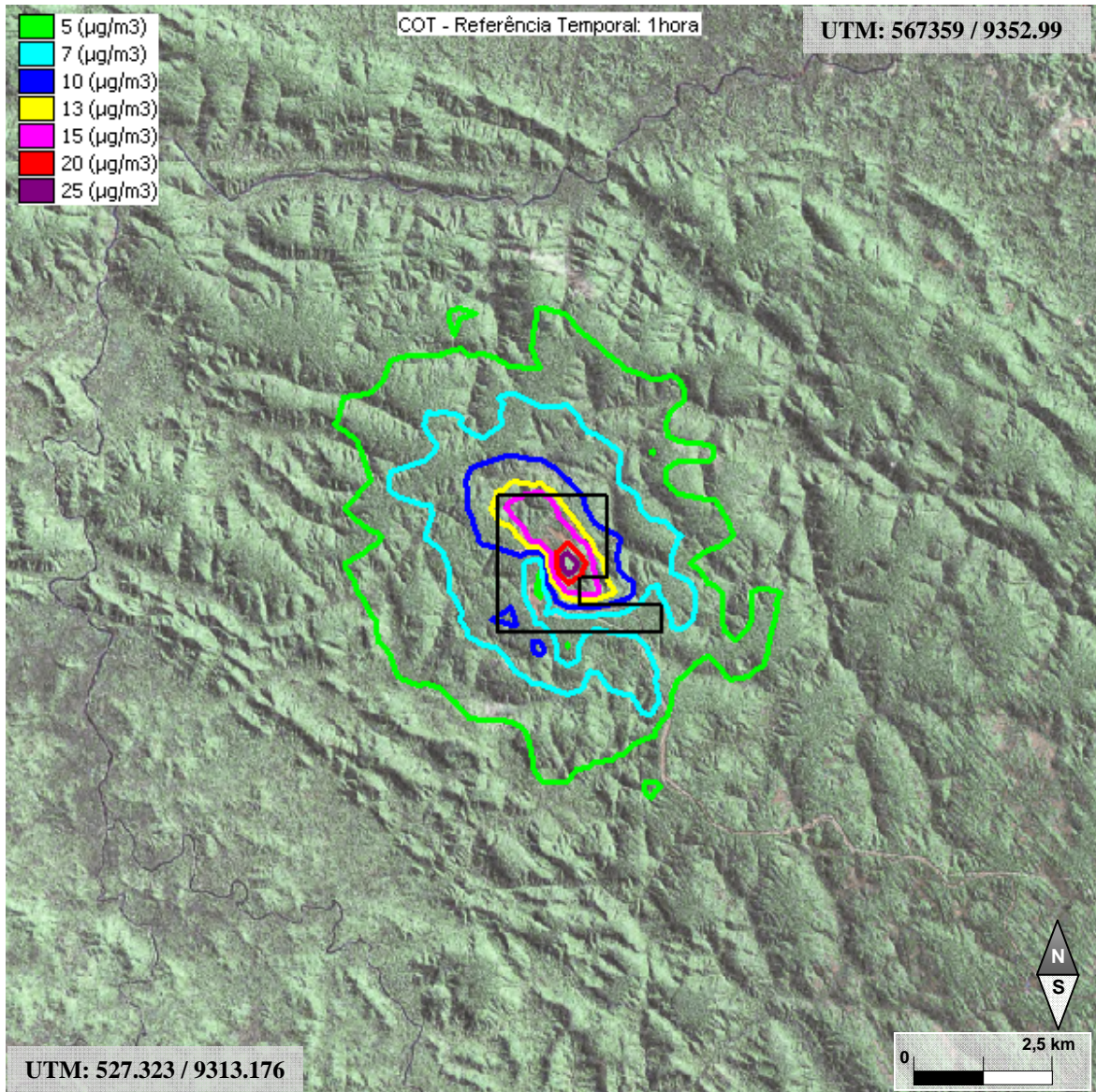
Referência Temporal	Padrão de Qualidade do Ar [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Máxima Concentração Modelada [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Localização ^b
1 hora	NA	15,4	2,3 km - SE
Anual	NA	0,1 ^a	3,0 km - SW

Notas:

- a. Média do período modelado;
- b. Em relação ao ponto central da usina de beneficiamento;
- NA Não aplicável.

A legislação brasileira não dispõe padrões de qualidade do ar para os compostos orgânicos totais. Todavia, os resultados apresentados pela modelagem matemática correspondem a valores pouco significativos se comparados aos encontrados em áreas urbanas, onde as concentrações de longo período atingem valores médios da ordem de 1.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

As **Figuras 12.2.21 e 12.2.22** apresentam, respectivamente, o cenário dos primeiros máximos acréscimos médios de 1 hora por ponto receptor e o cenário de médias do período modelado (média anual).



Legenda:


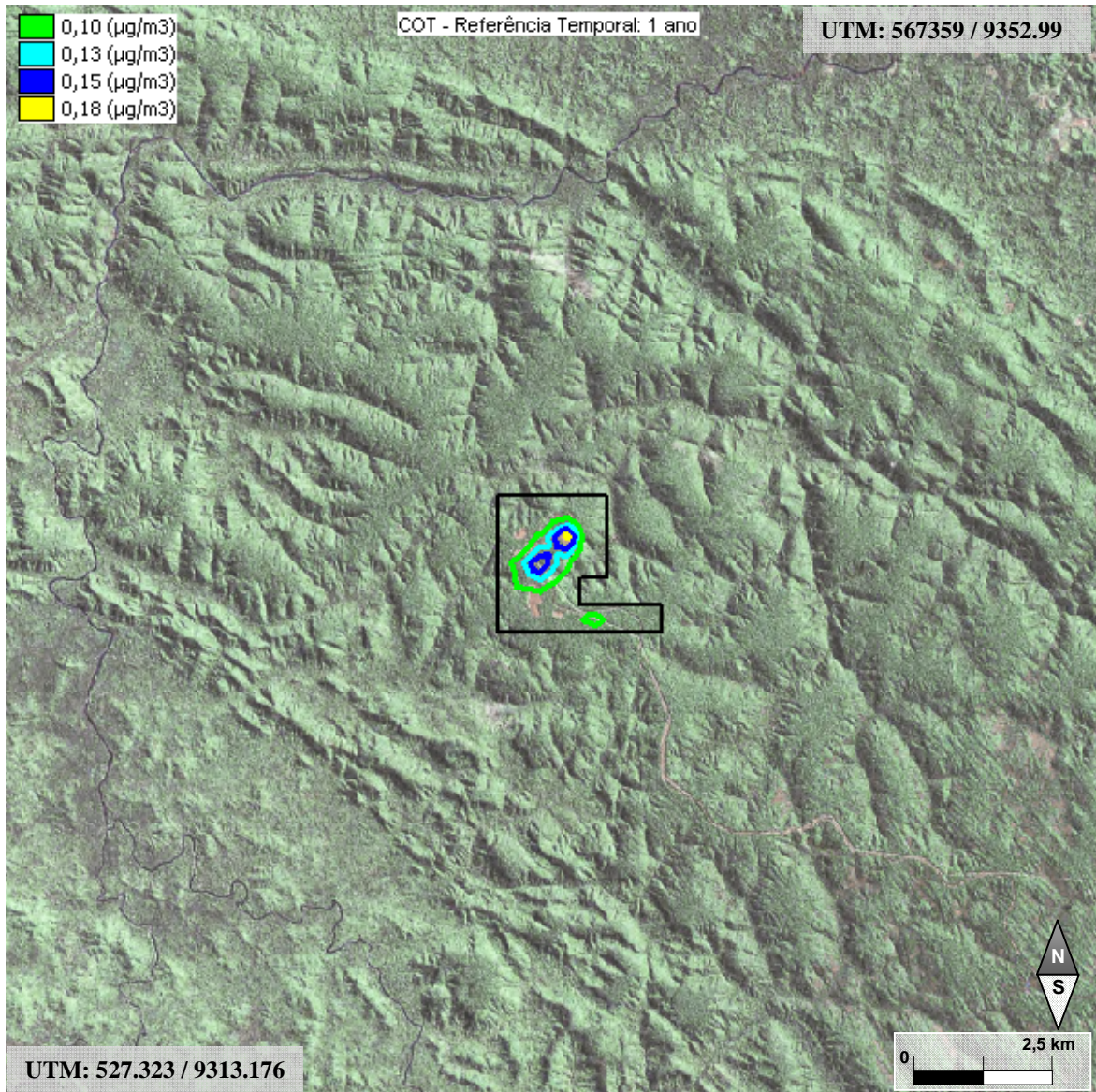
 Área Interna da Mina do Alemão

FIGURA 12.2.21 - Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações de COT por Ponto Receptor – Médias de 1 Hora



Legenda:


 Área Interna da Mina do Alemão

FIGURA 12.2.22 – Cenário de Concentrações Médias de COT para o Período Modelado – Média Anual

12.2.1.5 Síntese do Prognóstico de Qualidade de Ar da Mina do Alemão

Os impactos provenientes das atividades de mineração e beneficiamento da Mina do Alemão na qualidade do ar da área de estudo do empreendimento foram avaliados por meio de cenários de qualidade do ar, calculados com auxílio da modelagem matemática da dispersão de poluentes.

A área de estudo de 1.600 km² (40 x 40 km), destinada à avaliação da extensão e magnitude dos impactos atmosféricos do beneficiamento, mostrou-se suficiente para seus propósitos, uma vez que os impactos significativos para cada poluente analisado ficam nitidamente restritos ao perímetro delimitado.

As informações de micrometeorologia foram obtidas de dados meteorológicos gerados pelo modelo meteorológico de mesoescala denominado *WRF*, para reproduzir as condições meteorológicas ao longo do empreendimento, de hora em hora, desde o primeiro dia de janeiro 2006 ao último dia de dezembro 2007, para a estação virtual posicionada estrategicamente no sítio do empreendimento.

A **Tabela 12.2.10** apresenta o resumo dos máximos acréscimos nos níveis de poluentes atmosféricos previstos para a região, em decorrência da implantação do empreendimento, comparando-os ainda aos padrões primários da qualidade do ar aplicáveis (Resolução CONAMA 03/1990).

TABELA 12.2.10

PROGNÓSTICO DE CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DA MINA DO ALEMÃO NA QUALIDADE DO AR E COMPARAÇÃO COM OS PADRÕES VIGENTES

Poluente	Referência Temporal	PQAr ^a	Concentração Modelada [µg/m ³]	Contribuição Relativa ao PQAr [%]
PTS [µg/m ³]	24 h	240	99,7	41,5
	Média anual	80 ^b	5,2 ^c	6,5
PI [µg/m ³]	24 h	150	64,9	43,3
	Média anual	50	3,4 ^c	6,8
SO ₂ [µg/m ³]	24 h	365	1,3	0,4
	Média anual	80 ^c	0,1 ^c	0,1
NO _x [µg/m ³]	1 h	320 ^d	103,1	32,2
	Média anual	100 ^d	0,4 ^c	0,4
CO [µg/m ³]	1 h	40.000	106,4	0,3
	8 h	10.000	25,9	0,3
	Média anual	NA	0,5 ^c	-
COT [µg/m ³]	1 h	NA	15,4	-
	Média anual	NA	0,1 ^c	-

Notas:

- a. Padrão primário da qualidade do ar estabelecido pela Resolução CONAMA 03/1990;
 - b. Média geométrica anual;
 - c. Média do período modelado;
 - d. Padrão primário da qualidade do ar de NO₂;
- NA Não aplicável.

É importante destacar que, dentre os resultados obtidos por meio de modelagem matemática da dispersão de poluentes, as médias de longo período são as que apresentam maior representatividade estatística, por se tratarem da compilação do universo de configurações de condições meteorológicas e emissões atmosféricas potencialmente passíveis de ocorrência na área de estudo. Consideram-se então os cenários de primárias máximas como máximas contribuições possíveis, mas com baixa probabilidade de ocorrência.

Sob esta ótica, e como foi possível observar ao longo do presente estudo, os maiores acréscimos de concentrações de longo período proporcionados pela Mina do Alemão ocorrerão para os parâmetros PTS e PI. Este comportamento é esperado, uma vez que em atividades de beneficiamento de minério de cobre, os poluentes da classe das partículas (MP e MP₁₀) são normalmente os mais relevantes. Assim, deve ser empenhada atenção especial ao controle das emissões de partículas (poeira), uma vez que estas ocorrem em diversas atividades do empreendimento, sendo destacadas as vias de tráfego e áreas erosivas expostas como principal grupo de fontes emissoras, e que, devido a este princípio devem receber atenção especial quanto ao controle e minimização de suas emissões.

12.2.2 Prognóstico de Ruídos

12.2.2.1 Metodologia Adotada para Simulação Acústica

O procedimento de simulação acústica utilizado no desenvolvimento desse trabalho é fundamentado no método dos raios, conjugado com os procedimentos sobre propagação de ruído em ambientes externos, estabelecidos na norma ISO 9613 – Partes 1 e 2. O cálculo de absorção acústica pela atmosfera, durante a propagação da onda acústica é efetuado em conformidade com os padrões estabelecidos pela norma ISO 9613 – Parte 1 (1993-06) e os demais cálculos gerais são efetuados de acordo com a norma ISO 9613 – Parte 2. Estes procedimentos e padrões estão implementados no programa CadnaA, o qual trabalha no ambiente Windows utilizando uma interface simples que incorpora tecnologia de processamento de Software paralelo controlado (PCSP) e foi utilizado nas simulações computacionais de propagação do ruído que resultou no Mapa Acústico do entorno da Mina do Alemão.

Ambiente de propagação acústica

O ambiente acústico foi definido com auxílio da topografia da área da Mina do Alemão, do seu entorno e da estrada de acesso ao projeto, fornecidos pela Vale. A topografia que incluía o entorno da mina, foi necessária para que pudesse ser calculada a dispersão de ruídos gerados pelas emissões acústicas das máquinas e equipamentos operando na mina.

Foi considerado um valor de temperatura igual a 20°C e umidade relativa do ar igual a 75%, ambas homogêneas ao longo da topografia, nas simulações. Também, nas simulações, foi considerada a presença dos ventos na direção Norte-Nordeste.

Potência acústica das fontes emissoras de ruído

Para realização da simulação de dispersão de ruídos as potências acústicas das fontes emissoras devem ser obtidas, experimentalmente, a partir de medições acústicas efetuadas no próprio empreendimento e/ou em outros empreendimentos que possuam máquinas e equipamentos similares. Para o presente estudo o modelo de simulação acústica foi alimentado com fontes emissoras obtidas na Mina do Sossego, onde operam máquinas e equipamentos similares aos que vão ser utilizados na Mina do Alemão.

Deve-se ressaltar que na ausência de dados (potência acústica) de equipamentos específicos a serem implantados na Mina do Alemão, foram utilizados dados de equipamentos da Mina do Sossego com potência acústica similar ou superior, no intuito de se obter um resultado conservador no modelo de dispersão acústica.

O **Quadro 12.2.1** apresenta o posicionamento das fontes da área operacional utilizadas no modelo de dispersão acústica.

QUADRO 12.2.1

DISTRIBUIÇÃO DAS FONTES DA ÁREA OPERACIONAL NO MODELO DE DISPERSÃO ACÚSTICA

FONTE	COORDENADAS UTM	
	X	Y
Caminhão	546.830	9.333.818
	547.122	9.333.851
	547.331	9.333.820
	547.331	9.333.648
	547.534	9.333.564
	547.458	9.333.676
	547.610	9.333.886
	547.815	9.333.761
	547.937	9.333.207
Pá carregadeira caterpillar 994D	547.316	9.333.652
	548.006	9.333.312
Tartor de esteira Catterpillar D10	546.898	9.333.925
	547.776	9.333.874
Britador Secundário	547.519	9.333.807
	547.428	9.333.315
Usina de beneficiamento	547.752	9.333.145
Veiculo leve	546.060	9.332.941
	546.151	9.333.049
	546.189	933.875
	546.450	9.333.306
	546.529	9.333.136

Para modelagem na área da estrada Pojuca, foram utilizados os dados de fluxo de veículos estimado para etapa de operação do empreendimento. Conforme indicado na caracterização do empreendimento adotou-se os seguintes parâmetros para alimentar o modelo:

- Fluxo de caminhões de minério (Mercedes Benz LK 2638): 44/dia
- Fluxo de veículos leves e pickups: 30/dia
- Ônibus: 20/dia

Nesse contexto, descrevem-se a seguir um ligeiro histórico de como as potências, níveis e espectros acústicos, destas fontes foram determinadas. Os valores dos níveis de potência sonora, em níveis globais, adotados na simulação estão discriminados nas tabelas apresentadas no **Anexo 9.VII**.

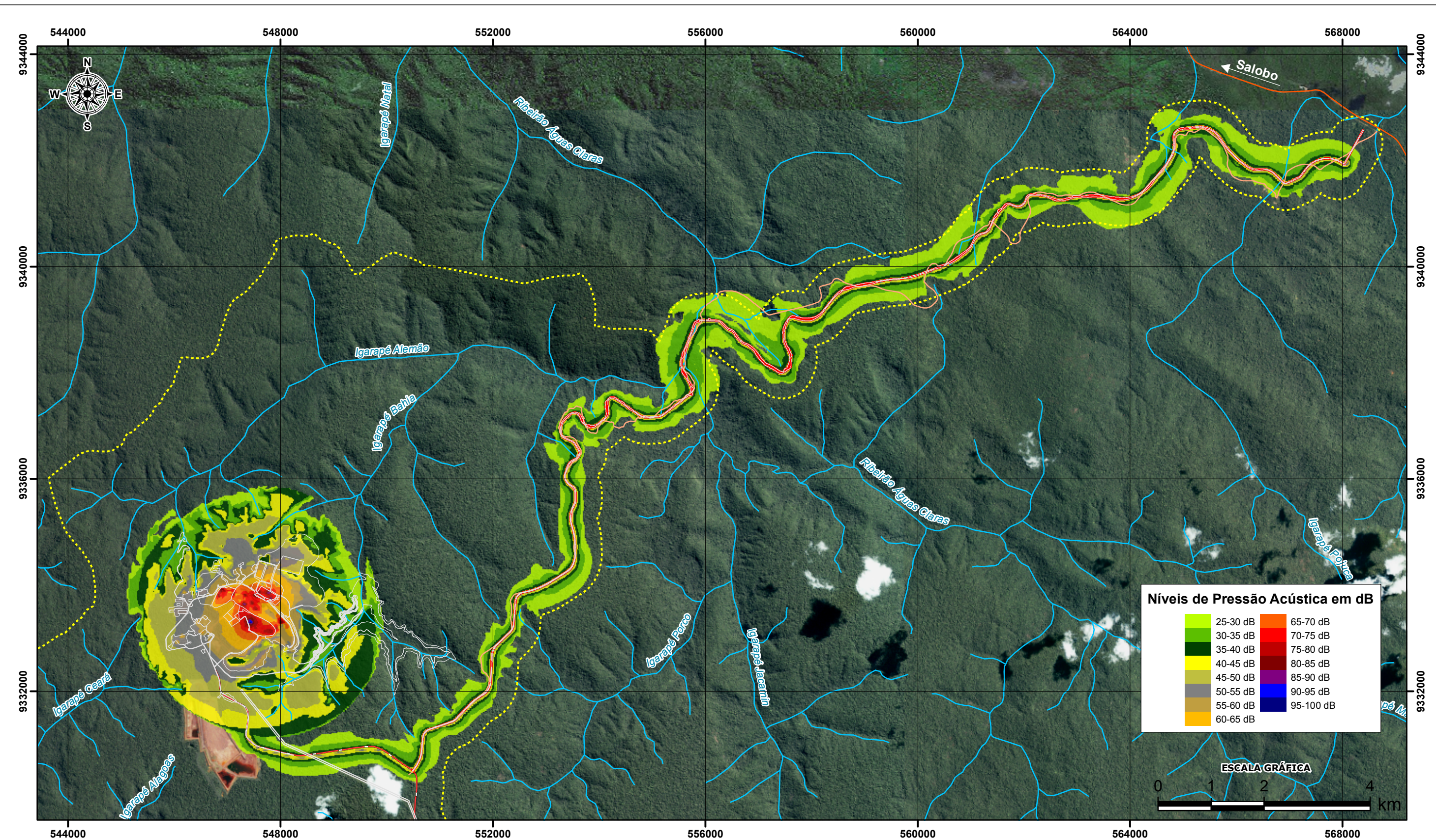
12.2.2.2 Síntese do Prognóstico de Ruídos

O resultado da simulação acústica é apresentado, em um mapa que delimita, por meio de iso-áreas, a dispersão acústica da etapa de operação do empreendimento. O mapa acústico da etapa de operação do Projeto Alemão é apresentado na **Figura 12.2.23**.

Todas as fontes de ruído foram modeladas como fontes pontuais, exceto o tráfego de caminhões na estrada Pojuca e a correia transportadora que foram modeladas como fontes em linha.

Análise dos Resultados

Conforme pode ser observado na **Figura 12.2.23** a propagação do ruído ocorrerá em uma faixa com raio que varia entre 100 e 1000 metros do limite do empreendimento. Ressalta-se, porém, que as alterações mais significativas nos níveis acústicos irão ocorrer no entorno imediato das fontes, permanecendo restritas à área operacional do empreendimento (faixas superiores a 51dB).



Fonte: Imagem SPOT/2007 e Imagem IKONOS/2008, fornecidas pela Vale.

CONVENÇÕES	
	Estrada de Acesso
	Estrada Pojuca (Existente)
	Estrada Pojuca (Projeto)
	Estrada de Acesso ao Igarapé Bahia
	Curso d'água
	Área de Estudo Local
	Área Diretamente Afetada (ADA)

LOCALIZAÇÃO E DADOS TÉCNICOS

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
MERIDIANO CENTRAL: 51° WGR
DATUM HORIZONTAL: SAD 69

Parauapebas(PA) / Projeto Alemão
ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

Figura 12.2.23
Mapa acústico - Resultado da Simulação para Etapa de Operação

EXECUTADO POR: JF	ESCALA: 1:70.000	DATA: Maio/2010	REVISÃO: 00/JR
-------------------	------------------	-----------------	----------------

S:\Sisig\2008\5-Ciente CVRD\089_515_50123-Produto\1-Originals\RT-019_089-515-5012_00-J\Figura_12_2_29_Mapa_Acustico_Op_A3.mxd

A **Tabela 12.2.11**, a seguir confronta os níveis acústicos atuais (apresentados anteriormente no Diagnóstico Ambiental) com os resultados da simulação acústica para etapa de operação do empreendimento.

TABELA 12.2.11

**NÍVEIS ACÚSTICOS PROGNÓSTICADOS
PARA ETAPA DE OPERAÇÃO**

Ponto de Medição	RUÍDO DE FUNDO				Prognóstico com o Empreendimento Ruído gerado na Etapa de Operação (dB)
	Diurno Manhã (07:00h a 11:00h)	Diurno Tarde (13:00h a 17:00h)	Vespertino (17:30h a 21:30h)	Noturno (22:00h a 07:00h)	
RVB 01	44	52	49	46	50
RVB 02	49	51	58	50	32
RVB 03	42	48	52	50	53
RVB 04	54	56	59	52	36
RVB 05	44	48	54	50	32
RVB 06	52	55	54	56	25
RVB 07	33	44	52	51	<25
RVB 08	53	58	51	52	33
RVB 09	39	50	49	47	<25
RVB 10	65	64	63	62	<25

Se confrontados os resultados das medições do ruído de fundo atual com o prognóstico acústico da etapa de operação, pode-se observar que apenas nos pontos RVB01 e RVB03 haverá acréscimo do nível acústico. Ressalta-se que os pontos RVB01 e RVB03 encontram-se próximos as áreas operacionais do empreendimento, onde serão instalados equipamentos de beneficiamento e operadas máquinas durante a etapa de operação do empreendimento.

A maior variação esperada é para a região do ponto RVB03 no período manhã, onde prognosticou-se um incremento de 11dB no ruído de fundo atual. No entanto, se consideramos que a média das 4 medições realizadas no ponto RVB03 é de 48dB, o incremento médio passa a ser de apenas 5dB neste local.

A partir do perímetro externo da área operacional da Mina do Alemão, espera-se que as emissões de ruídos do empreendimento não causem alteração dos níveis acústicos atuais. No entanto, deve-se destacar que haverá a inserção de novos sons no entorno imediato do empreendimento (num raio de até 1000m a partir das fontes), ou seja, a partir de seu perímetro externo o empreendimento poderá ser ouvido, porém em níveis acústicos abaixo do ruído de fundo existente naqueles locais.

No que tange aos ruídos gerados pela circulação de veículos e caminhões na estrada Pojuca, pode-se dizer que os níveis acústicos sofrerão incrementos pontuais em uma faixa próxima a esta nova via, sem causar alterações significativas no padrão de ruído de fundo atual da região. Podendo ser ouvidos a uma distância de até 500 metros do eixo da estrada.

12.2.3 Avaliação de Impactos

12.2.3.1 Meio Físico

Alteração da qualidade do ar

Este impacto está previsto para ocorrer durante as etapas de implantação, operação e fechamento da Mina do Alemão.

Os aspectos ambientais que causam o impacto de alteração da qualidade do ar são:

- Emissão de material particulado: provenientes de fontes móveis, extensas e de ressuspensão e/ou arraste eólico;
- Emissão de gases de combustão: provenientes de fontes móveis (veículos).

O principal poluente emitido na etapa de implantação será o material particulado (MP e MP₁₀), mas também serão emitidos em menor escala gases como o dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HCT). Os poluentes citados serão emitidos em função das atividades/estruturas previstas na etapa de implantação, a saber: terraplanagem, supressão de vegetação (corte, remoção, transporte e estocagem da madeira em pátios selecionados nas áreas) e obras civis.

A avaliação deste impacto levou em consideração a adoção de um sistema de aspersão para redução das emissões de material particulado gerados durante a etapa de implantação.

O impacto de alteração da qualidade do ar durante a etapa de implantação é considerado de ocorrência real em função da relação direta entre o impacto e os aspectos citados, de natureza negativa em decorrência da deterioração da qualidade do ar, mesmo que de pequena magnitude. É considerado de duração temporária e de incidência direta, pois o impacto é passível de ocorrer em momentos específicos mediante a execução de atividades previstas na fase de implantação da Mina do Alemão.

Em função do impacto ocorrer imediatamente após a execução das atividades citadas, é considerado como de curto prazo. Em função do tipo de empreendimento em estudo, aliado as emissões de poluentes atmosféricos previstas na etapa de implantação, considera-se o impacto como de pequena magnitude, de abrangência local, reversível e de baixa importância.

Considerando os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, conforme determina a metodologia de avaliação de impactos adotada, a alteração da qualidade do ar na etapa de implantação foi avaliado como de baixa significância.

Durante a etapa de operação os aspectos ambientais que causam o impacto de alteração da qualidade do ar são os mesmos identificados na fase de implantação. Todavia, na fase de operação tais aspectos se apresentam mais influentes para a alteração da qualidade do ar da área de estudo, devido à ampliação de suas proporções e a frequência com que aparecem. O principal poluente emitido na fase de operação será o material particulado, mas também serão emitidos em menor escala gases como o dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HCT).

Durante a etapa de operação o impacto de alteração da qualidade do ar poderá ocorrer a partir das atividades previstas de lavra, beneficiamento do minério, disposição do estéril e rejeito, bem como do transporte do produto por caminhões pela estrada Pojuca.

Considerando que será implantado sistema de aspersão para redução das emissões de material particulado gerados durante a etapa de operação, o impacto de alteração da qualidade do ar foi avaliado como de ocorrência real em função da relação direta entre o impacto e os aspectos citados, de natureza negativa em decorrência da deterioração da qualidade do ar. É considerado de duração temporária e de incidência direta, pois o impacto é passível de ocorrer em momentos específicos mediante a ocorrência de atividades previstas na etapa de operação do Projeto Alemão.

Em função de o impacto ocorrer imediatamente após a ocorrência das atividades citadas, é considerado como de curto prazo. Em função do tipo de empreendimento em estudo, aliado as emissões de poluentes atmosféricos previstas na etapa de operação considera-se o impacto de média magnitude, de abrangência regional, reversível e de média importância.

Considerando os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, conforme determina a metodologia de avaliação de impactos adotada, a alteração da qualidade do ar na etapa de operação foi avaliado como de média significância.

Também na fase de fechamento, os aspectos ambientais responsáveis por alterações na qualidade do ar serão a emissão de material particulado e a emissão de gases de combustão. Os poluentes emitidos na fase de fechamento, considerando uma emissão em baixa escala, serão o material particulado, dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HCT).

Na fase de fechamento, as emissões dos poluentes citados estão relacionadas às atividades de auto-sustentabilidade da lavra e das pilhas de estéril e desmobilização das estruturas do beneficiamento. Os principais mecanismos de emissão estão relacionados assim como na etapa de instalação e operação, à ressuspensão causada pelo arraste eólico de materiais depositados sobre superfícies expostas, pelo trânsito de veículos em vias não pavimentadas e pela movimentação de materiais fragmentados pulverulentos.

O impacto de alteração da qualidade do ar durante a etapa de fechamento é considerado de ocorrência real em função da relação direta entre o impacto e os aspectos citados, de natureza negativa em decorrência da deterioração da qualidade do ar. É considerado de duração temporária e de incidência direta, pois o impacto é passível de ocorrer em momentos específicos mediante a ocorrência de atividades previstas na etapa de fechamento da Mina do Alemão. Em função do impacto ocorrer imediatamente após a ocorrência das atividades citadas, é considerado como de curto prazo.

Em função das baixas emissões atmosféricas previstas na etapa de fechamento considera-se o impacto de pequena magnitude, de abrangência local, reversível e de baixa importância.

Considerando os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, conforme determina a metodologia de avaliação de impactos adotada, a alteração da qualidade do ar na etapa de fechamento foi avaliado como de baixa significância.

Cessada a ocorrência das atividades, a alteração da qualidade do ar também não mais existirá, desta forma configura-se como um impacto com temporalidade de até 25 anos.

As alterações da qualidade do ar, a serem proporcionadas pelas emissões atmosféricas decorrentes da operação da Mina do Alemão, foram avaliadas de forma quantitativa, utilizando técnicas de modelagem da dispersão de poluentes na atmosfera, propiciando o estabelecimento de um prognóstico da qualidade do ar mais preciso para a área de estudo. Foi verificado que os incrementos das concentrações médias de curto (1h, 08h e 24h) e longo período (média anual) dos poluentes regulamentados na atmosfera da Área de Estudo Local deverão se apresentar abaixo dos respectivos padrões primários de qualidade do ar da Resolução CONAMA 03/1990.

Os resultados da modelagem ambiental foram confrontados com atuais níveis de poluentes na atmosfera da Área de Estudo Local, o que permite concluir que o empreendimento apresenta viabilidade ambiental em termos da manutenção da qualidade do ar dentro dos padrões estabelecidos.

A área de estudo de 1.600 km² (representada pelo quadrante formado pelas coordenadas UTM 577.376/9.362.949 e 517.321/9.303.217), destinada à avaliação da extensão e magnitude dos impactos atmosféricos do empreendimento, mostrou-se suficiente para seus propósitos, uma vez que as plumas de dispersão modeladas para cada poluente analisado ficam nitidamente restritas ao perímetro delimitado. Desta forma sugere-se de maneira conservadora que este recorte seja mantido como Área de Influência Indireta – AII.

A análise dos resultados da modelagem, em pontos discretos localizados a cerca de 3,0km do empreendimento, apontam para concentrações de poluentes dentro dos padrões estabelecidos pela Legislação. Desta forma definiu-se a Área de Influência Direta – AID do empreendimento como um perímetro externo ao limite operacional da Mina do Alemão com um raio de 3,0km.

Como forma de mitigar, controlar e acompanhar o impacto de alterações da qualidade do ar, propõe-se medidas de gestão ambiental por meio do Programa de Monitoramento Climático e da Qualidade do Ar e do Programa de Controle de Emissões para Atmosfera.

O **Quadro 12.2.2** apresenta a avaliação dos impactos ambientais relativos à alteração da qualidade do ar na área de inserção do Projeto Alemão.

QUADRO 12.2.2**SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DO AR
PARA CADA FASE DO EMPREENDIMENTO**

Impacto: Alteração da Qualidade do Ar			
Crítérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa
Duração	Temporária	Temporária	Temporária
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	de 15 a 30 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Regional	Local
Importância	Baixa	Média	Baixa
Magnitude	Pequena	Média	Pequena
Significância	Baixa	Média	Baixa

A **Figura 12.2.24** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração da qualidade do ar.

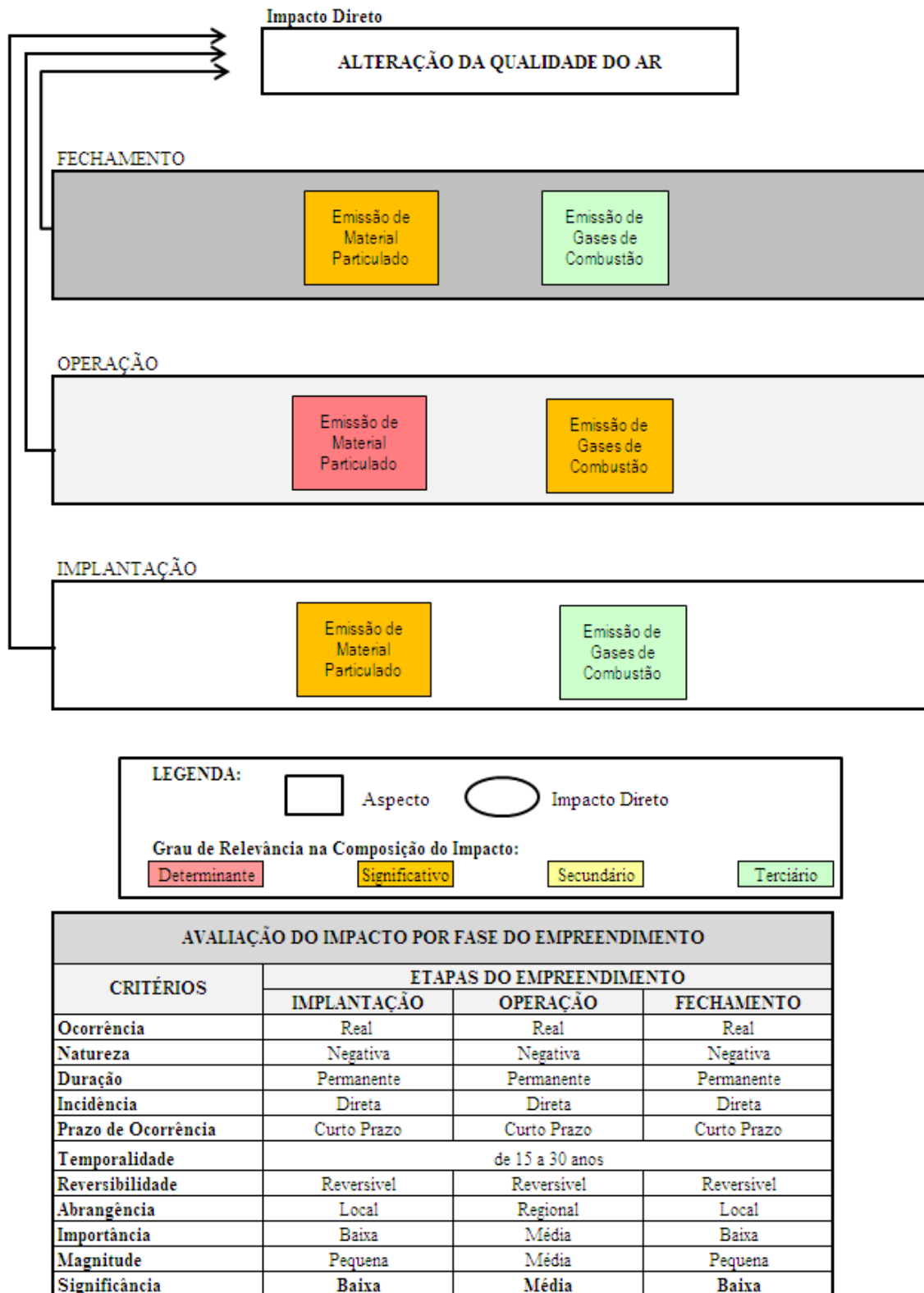


FIGURA 12.2.24 – Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração da Qualidade do Ar

Alteração dos Níveis Acústicos

A alteração dos níveis acústicos é condicionada pela introdução de novos ruídos no ambiente; que alteram a condição acústica na área de inserção do empreendimento. Esta alteração pode repercutir de forma distinta no ambiente uma vez que o nível de pressão sonora irá variar em frequências diferentes a partir de cada fonte geradora de ruídos.

Este impacto irá ocorrer em decorrência das atividades a serem desenvolvidas nas etapas de implantação, operação e fechamento da Mina do Alemão.

Na fase de implantação, a avaliação das possíveis alterações nos níveis acústicos, foi fundamentada em dados de empreendimentos similares, onde são realizados procedimentos de instalação equivalentes aos que serão desenvolvidos pela Mina do Alemão.

O aspecto ambiental que causa o impacto aqui tratado é a geração de ruídos, sendo que na fase de implantação da Mina do Alemão este aspecto estará relacionado às tarefas de supressão de vegetação, remoção de *top-soil*, terraplanagem, obras civis, montagem eletromecânica, desenvolvimento e construção do poço vertical (*Shaft*), galerias e acessos subterrâneos, além do transporte de pessoal, insumos e equipamentos.

A alteração nos níveis acústicos gerados por essas atividades está ligada à operação de máquinas e equipamentos, em geral caracterizados por potência acústica de intensidade média a baixa, normalmente proveniente de ruídos de motores de combustão interna.

Deve-se considerar que a implantação do Projeto Alemão irá utilizar estruturas e acessos existentes que foram implantados anteriormente para a operação da Mina do Igarapé Bahia. Ainda assim, haverá a necessidade de realizar tarefas nas quais a geração de ruído é intrínseca e, por essa razão, esse impacto se configura como real. Será negativo já que a inserção de ruídos no ambiente se configura como uma perda de qualidade ambiental. É um impacto de duração permanente durante a etapa de implantação, associado à operação de equipamentos na área do empreendimento, de incidência direta, pois decorre de uma atividade do empreendimento, de curto prazo de manifestação e reversível na medida em que ele se manifesta apenas durante o funcionamento/execução de uma determinada atividade.

Na etapa de implantação este impacto terá abrangência pontual já que irá incidir e se dissipar no entorno de cada frente de obra, irá se manifestar em magnitudes variadas a depender das características de cada atividade geradora de ruídos, mas se consideradas todas as atividades da etapa de implantação e suas respectivas durações em conjunto, este será um impacto de pequena magnitude. No caso do Projeto Alemão, este impacto se configura como de média importância se considerado que o empreendimento irá ocupar uma área já antropizada. Por isso, de acordo com a metodologia de avaliação adotada, este impacto será de baixa significância.

A avaliação da alteração nos níveis acústicos para etapa de operação do empreendimento baseou-se em uma simulação computacional de propagação de sons provenientes de ruídos gerados por máquinas e equipamentos que serão utilizados no beneficiamento, no transporte e no armazenamento do minério na área da mina/usina. Foi considerado, também o incremento na circulação da frota de caminhões responsáveis pelo escoamento do concentrado de cobre, no trajeto da estrada Pojuca entre a área da Mina do Alemão e rodovia Paulo Fonteles, que será de aproximadamente um caminhão a cada 30 minutos, em média. O resultado dessa simulação pode ser visualizado na **Figura 12.2.23**.

Conforme pode ser observado na **Figura 12.2.23** a propagação do ruído, se dará numa faixa com raio que varia entre 100 e 1000 metros do limite do empreendimento. Ressalta-se, porém, que as alterações mais significativas nos níveis acústicos irão ocorrer no entorno imediato das fontes, permanecendo restritas à área operacional do empreendimento (faixas superiores a 50dB).

Se consideradas todas as 40 medições realizadas, no diagnóstico, o nível acústico atual médio na área do Projeto Alemão é 52dB (**Tabela 12.2.12**). Analisando os resultados do prognóstico apresentados na **Figura 12.2.23** pode ser observado que a faixa de 50-55dB (cor cinza) representa o limiar das áreas onde pode haver alguma alteração do nível acústico decorrente das atividades do empreendimento. Nas faixas inferiores a 50dB (cores amarelo e verde) espera-se que o empreendimento possa ser ouvido, porém sem representar incremento no nível acústico natural.

A partir do perímetro externo da área operacional da Mina do Alemão, espera-se que as emissões de ruídos do empreendimento não causem alteração dos níveis acústicos atuais. No entanto, deve-se destacar que haverá a inserção de novos sons no entorno imediato do empreendimento (num raio de até 1000m a partir das fontes), ou seja, a partir de seu perímetro externo o empreendimento poderá ser ouvido, porém em níveis acústicos abaixo do ruído de fundo existente naqueles locais.

No que tange aos ruídos gerados pela circulação de veículos e caminhões na estrada Pojuca, pode-se dizer que os níveis acústicos sofrerão incrementos pontuais em uma faixa próxima a esta nova via, sem causar alterações significativas no padrão de ruído de fundo atual da região. Podendo ser ouvidos a uma distância de até 500 metros do eixo da estrada.

Sendo assim, conforme os resultados obtidos na simulação acústica em comparação com os valores identificados no diagnóstico, este impacto terá abrangência local já que irá incidir e se dissipar no entorno imediato do empreendimento, este será um impacto de pequena magnitude. No caso da Mina do Alemão este impacto se configura como de média importância se considerando que o empreendimento irá ocupar uma área já antropizada. Por isso, de acordo com a metodologia de avaliação adotada, este impacto será de baixa significância.

Ressalta-se que para esta avaliação foram considerados, também, resultados obtidos nas áreas de entorno do Complexo Minerador de Carajás (Golder, 2007). Onde os levantamentos realizados demonstram que em linhas de perímetros externas a 500 metros em relação à área fonte de atividades rotineiras de mineração, os níveis de ruídos são os mesmos obtidos para ambientes preservados de qualquer influência de ruídos.

Na etapa de fechamento, considerando que as atividades de lavra e beneficiamento já estarão encerradas e que as atividades relacionadas à desmontagem das estruturas e à recuperação de áreas degradadas irão gerar ruídos pontuais e de magnitude desprezível e importância irrelevante, portanto o impacto de alteração dos níveis acústicos foi considerado insignificante.

A avaliação da alteração dos níveis acústicos do ponto de vista temporal é de 25 anos, ou seja, durante as etapas de implantação e operação. Destaca-se que este impacto se manifesta apenas durante o funcionamento/execução de uma determinada atividade, ou seja, ele cessa e retorna a condição anterior no momento em que a fonte de ruídos encerra seu funcionamento.

A partir da avaliação das características do impacto alteração dos níveis acústicos conclui-se que a Área de Influência Direta desse impacto pode ser delimitada como sendo o perímetro num raio de 500 metros no entorno da área operacional do empreendimento. Já para a Área de Influência Indireta, os limites podem ser definidos como um perímetro externo num raio de 1000m da área operacional do empreendimento.

Para estrada Pojuca, a área de influência direta pode ser delimitada como o perímetro externo num raio de 250 metros do eixo da via, e a área de influência indireta com um raio de 500 metros da via.

O **Quadro 12.2.3** apresenta a síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento.

QUADRO 12.2.3

SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DE NÍVEIS ACÚSTICOS PARA CADA FASE DO EMPREENDIMENTO

Impacto: Alteração dos níveis acústicos			
Crítérios	Etapa do Empreendimento		
	Implantação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo para ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	De 15 até 30 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Pontual	Local	Pontual
Importância	Média	Média	Irrelevante
Magnitude	Pequena	Pequena	Ausente
Significância	Baixa	Baixa	Insignificante

A **Figura 12.2.25** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração dos níveis acústicos.

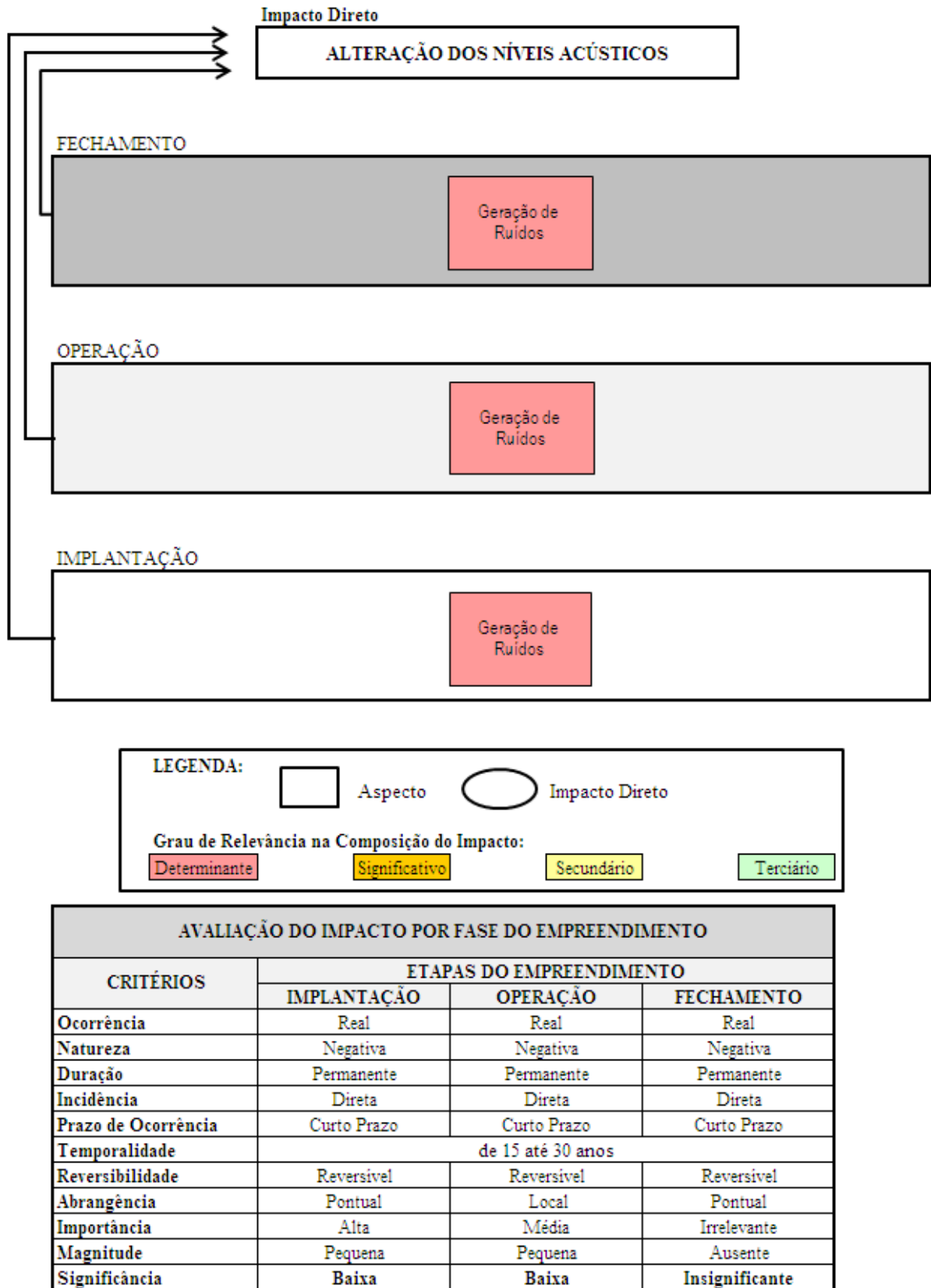


FIGURA 12.2.25 – Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração dos Níveis Acústicos

Alteração dos Níveis de Vibração Ambiental

A Alteração dos níveis de vibração ambiental irá ocorrer durante as fases de implantação, operação e fechamento da Mina do Alemão.

Na etapa de implantação a geração de vibrações estará relacionada a operação de máquinas e equipamentos durante as atividades remoção de *top-soil*, terraplanagem, obras civis, demolição de estruturas existentes, construção do *Shaft*, desenvolvimento, comissionamento e *Ramp-up* da mina subterrânea.

As vibrações geradas durante a execução dessas atividades ocorrerão pontualmente com magnitude pequena a desprezível e se dissiparão no entorno imediato das suas fontes, por isso, na etapa de implantação este impacto terá magnitude desprezível e importância irrelevante, portanto o impacto foi avaliado como insignificante.

Na etapa de operação duas atividades destacam-se como geradoras de vibração: o desmonte de rocha com uso de explosivos e o beneficiamento do minério, especialmente durante sua etapa de cominuição e classificação (britagem, moagem e peneiramento).

A vibração gerada pelos equipamentos da usina de beneficiamento será muito localizada e se propagará no entorno imediato das suas instalações, não contribuindo, neste sentido, em prejuízo ambiental para áreas externas ao site do empreendimento.

Durante a operação do empreendimento serão realizadas detonações sistemáticas no subsolo para o desenvolvimento da lavra subterrânea. A detonação de explosivos para o desmonte de rochas libera uma grande quantidade de energia nas formas de ondas de choque e gases, a pressões e temperaturas muito altas, que se propagam em todas as direções. A energia proveniente da reação exotérmica de detonação de explosivos de ruptura é transmitida à rocha através de altíssimas pressões exercidas pelos gases nas paredes dos furos.

O pulso dinâmico percorre a rocha, fraturando-a no início (4 m a 5 m) e provocando vibrações na região dita sísmica (até 50 m). As fraturas produzidas pelas ondas de choque facilitam a penetração dos gases que exercem uma tração ainda maior nas suas paredes, completando o desmonte da rocha. A ação dos gases no desmonte da rocha ainda provoca fraturas perpendiculares à sua direção de expansão, as quais também contribuem para a fragmentação da rocha.

As ondas características daquele pulso agem de maneira diversa, em função das características do meio de propagação. Genericamente podem ser de dois tipos: ondas longitudinais, P, também conhecidas por primárias ou dilatacionais (com presença de componentes de pressão hidrostática nos elementos do solo), e ondas transversais, S, também conhecidas por secundárias ou de cisalhamento.

Um aspecto importante da propagação das ondas sísmicas é o condicionamento imposto pela superfície do meio no qual se propagam, polarizando-as e decompondo-as em ondas perpendiculares ao plano vertical (ondas de Rayleigh) e horizontal (ondas de Love).

A propagação de ondas de choque pelo maciço rochoso provoca o surgimento de vibrações que se apresentam com amplitudes maiores ou menores, de acordo com a carga de explosivo e podem ser de frequências variadas de acordo com o tipo de rocha onde são geradas e/ou

captadas. Normalmente rochas mais duras apresentam altas frequências (acima de 40 Hz), enquanto as mais brandas apresentam baixas frequências (abaixo de 20 Hz) (Bacci, 2000). O parâmetro amplitude do movimento está diretamente correlacionado com a carga detonada instantaneamente e com a distância do ponto onde a medição é efetuada, sendo diretamente proporcional à carga e inversamente proporcional à distância.

Ressalta-se que os desmontes com uso de explosivos atenderão um plano de lavra que terá como premissa básica a manutenção da integridade das estruturas subterrâneas da mina. Ou seja, a quantidade de explosivos a ser utilizada será calculada de forma a assegurar que as estruturas subterrâneas da mina conservem as características mínimas para sua auto-sustentação e para garantir a segurança dos trabalhadores. Por isso as cargas de explosivos serão dimensionadas visando um desmonte controlado.

As detonações ocorrerão no subsolo em profundidades variadas e terão boa parte de sua energia dissipada em forma de onda esférica, que tem como característica o decaimento inversamente proporcional ao quadrado da distância do ponto de partida. Portanto atingirão a superfície com intensidade reduzida antes de gerar ondas de superfície de Rayleigh e Love, as quais necessitam de maiores distâncias para se dissiparem. Neste contexto, os efeitos de superfície dessas vibrações, provenientes das detonações subterrâneas, se apresentarão de forma muito discreta.

Uma característica marcante deste projeto será a geração de uma área de subsidência devido a acomodação das porções inferiores do subsolo a medida que ocorrer o avanço da lavra subterrânea. Esta acomodação ocorrerá continuamente num processo de longo prazo, durante toda a vida útil da mina. Essas acomodações devem ser monitoradas visando assegurar a integridade das estruturas localizadas na superfície próximas ao entorno da área de subsidência.

Ressalta-se que foi dimensionado um perímetro de segurança no entorno da área de subsidência, o qual restringe o uso dessa área. Este perímetro balizou a determinação da localização das estruturas do empreendimento.

Diante do exposto avalia-se este impacto como real por ser inerente às atividades do empreendimento, de natureza negativa por contribuir para redução da qualidade ambiental (no local onde se manifestar), permanente durante a etapa de operação, uma vez que ele ocorrerá concomitantemente aos eventos geradores de vibração e de curto prazo de ocorrência.

Será um impacto reversível, já que cessará após o encerramento do evento/atividade que o gerar. Sua área de abrangência será pontual, com pequena magnitude, não alterando significativamente os níveis de vibração naturais em áreas externas ao empreendimento. É um impacto de baixa importância, se considerados os possíveis efeitos sobre a qualidade ambiental da região onde se encontra inserido o empreendimento. Desta forma classifica-se este impacto como de baixa significância no contexto da etapa de operação da Mina do Alemão.

Na etapa de fechamento, considerando que as atividades de lavra e beneficiamento já estarão encerradas e que as atividades relacionadas à desmontagem das estruturas, e a recuperação de áreas degradadas irão gerar vibrações pontuais e de magnitude desprezível e importância irrelevante, portanto o impacto de alteração dos níveis de vibração ambiental foi considerado insignificante.

A avaliação da alteração dos níveis de vibração ambiental é de 25 anos, ou seja, durante as etapas de implantação e operação. Destaca-se que este impacto se manifesta apenas durante o

funcionamento/execução de uma determinada atividade, ou seja, ele cessa e retorna a condição anterior no momento em que a fonte de vibração encerra seu funcionamento.

Como forma de acompanhar o impacto de alterações dos níveis de vibração, propõe-se medidas de gestão ambiental por meio do Programa de Monitoramento de Vibrações.

A partir da avaliação das características deste impacto, conclui-se que a Área de Influência Direta desse impacto pode ser delimitada como sendo a área do sítio ocupado pelas estruturas do empreendimento somada à área de subsidência e seu respectivo perímetro de segurança. Já para Área de Influência Indireta, os limites podem ser definidos como um perímetro externo num raio de 500m das estruturas do empreendimento.

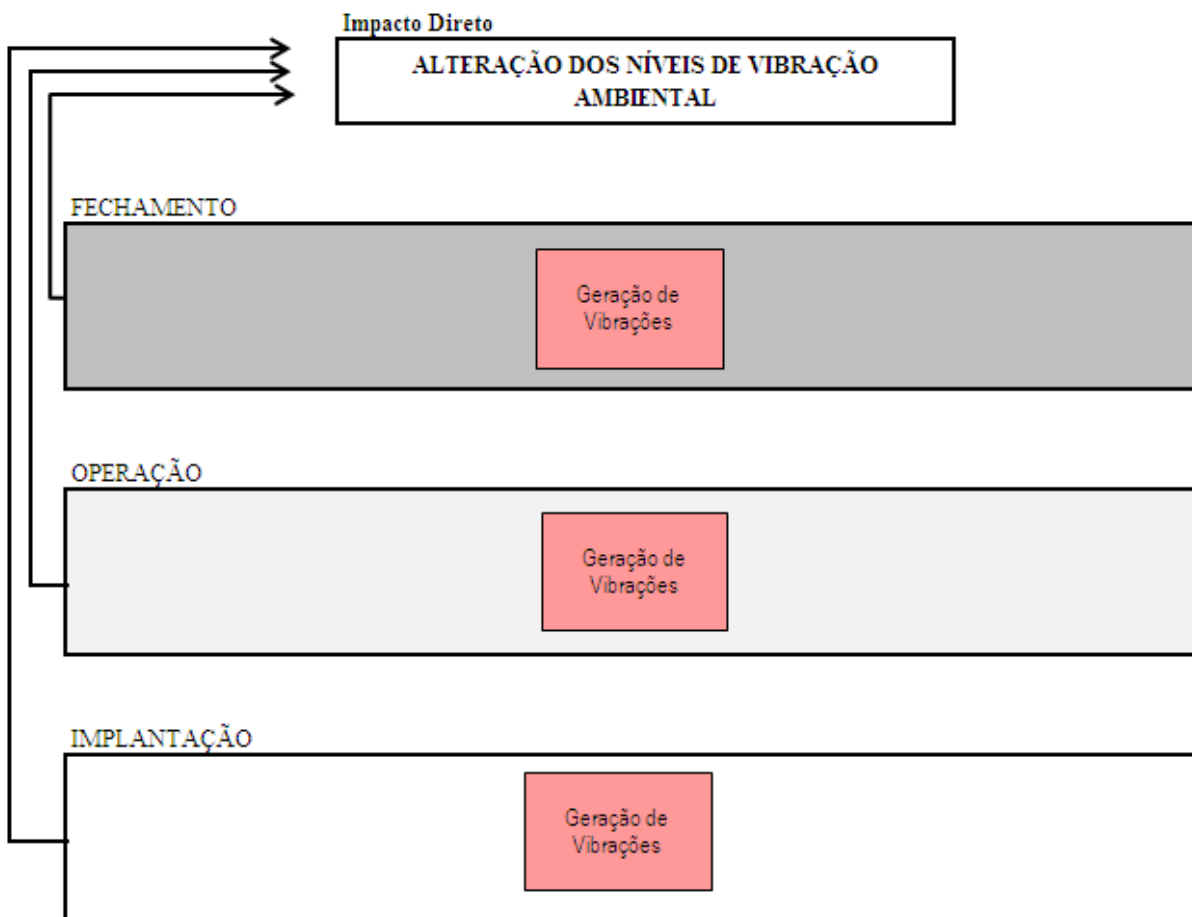
O **Quadro 12.2.4** apresenta a síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento

QUADRO 12.2.4

SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DOS NÍVEIS DE VIBRAÇÃO AMBIENTAL PARA CADA FASE DO EMPREENDIMENTO

Impacto: Alteração dos níveis de vibração ambiental			
Critérios	Etapa do Empreendimento		
	Implantação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo para ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	Superior a 15 e até 30 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Pontual	Pontual	Pontual
Importância	Irrelevante	Média	Irrelevante
Magnitude	Ausente	Baixa	Ausente
Significância	Insignificante	Baixa	Insignificante

A **Figura 12.2.26** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração dos níveis de vibração ambiental



LEGENDA:

Aspecto
 Impacto Direto

Grau de Relevância na Composição do Impacto:

Determinante
 Significativo
 Secundário
 Terciário

AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	superior a 15 e até 30 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Pontual	Pontual	Pontual
Importância	Irrelevante	Média	Irrelevante
Magnitude	Ausente	Baixa	Ausente
Significância	Insignificante	Baixa	Insignificante

FIGURA 12.2.26 – Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração dos Níveis de Vibração Ambiental

Alteração das Condições Morfodinâmicas

As áreas de intervenções da Mina do Alemão, considerando as etapas de implantação e operação, apresentarão poucas alterações com relação à planta da antiga Mina do Igarapé Bahia. A infraestrutura a ser implantada será, em sua maior parte, possuidora de um perímetro semelhante ao que atualmente já se encontra alterado pela Mina do Igarapé Bahia.

Neste sentido, pode-se afirmar, conforme arranjo da Mina do Alemão, que o mesmo se desenvolverá com a utilização das cavas pré-existentes, remanejamento de vias de circulação dentro dos espaços já interferidos, bem como parte da estrutura edificada já existente.

Com relação às vias internas de circulação a serem criadas, estas situam-se em meio à área operacional da mina, dentro do espaço ocupado pelas infra-estruturas de administração e beneficiamento. A abertura dessas vias não deverá criar nenhum tipo de impacto significativo sobre o meio geomorfológico, pois são vias em topografia plana (com previsão de erosão insignificante) e, obrigatoriamente, dotadas de equipamentos de coleta de água e drenagem, para o próprio funcionamento adequado do empreendimento.

Ainda com relação às vias de acesso, tem-se a reconformação da estrada Pojuca que necessitará de adequações em seu traçado original e da implementação de novas obras de arte e de transposição de cursos de água.

É importante destacar que a transformação da paisagem natural com a adequação da estrada Pojuca leva à modificação da drenagem natural e conseqüentemente ao aumento das taxas de escoamento superficial favorecendo o desencadeamento de processos erosivos.

Outra estrutura a necessitar de adequações é a linha de transmissão, que demandará a ampliação de sua faixa de servidão, em função da repotenciação.

As principais alterações do relevo e da dinâmica erosiva estão associadas à ampliação da barragem de água existente, para recebimento de rejeitos; e ao efeito de abatimento na superfície (subsidência) decorrente do método de lavra a ser utilizado. Destaca-se que essas alterações ocorrerão em áreas bem delimitadas e serão acompanhadas ao longo da operação da Mina do Alemão, com o objetivo de se identificar a necessidade de intervenção para garantir a estabilidade dos terrenos vizinhos.

A barragem para contenção de rejeitos será implantada numa condição de relevo de alta declividade, em condições de solos cuja estabilidade é mantida com a floresta que estes sustentam. Trata-se de uma combinação ambiental que requer a adoção de cuidados durante a etapa de intervenção na área da barragem, de forma a garantir a estabilidade dos talvegues e a qualidade das águas a jusante do local do barramento proposto.

Por se tratar de uma estrutura necessariamente locada no fundo do vale, à barragem aportam consideráveis volumes de água que demandam condições de controle efetivas, de forma a garantir que as condições operacionais sejam compatíveis com os aportes hídricos que ocorrerão durante a operação do empreendimento.

Em relação à estabilização da área de subsidência, espera-se que a água de chuva que precipitará diretamente sobre a área, proverá umidade suficiente que, sobre solos espessos que estarão

revestindo toda a depressão formada, devem favorecer a rápida colonização vegetal, auxiliando na estabilização da área após o encerramento das atividades do empreendimento.

Observou-se que nas vertentes íngremes da micro-unidade geomorfológica “Vale do Igarapé Águas Claras”, ocorrem alguns pontos com ravinamento instalado, apesar deste se expressar por sulcos e ravinas pouco profundos. No entanto, as observações em toda a área de estudo local do empreendimento demonstram que este tipo de processo geomorfológico não possui potencial evolutivo significativo, na medida em que a enxurrada, já diminuída pela interceptação vegetal, encontra grande número de obstáculos que freiam sua progressão.

Neste contexto topográfico e pedológico, a abertura de acessos para desenvolvimento das obras, por si só, já constitui um importante fator a considerar, pois seguramente resultará na necessidade de grandes cortes e aterros dada a natureza do relevo onde serão implantados.

De forma geral, o controle da intensidade das alterações nas condições morfodinâmicas sobre a área de inserção do projeto depende de um conjunto de fatores, tais como: cronograma de construção, distribuição e intensidade das chuvas, eficácia das medidas adotadas pelo empreendedor.

Neste caso, considerando o cenário de relativa estabilidade descrito anteriormente, bem como a ágil capacidade de povoamento vegetal de áreas expostas, pode-se considerar, para todas as etapas do empreendimento, o impacto de alterações nas condições morfodinâmicas como sendo um impacto real, que se manifestará num curto a médio prazo. Sua área de ocorrência será restrita às áreas diretamente afetadas, sendo, portanto, de abrangência pontual e incidência direta. O impacto é de duração temporária e reversível, pois tenderá à estabilização assim que a fitoestabilização induzida ou espontânea começar a se manifestar nas áreas interferidas. Nas áreas destinadas à infraestrutura do projeto, as edificações e as obras de controle de drenagens se encarregarão de minimizar ou mesmo eliminar alteração na dinâmica geomorfológica fora dos padrões previsíveis de um ambiente equatorial. A importância é baixa, pois o impacto não caracteriza uma perda na qualidade ambiental da área que possa comprometer a dinâmica ambiental observada, no entanto é de natureza negativa e de pequena magnitude. Tendo em vista todo o conjunto de critérios avaliados acima, este impacto foi avaliado como de baixa significância para as etapas de implantação, operação e fechamento da Mina do Alemão.

Em relação à temporalidade do impacto, estima-se que esta seja de 5 a 15 anos, considerando as etapas de implantação e operação e as ações de recuperação de áreas degradadas e a fitoestabilização induzida ou espontânea.

Para mitigação, controle e acompanhamento da Alteração das Condições Morfodinâmicas são propostas medidas e ações de gestão ambiental no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD.

O **Quadro 12.2.5** apresenta uma síntese dos critérios de avaliação utilizados para avaliar este impacto em cada fase do projeto.

QUADRO 12.2.5**SÍNTESE DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO UTILIZADOS PARA A ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES MORFODINÂMICAS EM CADA FASE DO PROJETO**

Impacto: Alteração das condições morfodinâmicas			
Crítérios	Etapa do Empreendimento		
	Implantação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa
Duração	Temporária	Temporária	Temporária
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de ocorrência	Curto a Médio Prazo	Curto a Médio Prazo	Curto a Médio Prazo
Temporalidade	5 a 15 Anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Pontual	Pontual	Pontual
Importância	Baixa	Baixa	Baixa
Magnitude	Pequena	Pequena	Pequena
Significância	Baixa	Baixa	Baixa

A **Figura 12.2.27** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração das condições morfodinâmicas.

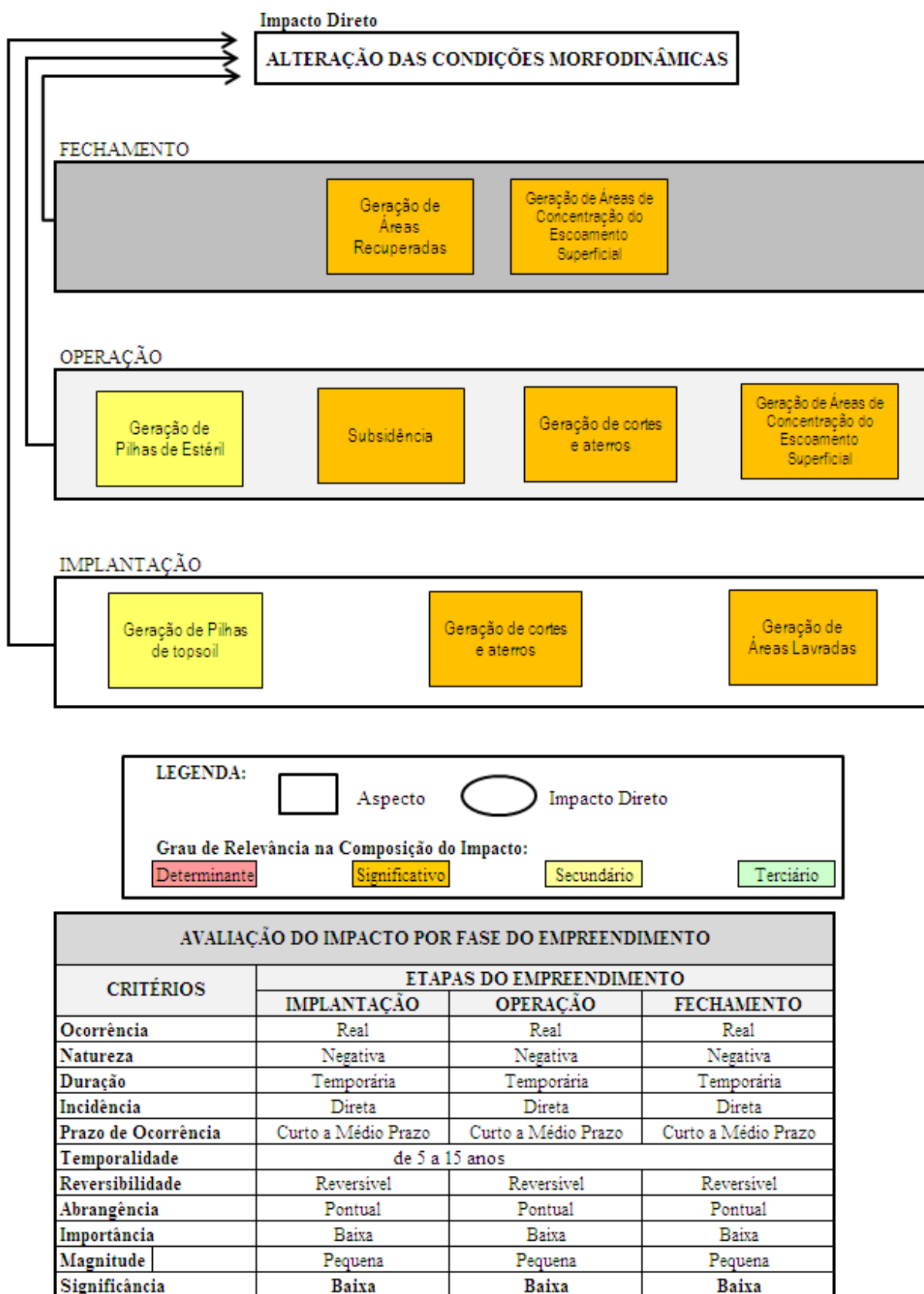


FIGURA 12.27 – Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração das Condições Morfodinâmicas

Alteração da Dinâmica Hídrica Subterrânea e Superficial

A alteração da dinâmica hídrica subterrânea e superficial corresponde às modificações causadas no comportamento de seus respectivos fluxos, ou seja, na forma como as águas subterrâneas se deslocam nos meios geológicos e de como se dá o escoamento das águas superficiais. Este impacto ocorrerá durante as etapas de implantação, operação e fechamento do projeto.

Na etapa de implantação do empreendimento, este impacto está associado aos aspectos ambientais de modificação do uso e das características do solo, remoção da cobertura vegetal e impermeabilização do terreno, todos relacionados às atividades de supressão vegetal, terraplenagem e obra civil nas áreas da usina de beneficiamento, prédios administrativos e de apoio, acessos e estruturas de drenagens. Este impacto também está associado aos aspectos ambientais de movimentação e compactação do solo, terraplenagem e impermeabilização do terreno, todos relacionados à atividade de obra civil (construção da estrada de acesso principal).

A atividade de supressão da vegetação, prevista para a fase de implantação, diminuirá a área coberta por vegetação na bacia hidrográfica. Com o aspecto de remoção da cobertura vegetal, parte do volume precipitado que anteriormente ficava retido nas folhas e caules incidirá diretamente no solo e escoará para os cursos de água, alterando o regime hidrológico dos mesmos. Entretanto cabe destacar que o impacto a ser gerado pela supressão da vegetação tende a ser irrelevante, devido a pequena área de vegetação a ser suprimida em relação a área da bacia do Igarapé Bahia, onde estão inseridas a maior parte das áreas afetadas pela planta industrial e à pequena área de supressão da vegetação necessária para a adequação da estrada de acesso, em relação às áreas das bacias hidrográficas interceptadas pela estrada.

Parte dos volumes precipitados em uma bacia hidrográfica, ao atingir a superfície do solo, transforma-se diretamente em escoamento superficial, ao passo que a parcela restante infiltra-se no solo e alimenta o escoamento subsuperficial e o escoamento subterrâneo, configurando o efeito denominado de recarga dos aquíferos. O montante de cada uma destas parcelas depende das características do solo, assim como das características fisiográficas e de cobertura vegetal da bacia hidrográfica. Assim, a remoção da cobertura vegetal, a compactação e impermeabilização de áreas pela terraplanagem e pelas obras civis causarão alteração nas taxas de recarga dos aquíferos. Durante a etapa de implantação, esta alteração ocorrerá de forma mais intensa do que nas demais etapas, em decorrência da construção de toda a infra-estrutura básica do empreendimento.

O tempo de concentração (t_c) é o tempo gasto, a partir do início de uma precipitação, para que toda a bacia hidrográfica passe a contribuir para o escoamento superficial em uma seção fluvial de referência na bacia, e é influenciado, dentre outros fatores, pelo tipo de cobertura e pela declividade do terreno e dos talwegues da bacia hidrográfica.

Durante a fase de implantação, a remoção da cobertura vegetal da bacia, a geração de áreas com solo compactado (como acessos não pavimentados), a geração de interferências físicas ao escoamento superficial (estruturas de drenagem) e a geração de áreas impermeabilizadas (como a estrada de acesso à mina, os acessos pavimentados e coberturas das instalações) alterará o tempo de concentração nas drenagens onde ocorrerão intervenções dessa natureza. Destaca-se que como grande parte das novas estruturas serão implantadas em áreas utilizadas pela Mina do Igarapé Bahia, os impactos decorrentes da diminuição do tempo de concentração tendem a ser irrelevantes.

Além dessas intervenções na etapa de implantação, este impacto também está associado às atividades de desenvolvimento e construção do poço vertical e desenvolvimento, comissionamento e *ramp-up* da mina, que exigirão o desaguamento destas estruturas por meio de um sistema de bombeamento das águas subterrâneas. Além disso, o sistema de captação de água nesta etapa também prevê a captação de águas subterrâneas através de poços tubulares profundos.

Em todas estas atividades, a extração de águas subterrâneas é um aspecto que causa modificações na dinâmica hídrica subterrânea, pois se alteram as cargas hidráulicas nos aquíferos e conseqüentemente o equilíbrio hídrico também sofre alterações. Como resposta, as linhas de fluxo se reorganizam de modo a buscar um novo ponto de equilíbrio.

Diante das atividades e estruturas previstas para a etapa de implantação, espera-se que essa alteração na dinâmica hídrica subterrânea seja observada através da redução das vazões de algumas nascentes, sobretudo no período de estiagem, quando os cursos de água são alimentados pelo escoamento subsuperficial e subterrâneo. Poderá haver também, eventualmente, uma diminuição das cotas das nascentes. Com base na configuração geológica da região do poço vertical (*shaft*) e futura lavra, onde ocorrerão os maiores impactos decorrentes do bombeamento de águas subterrâneas, prevê-se que estes impactos serão mais intensos na bacia do Igarapé Alemão e no Igarapé Galeria, afluente do Alemão, sobretudo nas nascentes mais próximas do empreendimento tais como a N-5, N-6, N-7, N-8 e N-9. É que a presença de um dique de rochas básicas entre as cavas Acampamento Norte e Acampamento Sul representa uma barreira hidráulica que condiciona todo o fluxo da futura região de subsidência para a sub-bacia do Igarapé Alemão, a norte desta estrutura.

Em relação à dinâmica hídrica superficial, espera-se um aumento das vazões durante eventos de chuva nos pontos de descarte das drenagens superficiais dos acessos, pátios e prédios, devido principalmente à impermeabilização do terreno.

Portanto, na etapa de implantação, o impacto da alteração da dinâmica hídrica foi avaliado como um impacto direto, real e de natureza negativa. A natureza negativa do impacto está associada ao conjunto de efeitos agrupados nesse impacto, tais como a diminuição de cotas e de vazão de nascentes no entorno da área. Duração permanente, incidência direta e curto prazo de ocorrência. O impacto é irreversível, pois os meios permanecerão alterados após o encerramento da etapa. Em virtude da interconexão das águas subterrâneas através de falhas e fraturas, o impacto tem abrangência local, podendo se estender na bacia do Igarapé Alemão em um raio de influência estimado em 1 km a partir da área de subsidência projetada. Média importância e pequena magnitude e, portanto, média significância.

Na fase de operação, os aspectos ambientais que causam o impacto de alteração na dinâmica hídrica são a geração de áreas com solo compactado (acessos), geração de interferências físicas ao escoamento superficial, geração de reservatórios de água, subsidência do terreno e alteração no regime hídrico subterrâneo. As atividades geradoras do impacto estão associadas à operação da mina, ao sistema de captação de água (que contará com o fornecimento de poços tubulares profundos e do desaguamento da mina subterrânea) e a infraestrutura de apoio à mina subterrânea, através do próprio sistema de bombeamento que realizará o desaguamento das águas nas estruturas subterrâneas.

As interferências físicas ao escoamento superficial e a remoção da cobertura vegetal estão relacionadas à implantação de estruturas de drenagem da mina, abertura de acessos para

instalação das tubulações de lançamento de rejeitos e preparação da região de abatimento (subsidiência).

Em relação ao abatimento esperado para área delimitada como área de subsidiência, seu efeito sobre o meio geológico será de desagregação dos maciços rochosos e geração de uma porosidade maior. Também poderá ocorrer a colmatação de algumas estruturas condutoras de água existentes (falhas e fraturas) através do seu preenchimento com materiais finos gerados pelo abatimento. Assim, o comportamento das unidades hidrogeológicas na região do abatimento passará de um meio fissural para um meio com características mais porosas, ainda que heterogêneo e anisotrópico. Por estar localizado na região de cabeceira do igarapé Galeria, os impactos do abatimento estarão limitados a essa drenagem, a qual terá sua área de contribuição reduzida.

A disposição de rejeitos nas cavas Acampamento Sul e Furo 30, propiciará a formação de um lago nessas estruturas, elevando o nível de água e alterando a dinâmica de infiltração da água no solo, bem como o tempo de concentração nas drenagens de cabeceira do igarapé Bahia localizadas próximas às cavas, devido ao efeito de amortecimento das cheias nos reservatórios.

Em relação ao sistema de disposição de rejeitos nas cavas, a elevação do nível de água deverá provocar um aumento nas taxas de recarga dos aquíferos em torno destas, refletindo num possível aumento de vazão bem como uma elevação nas cotas das nascentes localizadas a leste das cavas Acampamento Sul e Furo 30, na bacia do igarapé Bahia, que corresponde à sua área de descarga. As nascentes N-14, N-15, N-24, N-27 e N-30 são as que potencialmente poderão sofrer estes impactos de modo mais intenso.

O desaguamento da mina subterrânea, por sua vez, irá gerar um desequilíbrio na dinâmica hídrica subterrânea, já que para rebaixar o nível de água é necessário promover a retirada da água em um volume maior do que a sua entrada natural no sistema. Assim como na etapa de implantação, os efeitos esperados são a redução das vazões e eventual diminuição da cotas de algumas nascentes, sobretudo no período de estiagem. As nascentes do igarapé Galeria N-7, N-8 e N-9 e as nascentes do igarapé Alemão N-1, N-5 e N-6 são as mais próximas da mina e nelas esse impacto deverá se manifestar de modo mais intenso. Na etapa de operação, estes efeitos serão mais pronunciados do que na etapa de implantação em virtude do maior volume de água bombeado para realizar o desaguamento da mina no seu avanço.

Na etapa de operação do empreendimento, o impacto de alteração na dinâmica hídrica foi classificado como real, negativo e permanente porque as atividades de bombeamento da água subterrânea ocorrerão em toda a etapa. De incidência direta e curto prazo de ocorrência. A abrangência foi considerada local, pois seus efeitos restringem-se a bacia hidrográfica do igarapé Bahia. Média importância, média magnitude e então de alta significância.

Durante a fase de fechamento, ocorrerá a desativação das atividades da mina, que resultará na paralisação da maior parte dos aspectos e atividades causadores do impacto, além da recuperação ambiental das áreas utilizadas. Entretanto, esta paralisação ocorrerá de forma gradativa, sendo que parte dos sistemas de drenagem subterrânea e dos poços tubulares profundos deverá permanecer em atividade, ainda que reduzida, até o seu descomissionamento total. Assim, a tendência é que os impactos gerados sejam cada vez menores e que a dinâmica hídrica, ao longo do tempo, retorne a uma condição mais próxima da original, embora nunca chegue às condições idênticas de antes da implantação do empreendimento, em virtude da própria remoção de parte dos materiais aquíferos que constituem as rochas mineralizadas.

Na etapa de fechamento do empreendimento, o impacto de alteração na dinâmica hídrica subterrânea e superficial foi classificado como real, negativo, permanente, direto, curto prazo para ocorrência, irreversível, local, média importância e pequena magnitude, acarretando em um impacto de média significância.

A temporalidade do impacto foi considerada como superior a 30 anos, devido a alteração permanente em virtude da própria remoção de parte dos materiais aquíferos que constituem as rochas mineralizadas.

As áreas de influência deste impacto incluem toda a região da futura lavra e do poço vertical, e mais as bacias dos igarapés Alemão e Bahia, em uma área que engloba todo o platô do empreendimento até a confluência destes dois igarapés. Em função dos condicionantes geológicos que compartimentam o fluxo subterrâneo entre as cavas Acampamento Norte e Acampamento Sul, os impactos decorrentes do desaguamento de água na mina serão mais percebidos na bacia do igarapé Alemão, enquanto os impactos provenientes da disposição de rejeitos nas cavas Acampamento Sul e Furo 30 ocorrerão principalmente na bacia do igarapé Bahia. Também estão incluídas as regiões de cabeceira do igarapé Ceará, para onde serão direcionadas algumas drenagens do Projeto Alemão.

Portanto, podem ser definidas como Áreas de Influência Direta deste impacto as sub-bacias do igarapé Bahia, incluindo o igarapé Alemão, e a região de cabeceira do igarapé Ceará, e como Áreas de Influência Indireta o trecho do igarapé Bahia, até a confluência com o ribeirão Águas Claras, e a sub-bacia do igarapé Ceará.

Para acompanhamento da Alteração da Dinâmica Hídrica são propostas medidas e ações de gestão ambiental no Programa de Gestão do Uso da Água, Programa de Monitoramento Hidrométrico, Programa de Monitoramento da Dinâmica Hídrica Subterrânea.

O **Quadro 12.2.6** apresenta uma síntese dos critérios de avaliação utilizados para avaliar este impacto em cada fase do projeto.

QUADRO 12.2.6**SÍNTESE DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO UTILIZADOS PARA AVALIAR A ALTERAÇÃO DA DINÂMICA HÍDRICA EM CADA FASE DO PROJETO**

Impacto: Alteração da dinâmica hídrica subterrânea e superficial			
Crítérios	Etapa do Empreendimento		
	Implantação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	Superior a 30 Anos Superior A 30 Anos *		
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Média	Média	Média
Magnitude	Pequena	Média	Pequena
Significância	Média	Alta	Média

A **Figura 12.2.28** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração dinâmica hídrica subterrânea e superficial.

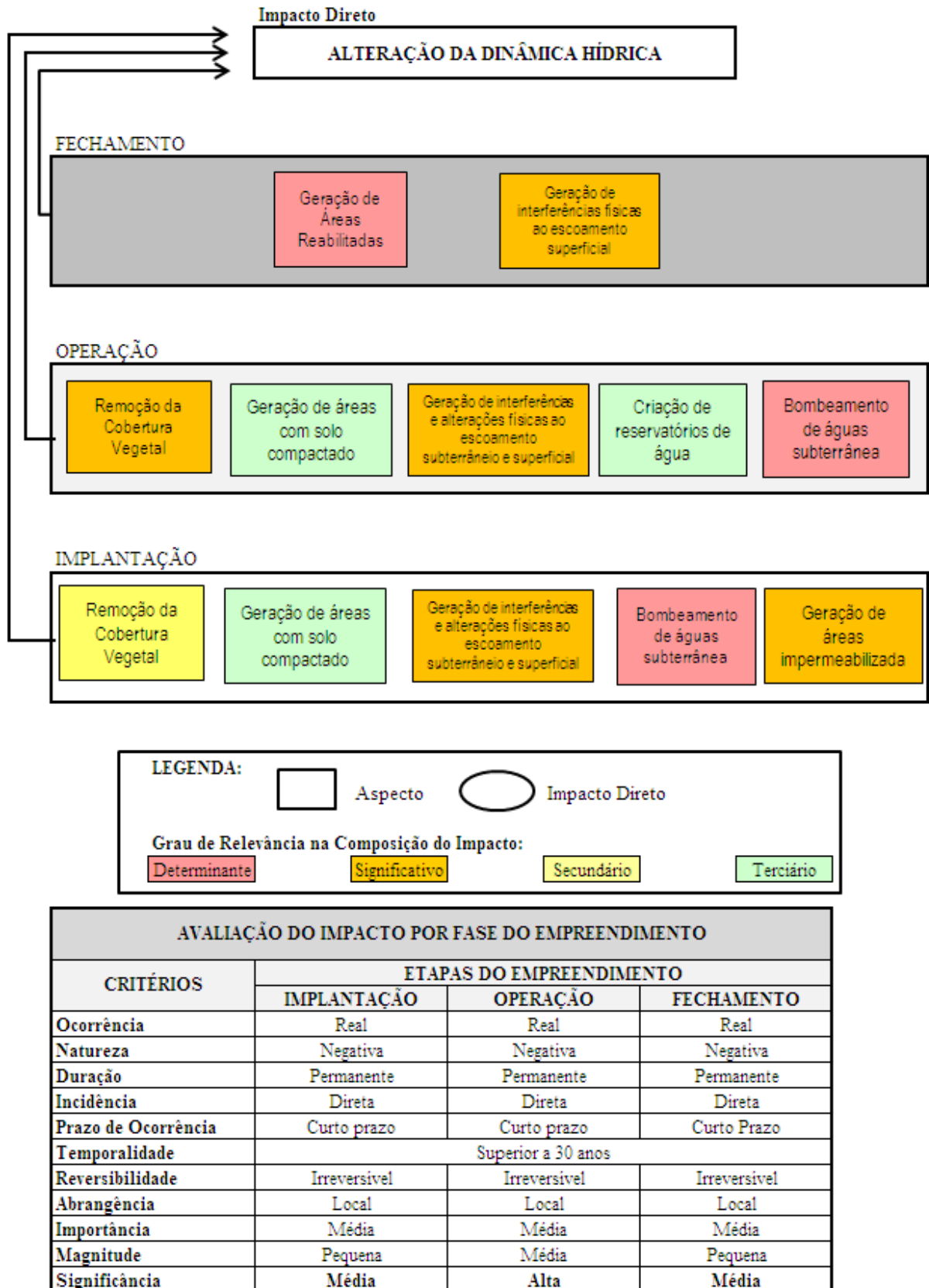


FIGURA 12.2.28 – Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração da Dinâmica Hídrica Subterrânea e Superficial

Alteração na Disponibilidade Hídrica

O impacto de alteração na disponibilidade hídrica consiste na alteração da vazão média de longo termo em um determinado trecho de um curso de água.

Na Mina do Alemão, esse impacto tende a se manifestar de duas formas, reduzindo ou aumentando a disponibilidade em alguns cursos de água no entorno do empreendimento.

Na fase de implantação, um aspecto ambiental que gera esse impacto reduzindo a disponibilidade hídrica é a demanda de água para o *ramp-up* da usina de beneficiamento a ser captada na barragem de água existente (mínimo 170 m³/h conforme caracterização do empreendimento). Conforme apresentado no diagnóstico local, a vazão média monitorada no vertedouro da barragem existente durante o período de 03/06/03 a 27/03/2007 foi de 523 m³/h. Sendo assim, quando a captação de água para atender a demanda da usina estiver operando com sua capacidade mínima, ou seja, 170m³/h, essa acarretará em redução da ordem de 30% na vazão média no igarapé Bahia a jusante da barragem. Quando o sistema de captação estiver operando com capacidade máxima, será mantida uma vazão residual mínima a jusante da barragem de 130m³/h, o que representa uma redução da ordem de 75% na vazão média do igarapé Bahia a jusante da barragem.

Na fase de implantação, um aspecto ambiental que gera esse impacto aumentando a disponibilidade hídrica é o desaguamento da galeria de pesquisa existente e o bombeamento de água subterrânea para implantação da mina. Conforme apresentado no diagnóstico local, a vazão média monitorada na saída da galeria de pesquisa foi de 77 m³/h. Conforme apresentado no diagnóstico da área de estudo local, a vazão média monitorada no vertedouro VT07 instalado no leito do igarapé Alemão, descontadas as vazões da galeria de pesquisa, foi de 191 m³/h. Com o desaguamento da galeria haverá temporariamente um acréscimo nas vazões do igarapé Alemão, aumentando a disponibilidade hídrica naquela sub-bacia.

Na etapa de implantação do empreendimento, o impacto de alteração na disponibilidade hídrica foi classificado como real e negativo. Temporário, pois após a drenagem da galeria deverá haver uma redução das vazões, e a utilização dos volumes bombeados na etapa de *ramp-up*. Incidência direta e curto prazo de ocorrência. Reversível e de abrangência local, pois o impacto não é significativo na foz do igarapé Bahia onde, conforme apresentado no diagnóstico da área de estudo local, as vazões médias monitoradas são de 2.830 m³/h. Além disso, o impacto pode ser caracterizado como de baixa importância e média magnitude. Dessa forma, considerando os critérios mencionados, o impacto de alteração na disponibilidade hídrica na etapa de implantação possui baixa significância.

Ressalta-se que o impacto de alteração na disponibilidade hídrica, especificamente o aumento de vazão previsto na bacia dos igarapés Galeria e Alemão, associado às operações de desaguamento da galeria de pesquisa, pode potencializar outro impacto, que é o impacto de alteração da morfologia fluvial, cuja ocorrência não está sendo considerada no presente estudo partindo da premissa que serão adotadas estruturas adequadas para dissipação de energia no ponto de lançamento dessa drenagem.

Assim como na fase de implantação, um aspecto ambiental que gera esse impacto na fase de operação é a demanda de água para atender a usina de beneficiamento a partir da captação na barragem de água existente (mínimo 170 m³/h). Conforme apresentado no diagnóstico local, a vazão média monitorada no vertedouro da barragem existente durante o período de 03/06/03 a

27/03/2007 foi de 523 m³/h. Sendo assim, quando a captação de água para atender a demanda da usina estiver operando com sua capacidade mínima, ou seja, 170m³/h, essa acarretará em redução da ordem de 30% na vazão média no igarapé Bahia a jusante da barragem. Quando o sistema de captação estiver operando com capacidade máxima, será mantida uma vazão residual mínima a jusante da barragem de 130 m³/h, o que representa uma redução da ordem de 75% na vazão média do igarapé Bahia a jusante da barragem. Outro aspecto que gera esse impacto na fase de operação é a disposição de rejeitos na barragem. Durante a fase de construção da nova barragem e do enchimento de seu reservatório, será mantida uma vazão residual mínima a jusante da barragem de 130 m³/h, o que também representa uma redução da ordem de 75% na vazão média do igarapé Bahia a jusante da barragem.

A duração do impacto de alteração da disponibilidade hídrica a jusante da barragem é temporário, uma vez que a captação de água na barragem existente deve operar somente até o 11º ano de operação e a disposição do rejeito em barragem está prevista para ocorrer entre o 4º e o 18º ano de operação.

Na fase de operação, outro aspecto ambiental que gera esse impacto, aumentando a disponibilidade hídrica, é o bombeamento da água da mina subterrânea. Parte dos volumes bombeados da mina será utilizado no processo de beneficiamento, e o excedente será direcionado para o igarapé Galeria e para o reservatório de água da barragem existente no igarapé Bahia. As vazões previstas para serem lançadas no igarapé Galeria terão como limite a vazão atualmente registrada naquele curso de água e o excedente será lançado no igarapé Bahia, que terá a barragem dimensionada para receber esse acréscimo de vazão.

Em relação ao abatimento esperado para área delimitada como área de subsidência, seu efeito sobre o meio geológico será de desagregação dos maciços rochosos e geração de uma porosidade maior. Também poderá ocorrer a colmatação de algumas estruturas condutoras de água existentes (falhas e fraturas) através do seu preenchimento com materiais finos gerados pelo abatimento. Assim, o comportamento das unidades hidrogeológicas na região do abatimento passará de um meio fissural para um meio com características mais porosas, ainda que heterogêneo e anisotrópico. Por estar localizado na região de cabeceira do igarapé Galeria, os impactos do abatimento estarão limitados a essa drenagem, a qual terá sua área de contribuição reduzida.

A disposição de rejeitos nas cavas Acampamento Sul, Furo 30 e na Barragem propiciará a formação de um lago nessas estruturas, elevando o nível de água e alterando a dinâmica de infiltração da água no solo, bem como o tempo de concentração nas drenagens de cabeceira do igarapé Bahia localizadas próximas às cavas e a montante da barragem, devido ao efeito de amortecimento das cheias nos reservatórios.

Em relação ao sistema de disposição de rejeitos nas cavas, a elevação do nível de água deverá provocar um aumento nas taxas de recarga dos aquíferos em torno destas, refletindo num possível aumento de vazão bem como uma elevação nas cotas das nascentes localizadas a leste das cavas Acampamento Sul e Furo 30, na bacia do igarapé Bahia, que corresponde à sua área de descarga. As nascentes N-14, N-15, N-24, N-27 e N-30 são as que potencialmente poderão sofrer estes impactos de modo mais intenso.

Na etapa de operação do empreendimento, o impacto de alteração na disponibilidade hídrica foi classificado como real, negativo e de duração temporária. Além disso, o impacto foi classificado como de incidência direta, curto prazo de ocorrência e reversível.

O impacto de alteração na disponibilidade hídrica é considerado na presente avaliação como sendo um impacto de abrangência local, pois será imperceptível na confluência do igarapé Bahia com o ribeirão Águas Claras, devido à magnitude da bacia hidrográfica desse último (570 km²) quando comparada à bacia hidrográfica do igarapé Bahia (76 km²). Além disso, o impacto foi avaliado como de média importância e média magnitude e, portanto, possui média significância.

A temporalidade do impacto será da ordem de 25 anos, ou seja, durante toda a etapa de implantação e de operação.

A Área de Influência Direta - AID para o impacto de alteração da disponibilidade hídrica é a bacia hidrográfica do igarapé Bahia, até a confluência com o igarapé Alemão.

A Área de Influência Indireta - AII para o impacto de alteração da disponibilidade hídrica é o trecho do igarapé Bahia entre a confluência com o igarapé Alemão até sua foz no ribeirão Águas Claras.

Para acompanhamento da Alteração da Disponibilidade Hídrica são propostas medidas e ações de gestão ambiental no Programa de Gestão do Uso da Água, no Programa de Monitoramento Hidrométrico e no Programa de Monitoramento da Dinâmica Hídrica Subterrânea.

O **Quadro 12.2.7** apresenta uma síntese dos critérios de avaliação utilizados para avaliar este impacto em cada fase do projeto.

QUADRO 12.2.7

SÍNTESE DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO UTILIZADOS PARA AVALIAR A ALTERAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM CADA FASE DO PROJETO

Impacto: Alteração da disponibilidade hídrica			
Critérios	Etapa do Empreendimento		
	Implantação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	-
Natureza	Negativa	Negativa	-
Duração	Temporária	Temporária	-
Incidência	Direta	Direto	-
Prazo de ocorrência	Curto	Curto	-
Temporalidade	de 15 a 30 Anos		-
Reversibilidade	Reversível	Reversível	-
Abrangência	Local	Local	-
Importância	Baixa	Média	-
Magnitude	Média	Média	-
Significância	Baixa	Média	-

A **Figura 12.2.29** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração na disponibilidade hídrica.

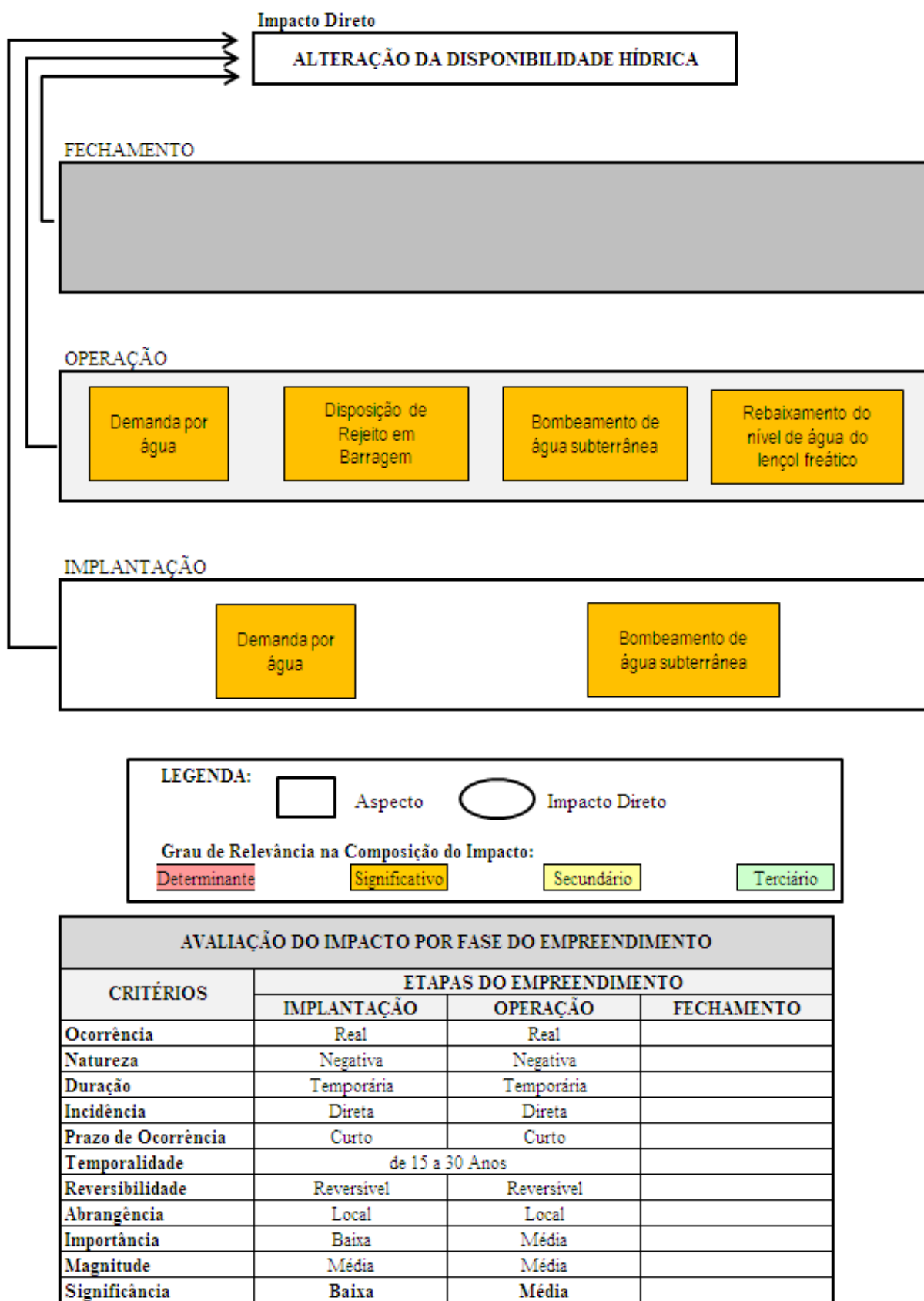


FIGURA 12.2.29 – Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração na Disponibilidade Hídrica

Alteração da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas

Este impacto está previsto para as etapas de implantação, operação e fechamento da Mina do Alemão.

Na etapa de implantação os aspectos ambientais que podem causar o impacto de alteração da qualidade das águas são: a geração de sedimentos, a geração de efluentes líquidos, a geração de efluentes oleosos e geração de resíduos, correlacionados às atividades de supressão da vegetação, terraplenagem, obras civis, montagem eletromecânica e operação das estruturas de apoio, como postos de combustíveis, sanitários, restaurantes, alojamento e canteiros de obras.

A alteração da qualidade das águas subterrâneas é um impacto que se refere, sobretudo, à possível contaminação através da infiltração de compostos lixiviados pelas águas pluviais, podendo ocorrer nas fases de implantação e operação do empreendimento.

Para evitar que isso aconteça, tanto na etapa de implantação quanto na operação está previsto o funcionamento de sistemas de controle ambiental. Como exemplo, os efluentes domésticos serão tratados em sistemas de tratamento de esgoto, sendo estes construídos segundo normas específicas da ABNT, de forma que seus efluentes, depois de tratados, estejam de acordo com as legislações aplicáveis.

Os efluentes oleosos serão direcionados para sistemas separadores água e óleo (SAO). A destinação de resíduos e o lançamento de efluentes serão realizados em conformidade com as normas e padrões estabelecidos pela legislação ambiental. O óleo coletado no SAO deverá ser armazenado temporariamente na Central de Materiais Descartáveis - CMD, e seu acondicionamento deverá ser executado conforme a norma de armazenamento temporário de resíduo perigoso, para depois ser encaminhado para destinação final.

Para os impactos decorrentes dos aspectos ambientais relacionados à geração de resíduos sólidos está prevista a adoção de um Plano de Gerenciamento de Resíduos que considerará que os resíduos serão segregados na fonte, acondicionados em containeres, identificados e armazenados temporariamente na Central de Materiais Descartáveis - CMD, para posteriormente serem encaminhados para destinação final.

O impacto de alteração da qualidade das águas superficiais devido à geração de sedimentos e material particulado está correlacionado às atividades de terraplenagem, movimentação de terra, aterros e escavações, supressão de vegetação, adequação da estrada Pojuca e obras civis na etapa de implantação. Já na etapa de operação, isto se deve às atividades de lavra, transporte e disposição de minério, rejeitos e estéril. Este impacto poderá causar o incremento, nos cursos de água, das concentrações de sólidos dissolvidos, em suspensão e sedimentáveis, e dos níveis de turbidez e cor. Além disso, sendo os solos e rochas da região ricos em ferro, manganês e cobre é possível que as concentrações destes parâmetros também se elevem devido à dissolução dos sólidos sedimentáveis gerados.

Entretanto, o referido impacto só ocorrerá se os sedimentos ou materiais particulados alcançarem os cursos de água. Como forma de controle ambiental, serão implantados sistemas de drenagem, no qual um dos objetivos é prevenir a incidência deste impacto no ambiente. Os sistemas de drenagem serão construídos de modo a captar, conduzir e descarregar as águas superficiais de maneira disciplinada nas áreas que abrigam as estruturas do empreendimento.

A geração de efluentes líquidos que poderá causar o impacto de alteração da qualidade das águas na etapa de implantação deve-se aos efluentes sanitários, provenientes dos alojamentos, canteiros centrais e central de materiais descartáveis e aos efluentes oleosos, provenientes das atividades de manutenção de máquinas e equipamentos em operação na referida etapa, bem como da lavagem de pisos da oficina dos canteiros de obra. Contudo, serão implantados sistemas de controle ambiental para evitar a incidência do referido impacto.

A avaliação do impacto de alteração na qualidade das águas na etapa de implantação foi avaliada como sendo de ocorrência potencial e de médio a longo prazo para manifestação, para o impacto associado aos aspectos geração de sedimentos e de material particulado, sendo que para este último aspecto o impacto foi avaliado como de magnitude desprezível. Já para o impacto associado ao aspecto geração de efluentes líquidos, a ocorrência é real, uma vez que o lançamento dos efluentes líquidos causará alteração da qualidade de água, mesmo estando dentro dos padrões de qualidade para lançamento, e de curto prazo para manifestação.

De maneira geral esse impacto pode ser caracterizado como de natureza negativa, por referir-se a uma alteração de caráter adverso na natureza, podendo ser considerado permanente durante a etapa de implantação e de incidência direta. Este impacto pode ser considerado de pequena magnitude, reversível, uma vez que cessado o aspecto, o meio pode retornar a uma situação de equilíbrio, semelhante àquela que estaria caso o impacto não tivesse ocorrido, e de abrangência local.

Em relação às áreas de influência, considerou-se como Área de Influência Direta – AID a área formada pelos seguintes limites: sub-bacia do igarapé Alemão; sub-bacia do igarapé Bahia; cabeceiras do igarapé Ceará; primeiros trechos de drenagem da área da estrada Pojuca. A Área de Influência Indireta foi definida como sendo a área entre a AID e os seguintes limites: sub-bacia do igarapé Ceará; principais drenagens da área da estrada Pojuca; sub-bacia do ribeirão Águas Claras, a partir do igarapé Porco até a foz no rio Itacaiúnas.

É um impacto de baixa importância, já que é passível de ser percebido sem, entretanto, caracterizar grandes perdas na qualidade ambiental. Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, a alteração na qualidade das águas na etapa de implantação do empreendimento é definida como sendo de baixa significância.

Assim como na etapa de implantação, as alterações na qualidade das águas durante a etapa de operação poderão ocorrer devido aos aspectos de geração de sedimentos, geração de material particulado e geração de efluentes líquidos. Contudo, estes aspectos encontram-se associados a sistemas de controle ambiental, sendo eles: sistemas de drenagem e bacias de decantação, sistema de tratamento de esgoto sanitário, sistema separador água e óleo, sistema de aspersão, sistema de tratamento de efluentes químicos e barragem de rejeitos.

Na etapa de operação, além dos aspectos identificados, este impacto também está associado à potencial lixiviação de compostos para o aquífero subterrâneo a partir das pilhas de estocagem no interior da cava Acampamento Sul. A ocorrência desse impacto nas águas subterrâneas dependerá da eficácia dos sistemas de controle e das características do meio para que ocorra.

Outro fator que pode gerar o impacto de alteração da qualidade das águas está associado ao eventual vertimento das águas das cavas Acampamento Sul e Furo 30 no igarapé Vizinho. As cavas receberão rejeitos e a drenagem das áreas de beneficiamento e pilhas de estéril, entretanto, deverão operar a maior parte do tempo em circuito fechado, com a recuperação de água a partir

do sistema de abastecimento da usina de beneficiamento. Dessa forma, o vertimento das cavas poderá ocorrer apenas no período chuvoso, quando os corpos de água se encontram com vazão elevada e, portanto, com maior capacidade de diluição. Nessas circunstâncias, os efluentes das cavas alcançarão a barragem de rejeitos, no igarapé Bahia, onde ocorrerá a contenção de sólidos eventualmente carregados pela drenagem.

Com relação à barragem de rejeitos no igarapé Bahia, as alterações esperadas para a qualidade das águas dentro do reservatório serão devido à disposição de rejeitos e à alteração das dimensões do ambiente lântico ao longo da etapa de operação do empreendimento. Espera-se que inicialmente ocorra a ampliação do ambiente lântico existente atualmente e, em seguida, a gradativa redução do espelho de água e da profundidade do lago promovida pelo processo de assoreamento que ocorrerá com a disposição dos rejeitos.

A disposição do rejeito irá elevar significativamente as concentrações dos sólidos e o valor da turbidez na área do reservatório. Junto a isto, é possível que se altere outras características físico-químicas como as concentrações dos metais cobre, ferro e manganês, que já se encontram elevados nas águas do reservatório existente atualmente no igarapé Bahia. É importante ressaltar que a solubilização dos metais pode ser potencializada pelo processo de anaerobiose e pela redução do pH que podem vir a acontecer no fundo do lago no período em que o lago apresentar elevadas profundidades.

Como o objetivo do lago da barragem é a decantação dos sólidos, possivelmente as condições morfológicas não irão promover movimentações verticais completas da massa d'água. Os lagos, em geral, apresentam variações da temperatura das águas ao longo da profundidade. Devido à radiação solar, a temperatura da camada superior é mais elevada que no fundo do lago, esta estratificação, passível de ocorrer em lagos de profundidade representativa, tem grande influência na qualidade das águas uma vez que a ausência da circulação total pode implicar na ocorrência permanente de anaerobiose nas camadas profundas, como ocorre atualmente no reservatório de água do igarapé Bahia. Destaca-se, entretanto, que, junto com a redução das dimensões do lago devido às atividades operacionais de disposição de rejeitos e captação de água, ocorrerá também a redução da altura da camada em anaerobiose no fundo do lago.

A ausência de oxigênio no fundo dos lagos ocasiona a prevalência de condições impróprias à sobrevivência de organismos aeróbios como peixes, moluscos e crustáceos. Além disso, pode provocar a formação de compostos químicos em sua forma reduzida, os quais, ao eventualmente atingirem a superfície aquática, irão provocar emanções de mau cheiro. Também os metais pesados contidos no sedimento poderão se solubilizar, em decorrência dos baixos valores de pH, afetando negativamente a cadeia alimentar. Outro problema refere-se à ressolubilização de nutrientes, principalmente o fósforo, que tornará disponível para a assimilação pelas plantas aquáticas, podendo assim acarretar o estabelecimento do fenômeno da eutrofização (Von Sperling, 2005). Salienta-se, no entanto, que as águas do reservatório do igarapé Bahia apresentaram-se com baixas concentrações dos nutrientes nitrogênio e fósforo, além disso, não serão receptoras de matéria orgânica como efluentes domésticos, fatos que reduzem o potencial de ocorrência de eutrofização.

Em relação ao impacto de alteração da qualidade das águas da atual barragem de água pela disposição de rejeitos do processo de beneficiamento do minério de cobre, é importante destacar que, assim como as cavas, a barragem de rejeitos irá operar com a máxima recuperação de água a partir do sistema de abastecimento da usina de beneficiamento. Dessa forma, o vertimento da barragem será minimizado e contará também com a vazão captada nos cursos de água a

montante do reservatório, vazão esta que será captada com o objetivo de garantir a vazão residual e a qualidade das águas a jusante da barragem de rejeitos.

Destaca-se que para um maior detalhamento da avaliação de impactos sobre a qualidade das águas, encontra-se em elaboração pela Lawrence Consulting Ltd – LCL, empresa contratada pela Vale S.A., o modelamento e predição da qualidade da água na área de estudo do Projeto Alemão. O referido estudo deverá ser concluído ainda em 2010 e subsidiará, caso sejam necessárias, o estabelecimento de ações de controle ambiental adicionais no sentido de garantir a manutenção da qualidade das águas que estarão sob a influência da Mina do Alemão.

Na etapa de operação, a avaliação do impacto de alteração na qualidade das águas foi avaliada como sendo de ocorrência potencial e de médio a longo prazo para manifestação, para o impacto associado aos aspectos geração de sedimentos e de material particulado, sendo que para este último aspecto o impacto foi avaliado como de magnitude desprezível, enquanto para os outros aspectos foi considerado como de pequena magnitude. Já para o impacto associado ao aspecto geração de efluentes líquidos, a ocorrência é real, uma vez que o lançamento dos efluentes líquidos causará alteração da qualidade de água, mesmo estando dentro dos padrões de qualidade para lançamento, de curto prazo para manifestação, de duração cíclica para o vertimento das cavas e permanente quando associada às outras atividades.

De maneira geral esse impacto pode ser caracterizado como de natureza negativa, por referir-se a uma alteração de caráter adverso na natureza, podendo ser considerado permanente, durante a etapa de operação e de incidência direta. Este impacto pode ser considerado reversível, uma vez que cessado o aspecto, o meio pode retornar a uma situação de equilíbrio semelhante àquela que estaria caso o impacto não tivesse ocorrido, com exceção da alteração causada pela operação da barragem para a qual o ambiente estabelecerá uma nova situação de equilíbrio depois de cessada sua atividade, sendo, portanto considerada irreversível. É um impacto de abrangência local, devido a sua ocorrência possivelmente ao longo dos igarapés Alemão e Bahia sem alcançar, no entanto, o ribeirão Águas Claras, uma vez que suas águas a montante da foz do igarapé Bahia auxiliarão na autodepuração e dissolução de elementos incorporados às águas daqueles igarapés. Para os corpos de água interceptados pela estrada, nesta etapa também se espera que as alterações na qualidade das águas alcancem o ribeirão Águas Claras até sua confluência com o igarapé Natal e o igarapé Pojuca até sua confluência com o igarapé Fofoca.

É um impacto de baixa importância, já que é passível de ser percebido sem, entretanto, caracterizar grandes perdas na qualidade ambiental. Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, a alteração na qualidade das águas na etapa de operação do empreendimento é definida como sendo de baixa significância.

A etapa de fechamento inclui atividades que poderão apresentar um impacto na qualidade das águas, sendo elas: descomissionamento, demolição e conformação do terreno e revegetação. Os aspectos ambientais que estão relacionados a estas atividades são: geração de sedimentos e geração de materiais particulados.

Na etapa de fechamento, a alteração na qualidade das águas devido aos aspectos citados é um impacto potencial, de natureza negativa, de duração temporária tendo um caráter transitório na etapa em função das atividades. Pode ser considerado também de incidência direta, de médio a longo prazo de ocorrência, reversível, uma vez que cessada a causa responsável pelo impacto o meio retorna ao equilíbrio, com exceção da barragem de rejeitos para a qual será estabelecida uma nova situação de equilíbrio, sendo para tal, irreversível. É de abrangência local, já que a

alteração tem potencial de ocorrer nos igarapés Alemão e Bahia sem se estender para o ribeirão Águas Claras. Além disso, é um impacto de baixa importância não caracterizando uma grande perda ambiental.

Este impacto é considerado de pequena magnitude para todos os aspectos com exceção da geração de material particulado para o qual é considerado de magnitude desprezível.

Associando os critérios apresentados, em especial os de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, este impacto é definido como de baixa significância. A temporalidade do impacto será durante toda a etapa de implantação, operação e fechamento.

Para mitigação, controle e acompanhamento das Alterações na Qualidade das Águas são propostas medidas e ações de gestão ambiental no Plano de Gestão dos Recursos Hídricos.

A Área de Influência Direta do impacto alteração na qualidade das águas abrange o trecho do igarapé Bahia de suas cabeceiras até sua foz no ribeirão Águas Claras, o ribeirão Águas Claras entre a foz do igarapé Bahia e a foz do igarapé Natal e o igarapé Pojuca até sua confluência com o igarapé Fofoca. Enquanto a Área de Influência Indireta é constituída pelo trecho do igarapé Águas Claras, da foz do igarapé Natal até sua foz no igarapé Itacaiúnas.

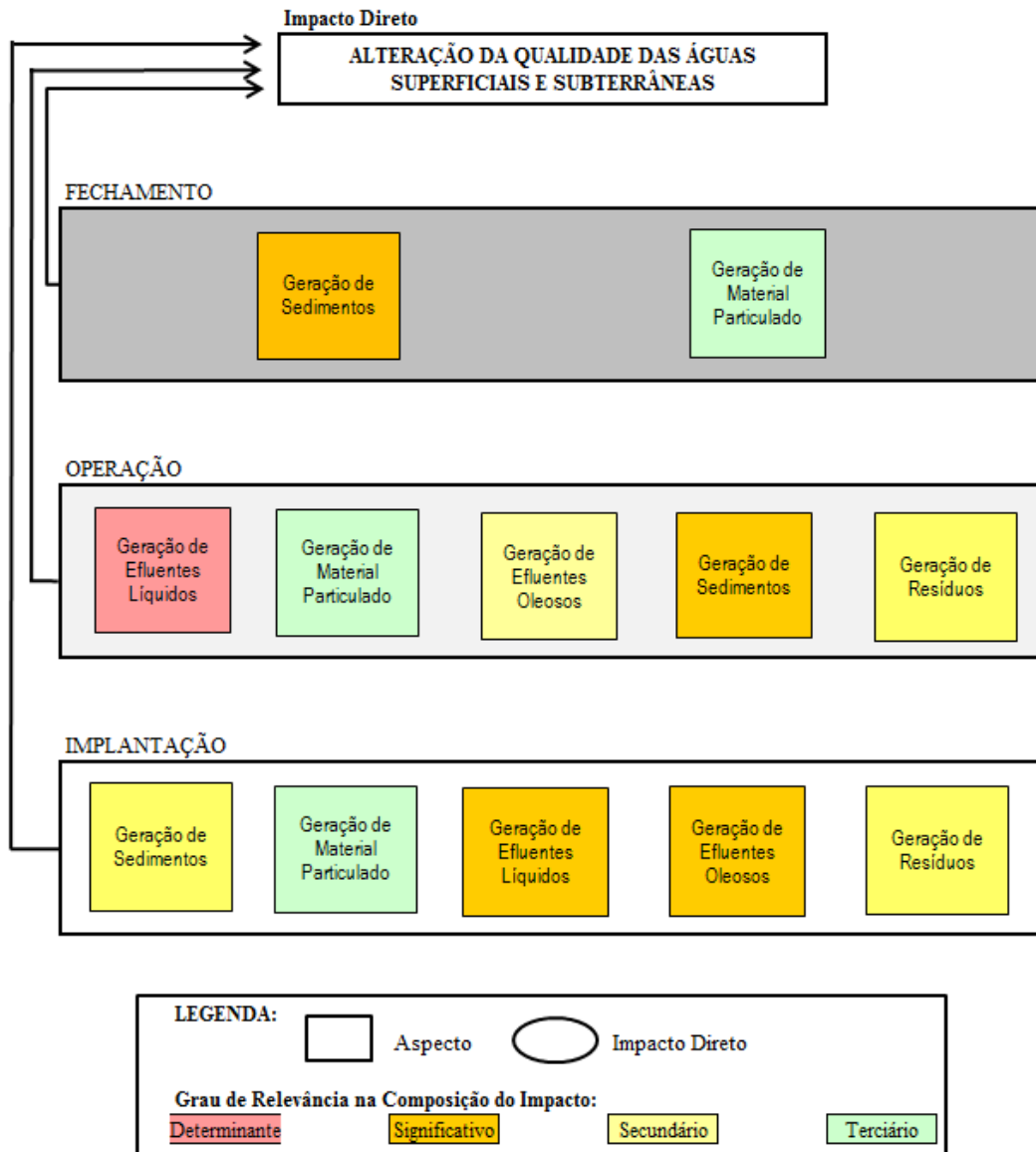
O **Quadro 12.2.8**, a seguir apresenta a síntese dos critérios de avaliação deste impacto para as fases de instalação, operação e fechamento do projeto considerando as definições mais conservadoras.

QUADRO 12.2.8

SÍNTESE DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO UTILIZADOS PARA AVALIAR A ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS EM CADA FASE DO PROJETO, CONSIDERANDO AS DEFINIÇÕES MAIS CONSERVADORAS

Impacto: Alteração da qualidade das águas			
Critérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Potencial
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa
Duração	Permanente	Permanente	Temporária
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de ocorrência	Curto prazo	Curto prazo	Médio a longo prazo
Temporalidade	Entre 25 e 30 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Baixa	Baixa	Baixa
Magnitude	Pequena	Pequena	Pequena
Significância	Baixa	Baixa	Baixa

A **Figura 12.2.30** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração na qualidade das águas.



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Potencial
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa
Duração	Permanente	Permanente	Temporária
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Médio a Longo Prazo
Temporalidade	entre 25 e 30 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Baixa	Baixa	Baixa
Magnitude	Pequena	Pequena	Pequena
Significância	Baixa	Baixa	Baixa

FIGURA 12.2.30 – Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração na Qualidade das Águas

Alteração nos perímetros de proteção das cavernas ALE-01 e ALE-12

É importante salientar, inicialmente, que o conjunto de 13 cavernas identificadas (**Figura 12.2.31**) na área da Mina do Alemão não sofrerá impactos adversos irreversíveis. No contexto do projeto proposto, essas cavernas serão conservadas e poderão integrar uma amostra de cavernas areníticas da região de Carajás visando estudos futuros.

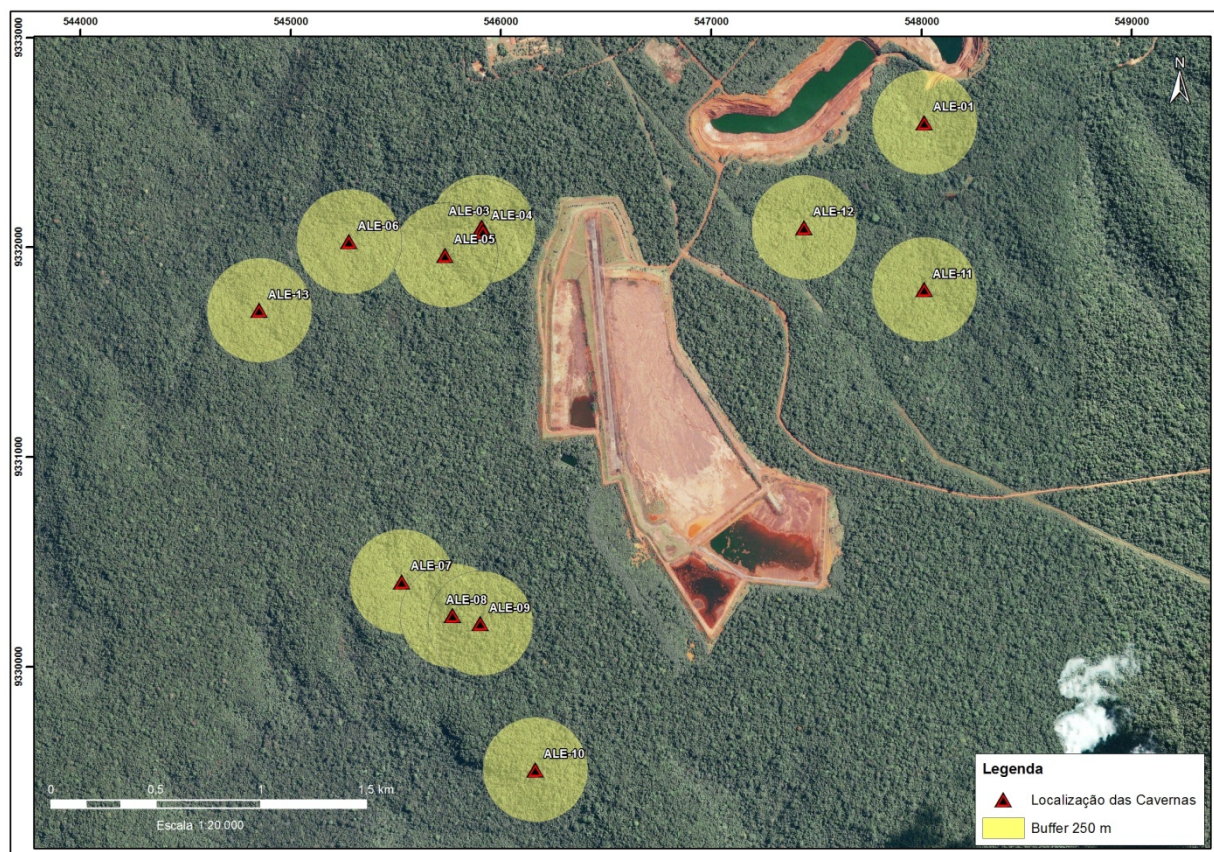


FIGURA 12.2.31 - Cavernas identificadas na área do Projeto Alemão.

No entanto, os perímetros de proteção de duas cavernas (ALE-01 e ALE-12) apresentaram interferências. A legislação vigente, Portaria IBAMA 887, de 15 de julho de 1990, e Resolução CONAMA 347, de 10 de setembro de 2004, discorrem sobre o entorno de conservação de cavidades naturais. Ambas possuem enfoque semelhante, sendo que a Resolução CONAMA, mais recente, ao se referir ao licenciamento ambiental em áreas com cavidades naturais (Artigo 4º) estabelece que: “a área de influência das cavidades naturais subterrâneas será a projeção horizontal da caverna acrescida de um entorno de duzentos e cinquenta metros (250 m), em forma de polígono convexa.

Nota-se, na **Figura 12.2.32**, que os perímetros de 250 m das cavernas ALE-01 e ALE-12 já apresentam interferências de estruturas da antiga Mina do Igarapé Bahia. O perímetro da caverna ALE-01 apresentou um acesso (não pavimentado) já existente para a estação de bombeamento. São dois segmentos que perfazem 0,31 hectares, ou seja, 1,6% da área do perímetro de proteção. No mesmo perímetro da caverna ALE-01 ocorre outra interferência no setor norte. Trata-se da borda sul da antiga cava da Mina do Igarapé Bahia. Essa borda avança aproximadamente 0,26 ha sobre o perímetro, representando 1,3% do mesmo. Para essa área está sendo prevista, para a fase de implantação, a reabilitação dos taludes e um ajuste do sistema de drenagem.

No perímetro de 250 m da caverna ALE-12 foi identificada uma linha de transmissão que corta o setor sudoeste. Essa faixa de domínio abrange, aproximadamente, 0,26 ha, representando 1,3% da área do perímetro de proteção. Durante a fase de implantação haverá repotencialização dessa linha de transmissão, mas sem ampliação da área de interferência sobre o perímetro da cavidade.

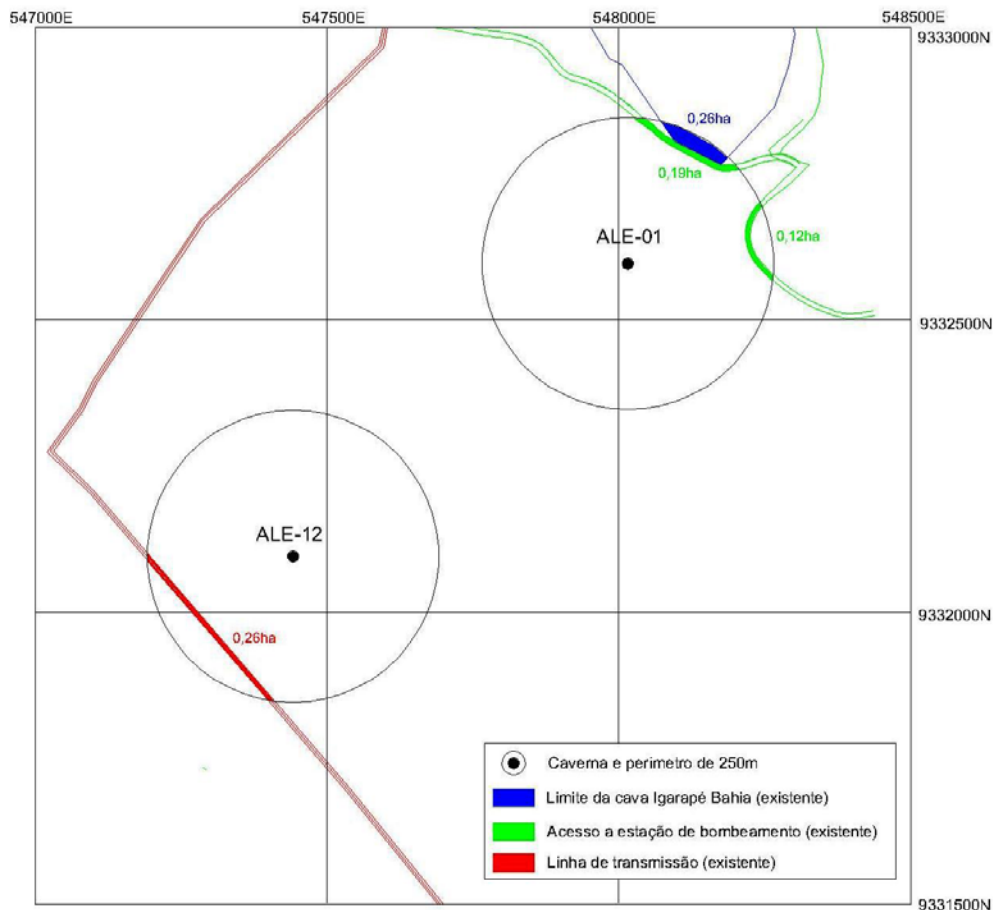


FIGURA 12.2.32 - Interferências já existentes nos perímetros de proteção de 250 m das cavernas ALE-01 e ALE-12.

O impacto nos perímetros de proteção das referidas cavidades, nas fases de implantação e operação, foi avaliado como reversível, pontual, de baixa importância, de pequena magnitude, ocorrência real, natureza negativa, duração temporária, incidência direta, curto prazo. Trata-se de um impacto de baixa significância.

Como medidas de controle estão sendo previstas, para a fase de implantação, a reabilitação dos taludes e um ajuste do sistema de drenagem nas proximidades da caverna ALE-01. Para acompanhamento e confirmação da inexistência de impactos adversos irreversíveis nas cavernas ALE-01 e ALE-12 estão sendo propostas ações de monitoramento no âmbito do Programa de Monitoramento de Vibrações.

O **Quadro 12.2.9**, a seguir apresenta a síntese dos critérios de avaliação deste impacto para as fases de instalação, operação e fechamento do projeto.

QUADRO 12.2.9**SÍNTESE DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO UTILIZADOS PARA AVALIAR A ALTERAÇÃO NOS PERÍMETROS DE PROTEÇÃO DAS CAVERNAS ALE-01 E ALE-12**

Impacto: Alteração da qualidade das águas			
Crítérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	
Natureza	Negativa	Negativa	
Duração	Permanente	Permanente	
Incidência	Direta	Direta	
Prazo de ocorrência	Curto prazo	Curto prazo	
Temporalidade	de 15 a 30 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	
Abrangência	Pontual	Pontual	
Importância	Baixa	Baixa	
Magnitude	Pequena	Pequena	
Significância	Baixa	Baixa	

A **Figura 12.2.33** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de Alteração nos perímetros de proteção das cavernas ALE-01 e ALE-12.

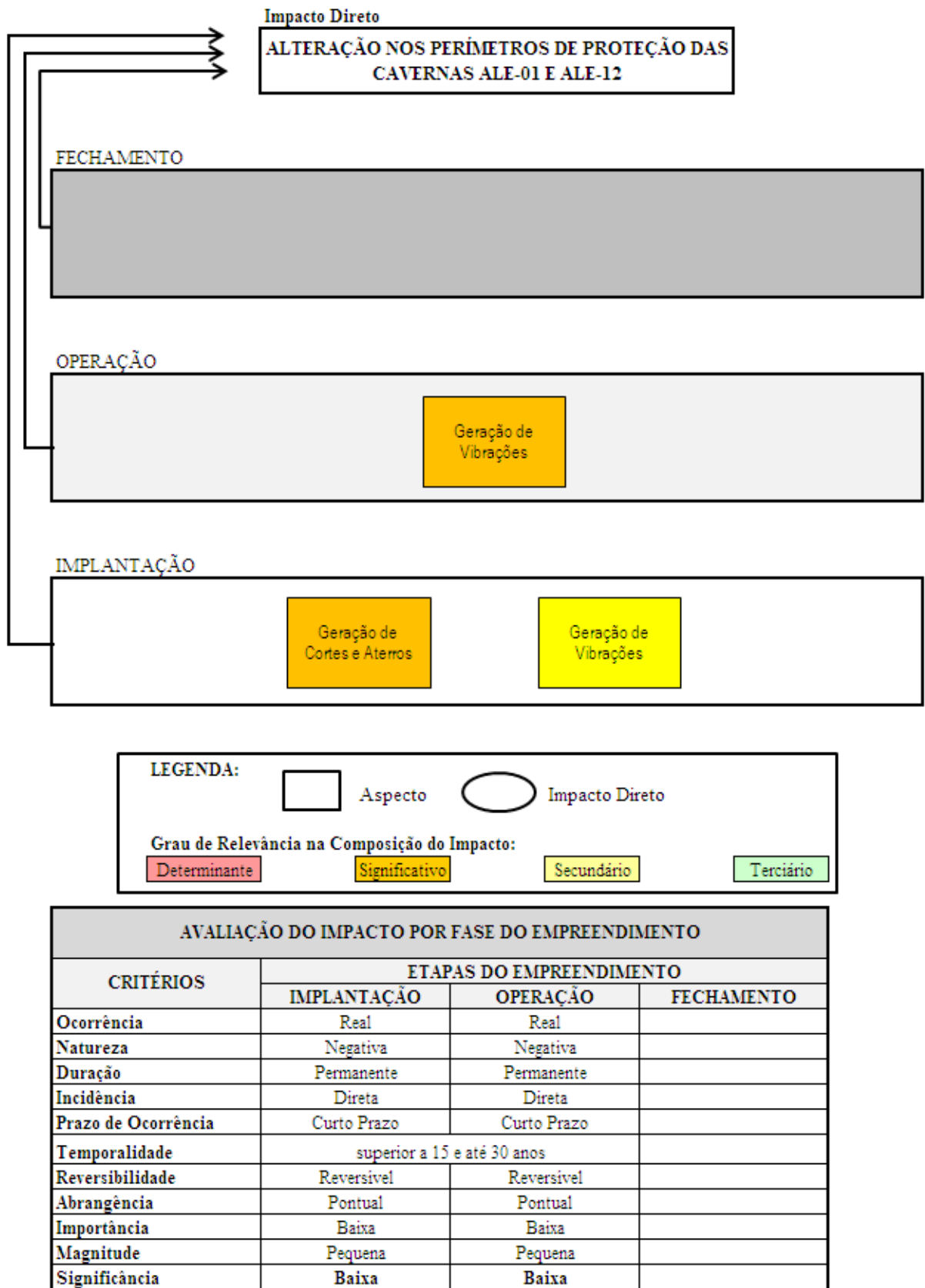


FIGURA 12.2.33 – Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração nos perímetros de proteção das cavernas ALE-01 e ALE-12

12.2.3.2 Meio Biótico

A avaliação de impactos ambientais sobre o meio biótico foi realizada considerando-se as características do empreendimento nas suas diferentes fases.

O empreendimento ocupará uma área total de 679,02 hectares, sendo que 348,98 hectares (51,39% da área total) deverão ser alvo de supressão da vegetação e 330,04 hectares corresponderão ao aproveitamento de áreas e estruturas já existentes (Mina do Igarapé Bahia, Linha de Transmissão e estrada Pojuca). Destaca-se que além dos 679,02 hectares, a área diretamente afetada considerada no diagnóstico do presente estudo incluiu a área sob a faixa de servidão que não necessitará de supressão de vegetação, estimada em 37,32 hectares, composta por floresta ombrófila densa montana (13,42 ha; 36%), floresta ombrófila densa submontana (0,87 ha; 2%), floresta ombrófila aberta submontana (9,66 ha; 26%) e vegetação metalófila (13,37 ha; 36%).

O principal impacto sobre o meio biótico será decorrente da supressão da cobertura florestal nativa, uma vez que a comunidade vegetal garante a dinâmica dos ecossistemas e, notadamente, as espécies animais são dependentes de ambientes florestais.

As atividades de supressão serão realizadas nas fases de implantação e operação do empreendimento conforme **Tabela 12.2.12**.

TABELA 12.2.12

SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO POR FASE E ESTRUTURAS DO EMPREENDIMENTO

Estruturas	Fase de Implantação	Fase de Operação Ano 4	Fase de Operação Ano 11	Total por Estrutura
Mina e principais estruturas associadas	32,87 ha	128,07 ha	50,73 ha	211,67 ha
Linha de Transmissão	74,00 ha	---	---	74,00 ha
Estrada Pojuca	63,31 ha	---	---	63,31 ha
Total por Fase	170,18 ha	128,07 ha	50,73 ha	348,98 ha

As estruturas necessárias à Mina do Alemão podem ser divididas em três compartimentos:

- Compartimento 1: refere-se às áreas destinadas às estruturas da mina propriamente dita, as quais envolvem lavra, usina de beneficiamento, sistema de disposição de rejeitos, pilhas de minério e estéril, portaria, área de subsidência, central de resíduos, dentre outras.
- Compartimento 2: é composto pelas áreas destinadas às estruturas da linha de transmissão e adequações da faixa de servidão entre a subestação em N4 e a Mina do Alemão.
- Compartimento 3: está representado pela área destinada à adequação da estrada Pojuca.

As estruturas, área total ocupada e a área total a ser suprimida assim como as diferentes tipologias afetadas estão apresentadas no **Quadro 12.2.10**.

QUADRO 12.2.10

**ÁREA OCUPADA PELAS ESTRUTURAS E ÁREA A SER SUPRIMIDA EM SUAS
DIFERENTES TIPOLOGIAS PARA A IMPLANTAÇÃO DA MINA DO ALEMÃO**

COMPARTIMENTO 1 - MINA		
Classes	Área (ha)	Percentual (%)
Cobertura Vegetal Nativa a ser Suprimida		
Floresta ombrófila densa montana	1,6164	0,41
Floresta ombrófila densa montana secundária	38,9209	9,98
Floresta ombrófila densa submontana secundária	0,7394	0,19
Floresta ombrófila densa submontana	0,0003	0,00
Floresta ombrófila aberta submontana	170,3900	43,69
Subtotal	211,6670	54,27
Demais Classes de Uso do Solo (Estruturas Existentes/Áreas Antropizadas)		
Barragem de captação de água	14,0600	3,61
Área de mineração	155,7147	39,92
Solo exposto	1,5400	0,40
Faixa de domínio da estrada Raymundo Mascarenhas	0,0442	0,01
Faixa de servidão da linha de transmissão (LT)	7,0041	1,80
Subtotal	178,3630	45,73
Total	390,0300	100,00
COMPARTIMENTO 2 – LINHA DE TRANSMISSÃO		
Classes	Área (ha)	Percentual (%)
Cobertura Vegetal Nativa a ser Suprimida		
Floresta ombrófila densa montana	56,0568	25,17
Floresta ombrófila densa submontana	4,9673	2,23
Floresta ombrófila aberta submontana	12,9759	5,83
Subtotal	74,0000	33,23
Demais Classes de Uso do Solo (Estruturas Existentes/Áreas Antropizadas)		
Trecho Comum à faixa de servidão da LT e Faixa de domínio da estrada	0,2539	0,11
Faixa de domínio da estrada Raymundo Mascarenhas	1,3314	0,60
Faixa de servidão da linha de transmissão (LT)	147,0955	66,06
Subtotal	148,6808	66,77
Total	222,6808	100,00
COMPARTIMENTO 3 – ESTRADA POJUCA		
Classes	Área (ha)	Percentual (%)
Cobertura Vegetal Nativa a ser Suprimida		
Floresta ombrófila densa montana	8,9100	13,43
Floresta ombrófila densa submontana	19,9700	30,10
Floresta ombrófila aberta submontana	34,4300	51,89
Subtotal	63,3100	95,42

Continua...

...continuação

COMPARTIMENTO 3 – ESTRADA POJUCA		
Classes	Área (ha)	Percentual (%)
Demais Classes de Uso do Solo (Estruturas Existentes/Áreas Antropizadas)		
Faixa de domínio da estrada Raymundo Mascarenhas	0,0107	0,02
Faixa de domínio da estrada de acesso existente	3,0300	4,57
Subtotal	3,0407	4,58
Total	66,3507	100,00
TOTAL DA ÁREA OCUPADA PELAS ESTRUTURAS E ÁREA A SER SUPRIMIDA		
Classes	Área (ha)	Percentual (%)
Cobertura Vegetal Nativa a ser Suprimida		
Floresta ombrófila densa montana	66,5832	9,81%
Floresta ombrófila densa montana secundária	38,9209	5,73%
Floresta ombrófila densa submontana	24,9376	3,67%
Floresta ombrófila densa submontana secundária	0,7394	0,11%
Floresta ombrófila aberta submontana	217,7959	32,08%
Subtotal	348,9770	51,39
Demais Classes de Uso do Solo (Estruturas Existentes/Áreas Antropizadas)		
Barragem de captação de água	14,0600	2,07
Área de mineração	155,7147	22,93
Solo exposto	1,5400	0,23
Faixa de domínio da estrada Raymundo Mascarenhas	1,3421	0,20
Faixa de servidão da linha de transmissão (LT)	154,0996	22,69
Faixa de domínio da estrada de acesso existente	3,0300	0,45
Trecho comum à faixa de servidão da LT e faixa de domínio da estrada	0,2539	0,04
Subtotal	330,0403	48,61
Total	679,0173	100,00

A partir das informações acima, são apresentados os impactos ambientais para os ecossistemas terrestre e aquático da Mina do Alemão.

12.2.3.2.1 Ecossistemas Terrestres

12.2.3.2.1.1 Impactos Ambientais sobre a Flora

– Redução de Indivíduos das Populações Vegetais Nativas

Durante a etapa de implantação, o aspecto que causará o presente impacto é a remoção da cobertura vegetal, relacionado às atividades de supressão de vegetação necessária para a liberação dos terrenos nos quais serão implantadas as diversas estruturas da mina, a adequação da faixa de servidão da linha de transmissão e a implantação da estrada Pojuca.

A supressão de vegetação nativa na etapa de implantação ocorrerá envolvendo formações secundárias e primárias de floresta ombrófila densa montana, floresta ombrófila densa submontana e floresta ombrófila aberta submontana.

Esta supressão ocasionará a redução de indivíduos vegetais presentes nas áreas a serem desmatadas, inclusive de espécies ameaçadas de extinção e seus germoplasmas, como *Bertholletia excelsa* (castanheira do pará), *Aspidosperma album*, *Aspidosperma desmanthum* (araracanga), *Cedrela odorata* (cedro) e *Mezilaurus itauba* (louro itaúba), além da redução de parte da geração de recursos florestais renováveis.

O impacto Redução de Indivíduos das Populações Vegetais Nativas na **etapa de implantação** é avaliado como de ocorrência real, uma vez que a implantação das estruturas do empreendimento implicará na supressão de vegetação florestal; de natureza negativa, por representar perda de indivíduos das populações vegetais além de recursos florestais renováveis; de duração permanente, uma vez que grande parte destas populações não poderão ser recompostas; de incidência direta, por representar uma ação direta das atividades de supressão; com ocorrência de curto prazo, pois o impacto ocorrerá à medida que a atividade de supressão for realizada; irreversível, já que as populações afetadas não retornarão à condição atual; de abrangência pontual, ocorrendo apenas na área de intervenção; de importância alta, por representar a perda de indivíduos de populações vegetais, incluindo de espécies ameaçadas e respectivos germoplasmas, assim como de recursos florestais associados, e de magnitude média, em função da dimensão da área a ser afetada e, conseqüentemente, do número de indivíduos das populações vegetais suprimidas.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é avaliado como de significância alta nessa etapa.

Durante a etapa de operação, os aspectos ambientais que causarão o presente impacto estão relacionados às atividades de supressão de vegetação para a área de subsidência e para a implantação do sistema de disposição de rejeitos em barragem (Fases 1 e 2).

Na **etapa de operação** este impacto pode ser avaliado como de ocorrência real, uma vez que ocorrerá remoção de vegetação vegetal; de natureza negativa, por representar perda de indivíduos das populações vegetais; de duração permanente, uma vez que grande parte destas populações não poderá ser recomposta; de incidência direta, por representar uma ação direta das atividades de supressão; com ocorrência de curto prazo, pois o impacto ocorrerá à medida que a atividade de supressão for realizada; irreversível, já que as populações afetadas não retornarão à condição atual; de abrangência pontual, ocorrendo apenas nas áreas de intervenção; de importância alta, por representar a perda de indivíduos de populações vegetais, incluindo de espécies ameaçadas e respectivos germoplasmas, assim como de recursos florestais associados; de magnitude média, em razão da área a ser afetada, maior que a da etapa anterior, pois corresponde a área da barragem de rejeitos, resultando, conseqüentemente, em maior número de indivíduos das populações vegetais suprimidos.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é avaliado como de significância alta para a etapa de operação.

Na etapa de fechamento não está prevista a ocorrência do impacto Redução de Indivíduos das Populações Vegetais Nativas.

Em relação a resiliência do ambiente em função das alterações previstas, a temporalidade será superior a 30 anos, considerando que estas populações demandam longos períodos para se recomporem, embora dificilmente conforme sua composição original.

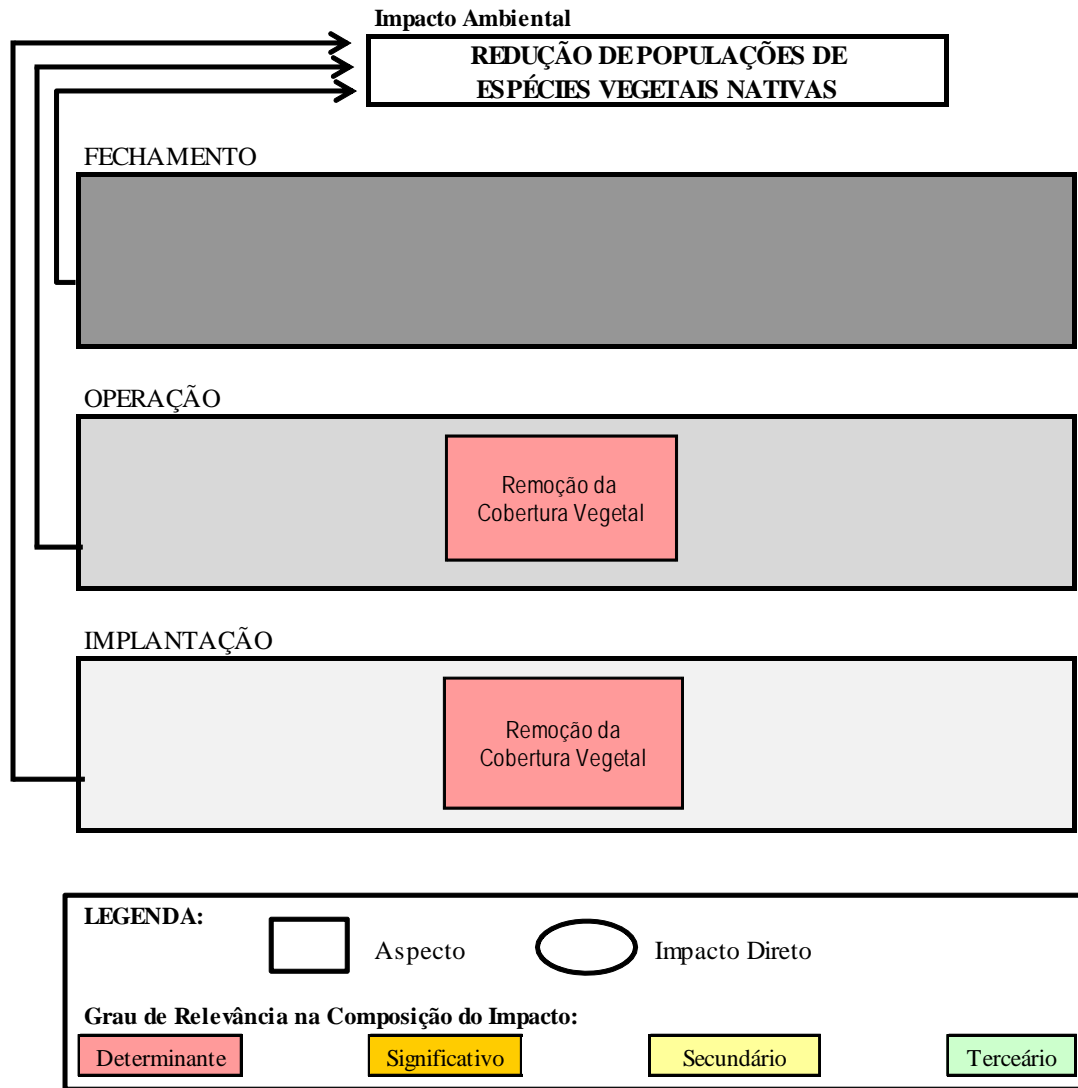
A seguir apresenta-se um quadro síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento (**Quadro 12.2.11**).

QUADRO 12.2.11

SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DO IMPACTO REDUÇÃO DE INDIVÍDUOS DAS POPULAÇÕES VEGETAIS NATIVAS

Impacto: Redução de Indivíduos das Populações Vegetais Nativas			
Critérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	-
Natureza	Negativa	Negativa	-
Duração	Permanente	Permanente	-
Incidência	Direta	Direta	-
Prazo de ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	-
Temporalidade	Superior a 30 anos		-
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	-
Abrangência	Pontual	Pontual	-
Importância	Alta	Alta	-
Magnitude	Média	Média	-
Significância	Alta	Alta	-

A **Figura 12.2.34** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto Redução de Indivíduos das Populações Vegetais Nativas.



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	-
Natureza	Negativa	Negativa	-
Duração	Permanente	Permanente	-
Incidência	Direta	Direta	-
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	-
Temporalidade	Superior a 30 anos		-
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	-
Abrangência	Pontual	Pontual	-
Importância	Alta	Alta	-
Magnitude	Média	Média	-
Significância	Alta	Alta	-

FIGURA 12.2.34 – Fluxograma de avaliação do impacto Redução de Indivíduos das Populações Vegetais Nativas

As ações propostas para a mitigação deste impacto são Programa de Resgate e Reintrodução de Flora, Programa Operacional de Supressão (POS) e Aproveitamento de Recursos Florestais, Programa de Prevenção e Combate a Incêndio Florestal, Plano de Recuperação de Áreas Degradadas e o Plano de Compensação Ambiental.

– **Aumento do Efeito de Borda em Remanescentes Florestais Nativos**

A borda pode ser definida como a zona de contato entre um habitat natural e outro antropizado. Embora possam existir bordas entre dois habitats naturais, para a biologia da conservação a borda mais importante é a primeira, pois, potencialmente, pode afetar diretamente as populações vegetais. Desta forma, quanto maior a proporção de borda de um fragmento, menor será a área central, que é a porção florestal efetivamente preservada e a mais similar à vegetação original (RAMBALDI & OLIVEIRA, 2003).

O aumento na proporção de borda em relação às áreas florestais remanescentes torna-as mais susceptíveis às perturbações antrópicas, como fogo e espécies invasoras. A primeira resposta para a criação de uma borda é a modificação do microclima, que pode afetar a sobrevivência e a reprodução das espécies. Nas bordas, a umidade do solo e do ar diminui, aumentando a temperatura, e a incidência de luz e a velocidade do vento aumentam.

A maior intensidade de exposição aos ventos pela retirada de árvores pode resultar em danos à vegetação de forma direta. Em bordas recém-criadas na floresta de terra firme da Amazônia, danos e morte de árvores causadas diretamente ou indiretamente pelo vento foram observados em até 60 m de distância, partindo da borda para o interior da floresta (RAMBALDI & OLIVEIRA, 2003).

Efeitos negativos sobre as árvores com ciclo de vida longo são de difícil observação, mas indivíduos em estágios iniciais de vida, tais como as plântulas, parecem apresentar as respostas mais intensas e imediatas à alteração da floresta, o que poderá afetar a futura composição da comunidade vegetal. Além destes, o efeito de borda pode causar também mudanças na composição dos nutrientes do solo, além de possibilitar a introdução indesejável de sementes dispersas pelo vento no interior dos fragmentos.

Com o tempo, em florestas úmidas, a borda é selada pela vegetação que ali se estabelece, porém, a reconstituição da vegetação da borda nos mesmos padrões estruturais da floresta original parece improvável de ocorrer, pois as modificações iniciais no microclima em função da borda criam condições para o estabelecimento de espécies diferentes daquelas que ali se encontravam. O ambiente torna-se propício às espécies mais adaptadas à maior incidência de luz (pioneiras, lianas, etc) em detrimento das espécies tolerantes ao sombreamento (climáticas), o que pode resultar em uma comunidade vegetal na borda distinta daquela do interior do fragmento. Embora o aumento da densidade de espécies pioneiras possa dar a falsa impressão da inexistência de efeitos negativos, é essencial observar que a identidade dessas espécies difere daquelas do interior do fragmento.

Durante a etapa de implantação os aspectos ambientais que causam o impacto Aumento do Efeito de Borda em Remanescentes Florestais Nativos estão relacionados a redução de indivíduos vegetais em função das atividades de supressão de vegetação nos locais onde serão implantadas estruturas do empreendimento.

Desta forma, o impacto Aumento do Efeito de Borda em Remanescentes Florestais Nativos na **etapa de implantação** pode ser avaliado como de ocorrência real, uma vez que a implantação das diversas estruturas implicará na supressão de vegetação florestal e causará o efeito de borda nas áreas florestais afetadas; de natureza negativa, por representar alterações abióticas e bióticas nas áreas florestais afetadas, alterando a dinâmica florestal; de duração permanente, uma vez que as alterações ocorridas implicarão em modificações na estrutura e dinâmica florestal e a reconstituição estrutural da vegetação é de ocorrência pouco provável. Este impacto é de incidência indireta, por decorrer da redução de indivíduos, causando as modificações da estrutura da comunidade vegetal, influenciada ainda pelas alterações abióticas já mencionadas.

Embora alterações possam ocorrer a partir das intervenções, o impacto ocorrerá a médio e longo prazo, pois os efeitos irão se propagar a partir da borda, causando modificações estruturais ao longo dos anos. Dessa forma, sua temporalidade é superior a 30 anos.

Este impacto é considerado irreversível, pois dificilmente as comunidades vegetais afetadas retornarão à condição atual; de abrangência local, uma vez que implica em alterações que se propagam além da área com cobertura vegetal suprimida; de importância alta, por representar impactos sobre as comunidades florestais reduzindo seu tamanho efetivo com possíveis alterações da diversidade de espécies nesses ambientes. Considerando que o efeito poderá se estender para além da própria borda, considera-se a sua magnitude média.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é definido como de significância alta na etapa de implantação.

Durante a **etapa de operação**, os aspectos ambientais que causarão o impacto Aumento do Efeito de Borda em Remanescentes Florestais Nativos estão relacionados às atividades de supressão de vegetação para a implantação do sistema de disposição de rejeitos, que serão mais significativas em termos de redução de indivíduos da cobertura vegetal nativa.

Nessa etapa, o impacto Aumento do Efeito de Borda em Remanescentes Florestais pode ser avaliado como de ocorrência real, uma vez que a implantação das diversas estruturas implicará na remoção da cobertura vegetal, levando a ocorrência de efeito de borda nas áreas florestais afetadas; de natureza negativa, por representar alterações abióticas e bióticas, alterando a dinâmica florestal; de duração permanente, já que a reconstituição estrutural da vegetação é pouco provável de ocorrer. Este impacto é de incidência indireta, por decorrer da redução de indivíduos, causando as modificações da estrutura da comunidade vegetal, influenciada ainda pelas alterações abióticas já mencionadas.

Embora as alterações possam se iniciar a partir das intervenções, o impacto ocorrerá em médio e longo prazo, pois os efeitos irão se propagar a partir da borda, causando modificações estruturais ao longo dos anos. Dessa forma, sua temporalidade é superior a 30 anos.

Este impacto é considerado irreversível, pois as comunidades vegetais afetadas dificilmente retornarão à condição atual e de abrangência local, uma vez que implica em alterações que se propagam além da área com cobertura vegetal suprimida.

A importância é alta por representar impactos sobre as comunidades florestais, reduzindo seu tamanho efetivo, com possíveis implicações diversidade de espécies nesses ambientes. Considerando que o efeito poderá se estender para além da própria borda e a supressão ocorrida, considera-se a sua magnitude média.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o presente impacto é avaliado de significância alta na etapa de operação.

Na etapa de fechamento não está prevista a ocorrência desse impacto.

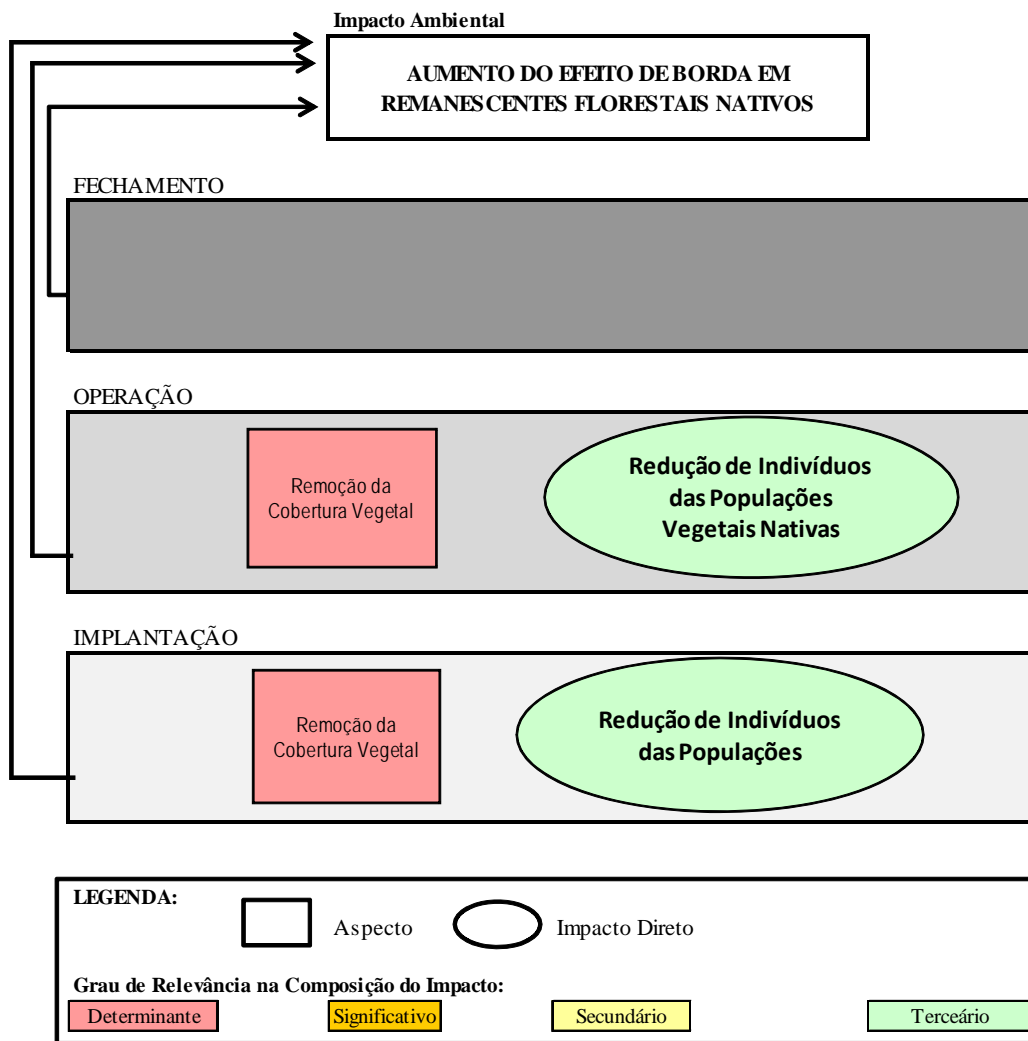
A seguir apresenta-se um quadro síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento (**Quadro 12.2.12**).

QUADRO 12.2.12

SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DO IMPACTO AUMENTO DO EFEITO DE BORDA EM REMANESCENTES FLORESTAIS NATIVOS

Impacto: Aumento do Efeito de Borda em Remanescentes Florestais Nativos			
Critérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	-
Natureza	Negativa	Negativa	-
Duração	Permanente	Permanente	-
Incidência	Indireta	Indireta	-
Prazo de ocorrência	Médio e longo prazo	Médio e longo prazo	-
Temporalidade	Superior a 30 anos		-
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	-
Abrangência	Local	Local	-
Importância	Alta	Alta	-
Magnitude	Média	Média	-
Significância	Alta	Alta	-

A **Figura 12.2.35** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto Aumento do Efeito de Borda em Remanescentes Florestais Nativos.



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	-
Natureza	Negativa	Negativa	-
Duração	Permanente	Permanente	-
Incidência	Indireta	Indireta	-
Prazo de Ocorrência	Médio a Longo Parzo	Médio a Longo Parzo	-
Temporalidade	Superior a 30 anos		-
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	-
Abrangência	Local	Local	-
Importância	Alta	Alta	-
Magnitude	Média	Média	-
Significância	Alta	Alta	-

FIGURA 12.2.35 - Fluxograma de avaliação do impacto Aumento do Efeito de Borda em Remanescentes Florestais Nativos.

Para o impacto Aumento do Efeito de Borda em Remanescentes Florestais Nativos são propostas ações de mitigação por meio do Programa Operacional de Supressão (POS) e Aproveitamento de Recursos Florestais, Programa de Prevenção e Combate a Incêndio Florestal, Plano de Recuperação de Áreas Degradadas e pelo Plano de Compensação Ambiental.

12.2.3.2.1.2 Impactos Ambientais sobre a Fauna

– Redução de Hábitat da Fauna

O impacto Redução de Habitat da Fauna decorre das atividades de supressão da vegetação para a instalação do empreendimento, sobretudo do aspecto remoção da cobertura vegetal na área diretamente afetada (ADA). Para a fauna terrestre, este impacto é o principal evento negativo decorrente do empreendimento, uma vez que irá gerar efeitos diretos e indiretos nas áreas a serem afetadas.

O hábitat de uma espécie representa o espaço físico e os fatores bióticos e abióticos que condicionam um ecossistema e que determinam a distribuição das populações das espécies da comunidade. Essa definição é, em geral, usada em referência a uma ou mais espécies, no sentido de estabelecer os locais e as condições ou recursos ambientais adequados à permanência de suas populações no local. Para a fauna são necessários, dentre outros recursos, a disponibilidade de abrigos, alimento, locais apropriados à nidificação e à reprodução.

Das diversas interações exercidas pela fauna no seu hábitat destacam-se a dispersão de sementes efetuada por aves, mamíferos terrestres e morcegos; a herbivoria realizada por roedores e algumas espécies arborícolas, tais como os primatas; a regulação da população por predadores; a polinização por aves e insetos, dentre outras.

Com a redução de hábitat essas interações serão comprometidas na ADA e no seu entorno, uma vez que as funções supracitadas não poderão ser exercidas nos locais onde a vegetação for suprimida, e serão dificultadas com a ampliação do efeito de borda, já existente no local. Acresce-se a isso, o comprometimento das espécies mais especialistas ou sensíveis às alterações ambientais, bem como as de baixa capacidade de dispersão.

O desaparecimento dos espécimes da fauna residentes nestas áreas seja pela dispersão, no caso das espécies com maior capacidade de deslocamento, ou pelo óbito, no caso dos indivíduos das espécies com menor capacidade de dispersão, é um resultado inevitável devido à remoção da cobertura vegetal e, conseqüentemente, redução de hábitat.

Embora o impacto Redução de Hábitat ocorra nas etapas de implantação e operação, esse impacto ocorrerá em maior intensidade entre o quarto e décimo primeiro ano da operação, em função da área de supressão associada à ampliação do sistema de disposição de rejeitos em barragem.

No caso dos anfíbios, em que a maioria dos modos reprodutivos depende diretamente da existência e da condição dos corpos de água, originalmente representados na ADA e no seu entorno imediato pelos igarapés e suas sub-bacias, a supressão de hábitats úmidos e a eventual alteração física destes ambientes pode significar a alteração e/ou perda das condições necessárias para a sua reprodução. Ações como a supressão de vegetação e alteração na dinâmica e

disponibilidade hídrica dos corpos de água constituem fatores associados causadores de impactos.

Neste sentido, este impacto poderá contribuir para reduções em determinadas populações de anfíbios e répteis de ocorrência pontual na área do empreendimento. Alguns táxons registrados que podem sofrer conseqüências negativas em razão da redução de habitats se destacam, conforme exemplificado a seguir:

- **Área da barragem de captação de água**

- Os anfíbios *Allobates* sp., *Dendropsophus* aff. *branneri*, *Dendropsophus* gr. *microcephalus*, *Scinax* cf. *boesemani*, *Osteocephalus* sp. e *Trachycephalus* sp., todos ainda não identificados;

- A espécie de jacaré *Caiman crododilus* (jacaré-tinga), que apresenta uma população reprodutivamente estabelecida na barragem de água, tendo sido observados indivíduos em diferentes faixas etárias.

- **Áreas relacionadas à estrada Pojuca**

- Os anfíbios *Dendropsophus* aff. *branneri*, *Osteocephalus* sp. e *Pipa* cf. *arrabali*, ainda não identificados, além de *Phyllomedusa bicolor* e *Phyllomedusa vaillanti*, todos relacionados a ambientes úmidos específicos encontrados no interior de floresta ombrófila;

- O lagarto *Coleodactylus* cf. *amazonicus*, exclusivamente associado à serrapilheira de áreas de floresta ombrófila densa;

- Os lagartos *Thecadactylus rapicauda* e *Plica plica*, relacionados à floresta ombrófila e pouco tolerantes a alterações ambientais;

- O jabuti *Chelonoidis denticullata*, que embora apresente locomoção lenta, possui grande capacidade de dispersão, estando suscetível às atividades de supressão de vegetação;

- **Áreas relacionadas à Linha de Transmissão**

- *Phyllomedusa bicolor* e *P. vaillanti*, anfíbios de ocorrência pontual na amostra, hábitos reprodutivos especializados e dependentes da floresta ombrófila densa;

- *Osteocephalus* sp. e *Trachycephalus resinifictrix*, anfíbios relacionados ao dossel, habitantes de buracos e ocos no alto das árvores, de ocorrência pontual na amostra, hábitos reprodutivos especializados e dependentes da floresta ombrófila densa;

- *Allobates* sp. e *Proceratophrys* cf. *concavitympanum*, anfíbios relacionados a ambientes de igarapés de pequeno e médio porte no interior da floresta ombrófila densa, de ocorrência pontual na amostra e, sobretudo, ainda não identificados devido à complexidade taxonômica dos grupos envolvidos;

- A serpente *Bothrops atrox* e *Lachesis muta*, espécies de interesse médico;

- O anfisbenídeo *Amphisbaena fuliginosa*, que apresenta hábitos fossoriais e locomoção dificultada.
- O jabuti *Chelonoidis denticollata*, que embora apresente locomoção lenta, possui grande capacidade de dispersão, estando suscetível às atividades de supressão de vegetação.

Outra consequência inerente à redução de habitats é a dispersão de indivíduos. Tal fato pode contribuir para a diminuição da diversidade faunística local, na medida em que promove a competição e substituição das espécies típicas de ambiente de mata por outras oportunistas, de maior plasticidade ambiental e que são favorecidas pelas alterações ambientais (WOODRUFF, 2001).

Os resultados obtidos na área do empreendimento corroboram este fato, havendo diferenças evidentes na ocupação das áreas antropizadas e nas áreas de floresta que demonstraram haver táxons de ocorrência exclusiva, como os anfíbios *Rhaebo guttatus*, *Trachycephalus resinifictrix* e *Caecilia* sp. e os répteis *Thecadactylus rapicauda*, *Bachia flavescens*, *Plica plica* e *Anilius scytale*, entre outros.

Um exemplo deste evento de substituição de espécies é a ocorrência do lagarto *Cnemidophorus lemniscatus* em área na qual está prevista a implantação da usina de beneficiamento, assim como do calango verde, *Ameiva ameiva*, na área do acampamento Pojuca. Tratam-se de lagartos teiídeos heliófilos oportunistas, típicos de áreas abertas e registrados em clareira na área de floresta, tendo sido beneficiados pela presença de rochas e entulhos que servem de abrigo para os indivíduos.

Algumas espécies tolerantes e que foram registradas em áreas antropizadas também podem ser citadas, como *Dendropsophus minutus*, *Pristimantis* cf. *fenestratus*, *Leptodactylus* cf. *andreae*, *Phyllomedusa hypochondryalis* e *Scinax* cf. *x-signatus*, além de *Spilotes pullatus*, *Chironius carinatus*, *Leptodeira annulata* e *Hemidactylus mabouia*, entre outros.

Para o grupo das aves, as florestas primárias abertas e densas destacaram-se em riqueza total de espécies, número de espécies ameaçadas de extinção, raras e com alta sensibilidade a distúrbios antrópicos, quando comparadas aos ambientes antrópicos e florestas secundárias que apresentaram porcentagens relativas maiores de espécies generalistas e com baixa sensibilidade a distúrbios antrópicos.

Entre os grupos mais afetados pela redução de habitat estão as aves especialistas, nas quais em outros estudos demonstraram uma diminuição na riqueza de espécies, especialmente de aves insetívoras de sub-bosque e que forrageiam em troncos de árvores, como as das famílias *Thamnophilidae* e *Dendrocolaptidae* (WILLIS, 1979; BIERREGAARD JR. & LOVEJOY, 1989; BIERREGAARD JR. ET AL., 1992; STOUFFER & BIERREGAARD JR, 1995; BIERREGAARD JR. & STOUFFER, 1997).

Na área do empreendimento estes grupos apresentaram riqueza significativa e destes, apenas três são classificados como de baixa sensibilidade a distúrbios antrópicos (*Taraba major*, *Thamnophilus stictocephalus* e *Myrmotherula brachyura*). Entre as espécies de alta sensibilidade à distúrbios antrópicos registradas destacam-se *Deconychura longicauda* (arapaçu-rabudo), *Deconychura stictolaema* (arapaçu-de-garganta-pintada), *Hylexetastes brigidai* (arapaçu-de-loro-cinza), *Xiphocolaptes carajaensis* (arapaçu-do-carajás), *Myrmoborus myotherinus* (formigueiro-de-cara-preta), *Schistocichla rufifacies* (formigueiro-de-asa-pintada),

Myrmornis torquata (pinto-do-mato-carijó) e *Dichrozona cincta* (tovaquinha).

Durante a operação o impacto Redução de Hábitat será gerado pelos aspectos da supressão de vegetação nessa etapa.

No local previsto para implantação do sistema de disposição de rejeitos, onde ocorre floresta ombrófila aberta submontana ribeirinha, e nos trechos mais elevados floresta ombrófila aberta, registrou-se um número significativo de espécies de aves com alta sensibilidade a distúrbios antrópicos. Na floresta ribeirinha foram registradas espécies importantes para a conservação dos ambientes, como *Harpia harpyja* (gavião-real), incluindo o registro de sítio de nidificação, além de espécies com alta sensibilidade a distúrbios antrópicos, como *Hylophylax naevius* (guarda-floresta), *Myrmornis torquata* (pinto-do-mato-carijó), *Schistocichla rufifacies* (formigueiro-de-asa-pintada) e *Laniocera hypopyrra* (chorona-cinza).

Com relação à quiropterofauna, de modo geral, é reconhecido que organismos mais especialistas são mais sensíveis à redução do habitat original. Diversas espécies de morcegos respondem negativamente aos distúrbios ambientais (COSSON *et al.*, 1999; MEDELLÍN *et al.*, 2000; SCHULZE *et al.*, 2000; GORRESEN & WILLIG, 2004; NUMA *et al.*, 2005; WILLIG *et al.*, 2007) e ao corte seletivo da floresta (OCHOA, 2000; CLARKE *et al.*, 2005a, b; PETERS *et al.*, 2006; CASTRO-ARELLANO *et al.*, 2007), sendo que alguns desses distúrbios são relevantes mesmo para este grupo voador com alta capacidade de dispersão. Na área de estudo, foram registradas espécies raras, como por exemplo, *Centronycteris maximiliani*, sendo este o primeiro registro para a Floresta Nacional de Carajás.

A composição da comunidade de morcegos indicou que filostomíneos (subfamília Phyllostominae) estão muito bem representados e a riqueza de espécies dessa subfamília é indicativo de boa qualidade ambiental. A floresta ribeirinha ocupa posição de destaque porque, além da riqueza de espécies de morcegos, demonstrou a estrutura da comunidade diferente das demais ambientes. Na floresta ribeirinha foi registrado, por exemplo, *Carollia castanea* (subfamília Carollinae), um morcego que, além de ser dificilmente capturado, é tipicamente encontrado em ambientes florestais amazônicos conservados.

Por meio da análise dos dados obtidos no diagnóstico da quiropterofauna, nota-se o incremento progressivo da fauna de morcegos (p.ex. insetívoros limpa-folhas) em áreas cujo estado de conservação aumenta. Por outro lado, também nota-se a ausência de nectarívoros na floresta secundária inicial, e o maior número de espécies de frugívoros de médio porte na floresta inicial.

Para a mastofauna não voadora, a perda de habitat refletirá na diminuição dos recursos disponíveis devido à retirada de abrigos, redução da oferta de alimentos, maior exposição à ação de agentes ambientais, como chuva e ventos, maior suscetibilidade a predadores naturais e mudanças no micro habitat das comunidades de pequenos mamíferos. A supressão vegetal poderá também provocar uma redução de indivíduos dessa comunidade, tais como do roedor *Oxymycterus amazonicus*, espécie que possui área de vida restrita, entre 160 a 1120m² (Bonvincino *et al.*, 2005) e pouca capacidade de dispersão.

Com relação aos mamíferos de médio a grande porte, devem-se destacar as duas espécies de felinos, a onça-parda e a onça-pintada, respectivamente *Puma concolor* e *Panthera onca*, que necessitam de grandes territórios, cerca de 14.200 hectares (Crawshaw & Quigley, 1991) para forragearem e reproduzirem, comportamentos essenciais que poderão ser influenciados negativamente pelo impacto da redução de hábitat.

A supressão de habitats também afetará o ciclo de vida das lepidópteras. As borboletas adultas fêmeas, por exemplo, ovipositam em folhas de plantas hospedeiras específicas, que por sua vez alimentam as lagartas em desenvolvimento. As pupas (crisálidas) dependem da vegetação para se fixar, enquanto os adultos se alimentam do néctar de flores (80% das espécies são nectarívoras) e de frutas em decomposição (20% das espécies são frugívoras).

Os levantamentos de lepidópteras na área do empreendimento apresentaram alto número de borboletas indicadoras de ambientes primários, além de grande número de espécies exclusivas. Na área de implantação da usina de beneficiamento, na área dos alojamentos existentes, e mesmo onde são encontradas florestas secundárias, foram registradas duas espécies ameaçadas de extinção para o estado do Pará (*Parides panthonus* e *Hypoleria lavinia mulviana*), embora a riqueza, a diversidade e a abundância de espécies sejam baixas.

A supressão de vegetação também levará à redução de habitat das espécies da entomofauna de importância sanitária. Pelo fato de existir uma relação entre hospedeiro e vetor, a redução de hospedeiros, como marsupiais e roedores, provocada pela perda de habitat já mencionada, poderá afetar as relações ecológicas da cadeia alimentar desses insetos, tornando o homem, fonte de repasto sanguíneo. O diagnóstico da área de estudo apresentou uma alta riqueza de insetos vetores de doenças, principalmente, os transmissores da leishmaniose.

Na **etapa de implantação**, o impacto redução de habitat da fauna é avaliado como de ocorrência real, pois é uma consequência direta da supressão de ambientes florestados; de natureza negativa, devido a interferência na qualidade ambiental e sobre a fauna; de duração permanente, porque as consequências da supressão vegetal e a redução de habitat perdura por toda a fase de implantação; de incidência direta, pois está diretamente relacionado aos aspectos ambientais referentes as atividades de supressão; de curto prazo, devido a resposta imediata da fauna ao impacto; de magnitude média, considerando-se a supressão da vegetação nesta etapa e a disponibilidade de habitat nela presente; irreversível, pois esses ambientes não retornarão ao seu estado original mesmo com o fim dos aspectos que geram o impacto; de abrangência local, pois a alteração tem potencial para ocorrer ou para se manifestar por irradiação numa área que extrapole o entorno imediato do sítio onde se deu a intervenção, e de importância alta, visto que a alteração caracteriza-se por perdas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é definido como sendo de significância alta.

Durante a **etapa de operação**, este impacto pode ser avaliado como de ocorrência real, pois é uma consequência direta da supressão de ambientes florestados; de natureza negativa em virtude da deterioração da qualidade ambiental; de duração permanente, porque as consequências da supressão vegetal e da redução de ambientes são duradouras; de incidência direta, pois está diretamente relacionado aos aspectos ambientais; de curto prazo, devido ao comprometimento imediato do habitat diante às alterações; de magnitude média, considerando a disponibilidade de habitat nos ambientes florestais suprimidos e os efeitos decorrentes dessa perda para a fauna; irreversível, pois esses ambientes não retornarão ao seu estado original cessados os aspectos do impacto; de abrangência local, pois a alteração tem potencial para ocorrer ou para se manifestar por irradiação numa área que extrapole o entorno imediato do sítio onde se deu a intervenção; e de importância alta, visto que a alteração caracteriza-se pela perda na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, notadamente na área da barragem de rejeitos.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é definido como sendo de significância alta.

Vale ressaltar que a supressão da vegetação prevista para o sistema de disposição de rejeitos em barragem será feita em duas etapas durante a operação, nos Anos V e XII, sendo que a intervenção no Ano V ocorrerá seis anos após a supressão da etapa de implantação do empreendimento e, sete anos depois, haverá nova remoção da cobertura vegetal (Ano XII), o que irá amortizar os efeitos desse impacto.

Durante a **etapa de fechamento**, as atividades de mineração estarão encerradas e serão desenvolvidas novas formas de uso do solo, incluindo recuperação de áreas impactadas. Os aspectos geradores do impacto, embora presentes nessa etapa, ocorrerão de forma inexpressiva, tornando a magnitude do impacto desprezível.

Neste momento, a qualidade ambiental e a manutenção da fauna local estarão intimamente ligadas as medidas mitigadoras propostas.

A temporalidade refere-se à resiliência do ambiente em que se insere o empreendimento. Considerando que o impacto ocorrerá de médio e longo e o prazo para que o ambiente volte ao seu estado original (resiliência), sua temporalidade é superior a 30 anos em cada fase do empreendimento.

A seguir apresenta-se um quadro síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento (**Quadro 12.2.13**).

QUADRO 12.2.13

SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DO IMPACTO REDUÇÃO DE HÁBITAT DA FAUNA

Impacto: Redução de Hábitat da Fauna			
Critérios	Etapa do empreendimento		
	Implantação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	-
Natureza	Negativa	Negativa	-
Duração	Permanente	Permanente	-
Incidência	Direta	Direta	-
Prazo de Ocorrência	Curto prazo	Curto prazo	-
Temporalidade	Superior a 30 anos		
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	-
Abrangência	Local	Local	-
Magnitude	Média	Média	Desprezível
Importância	Alta	Alta	Irrelevante
Significância	Alta	Alta	Insignificante

A **Figura 12.2.36** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto Redução de Habitat da Fauna.

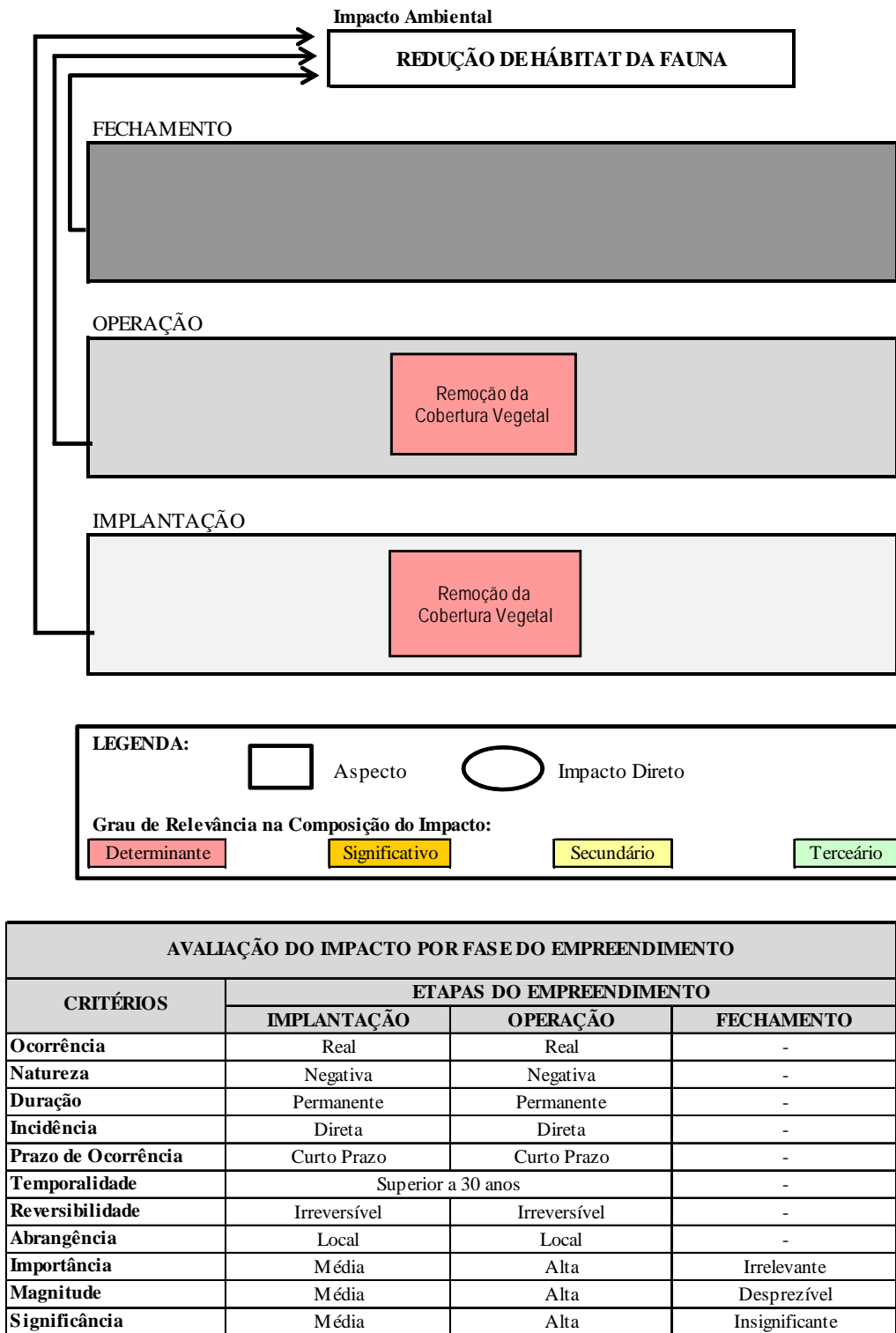


FIGURA 12.2.36 - Fluxograma de avaliação do impacto Redução de Habitat da Fauna.

Para os impactos relacionados à Redução de Hábitat da Fauna indica-se a implantação do Programa de Monitoramento dos Impactos sobre a Fauna; Programa de Salvamento Dirigido a Espécies da Fauna; Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e Plano de Compensação Ambiental.

Afugentamento da Fauna

O afugentamento da fauna está associado ao aspecto remoção da cobertura vegetal, à movimentação de máquinas pesadas e veículos de carga, de pessoas em função da contratação e mobilização de mão-de-obra, e ao incremento das emissões sonoras associadas às obras civis.

Ainda que o afugentamento, por si só, não provoque efeitos deletérios sobre as populações animais, a dispersão ocasionada apresenta potencial de geração de impactos indiretos com efeitos indesejáveis, como possíveis alterações na estrutura das comunidades faunísticas das áreas receptoras. O afugentamento da fauna irá aumentar a densidade de indivíduos nas áreas receptoras, provocando a disputa por território e recursos entre as espécies.

Durante a implantação do empreendimento, atividades como a supressão vegetal, obras civis das estruturas e a movimentação de máquinas, veículos e pessoas, poderão causar perturbações ambientais e induzir a fuga de representantes da fauna, promovendo a dispersão dos indivíduos residentes, bem como daqueles que estiverem em processo de deslocamento pela área.

Esta dispersão pode acarretar também a transmissão de patógenos entre as populações (DASZAK, *et al.*, 2000), bem como gerar desequilíbrios locais nas áreas adjacentes a ADA, oriundos da sobreposição de nichos e competição por recursos com o aumento da densidade de indivíduos.

Diversas espécies de morcegos respondem negativamente a distúrbios ambientais (COSSON *et al.*, 1999; MEDELLÍN *et al.*, 2000; SCHULZE *et al.*, 2000; GORRESEN & WILLIG, 2004; NUMA *et al.*, 2005; WILLIG *et al.*, 2007) e ao corte seletivo da floresta (OCHOA, 2000; CLARKE *et al.*, 2005a, b; PETERS *et al.*, 2006; CASTRO-ARELLANO *et al.*, 2007). Assim, o grupo da mastofauna voadora, que são organismos sensíveis às alterações, será afetado, principalmente, pelas restrições de recursos alimentares e de abrigo.

Por outro lado as espécies residentes poderão se dispersar das áreas afetadas pela remoção da cobertura vegetal e redução do hábitat, procurando novos locais e recursos, o que poderá aumentar a competição nas áreas receptoras.

A comunicação é fundamental para formação e manutenção das relações sociais. Todo comportamento social envolve comunicação, que é a transferência de informação de uma espécie para outra, por meio de sinais que evoluíram para esta função. As espécies da fauna dependem da transmissão de sinais para diversas funções, quais sejam: comunicação intra-específica; acasalamento; educação dos filhotes; detecção de predadores; forrageamento; defesa de território e outras. Neste contexto, ruídos estranhos ao ambiente podem mascarar a transmissão dos sinais de comunicação entre os animais, podendo prejudicar tais funções.

Sabe-se, por exemplo, que ruídos constantes e fortes tendem a afugentar principalmente, mamíferos territorialistas, uma vez que interferem nas suas vocalizações e na demarcação de seus territórios. Além disso, muitos passam a evitar as áreas afetadas e seu entorno imediato o que provoca uma diminuição da área de uso ou de vida dessas espécies.

Esses efeitos negativos também poderão ser verificados para o grupo da avifauna. Estudos revelaram que as aves fazem ajustes nas vocalizações quando ocorre aumento dos níveis de ruídos de origem antrópica, tendo interferência na ecologia das espécies (SLABBEKOORN & PEET, 2003; WOOD & YEZERINAC, 2006; PATRICELLI & BLICKLEY, 2006). As aves utilizam vocalizações para atração de parceiros ou intimidar competidores, portanto, o aumento de níveis sonoros poderá comprometer a comunicação sonora entre as mesmas, além de restringir a utilização dos habitats e recursos alimentares.

Os estudos realizados na área do empreendimento demonstraram que as atividades que irão ocorrer durante a fase de implantação irão gerar ruídos pontuais e localizados nas frentes de obra, em magnitudes variadas, de médias a baixas, porém com baixa dispersão. Por isso, nesta etapa, a alteração dos níveis acústicos foi considerado de baixa significância. Já para etapa de operação, espera-se um incremento destes níveis, intrínsecos à atividade de mineração, especialmente no entorno das áreas de beneficiamento e das pilhas, onde será intensificada a movimentação de máquinas e veículos de carga.

Ressalta-se que as atividades reconhecidamente ruidosas, como detonações explosivas e britagens primárias, serão realizadas subterraneamente e seus efeitos sonoros não serão percebidos na superfície. Além disso, a movimentação de veículos e máquinas pesadas, associada a construção das pilhas previstas no empreendimento, se dará internamente à uma das antigas cava da mina anterior, minimizando a dispersão sonora.

O modelo de dispersão acústica mostrou que a alteração dos níveis deverá ocorrer apenas na área operacional do empreendimento, podendo ser ouvido num raio de até 1000m no entorno do limite da área operacional, porém sem causar aumento do nível acústico em decibéis. Ou seja, nas áreas naturais que circundam a mina a expectativa é que o nível acústico se mantenha, variando naturalmente na média existente naquela área (aproximadamente 51dB).

Na **etapa de implantação**, o impacto Afugentamento da Fauna pode ser avaliado como de ocorrência real, pois é uma consequência direta da supressão de ambientes florestados; de natureza negativa, em virtude da deterioração da qualidade ambiental e efeitos indiretos que o afugentamento provoca; de duração permanente, porque as consequências da supressão vegetal e da redução de ambientes são imediatas, mas os efeitos dos eventos ecológicos são duradouros; de incidência direta, pois está diretamente relacionado aos aspectos ambientais; de curto prazo, devido a redução imediata de habitats; de magnitude pequena, considerando-se as áreas com cobertura vegetal suprimidas; reversível, pois a fauna poderá retornar aos locais afetados com a recuperação das áreas; de abrangência local, pois a alteração tem potencial para ocorrer ou para se manifestar por irradiação numa área que extrapole o entorno imediato do sítio onde se deu a intervenção e de importância média, caracterizada, inicialmente, pela perda na qualidade ambiental da área de abrangência considerada mas levando-se em conta o retorno da fauna cessadas os aspectos e recomposição das áreas.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é definido como sendo de significância média.

Durante a **etapa de operação**, este impacto, pode ser avaliado como de ocorrência real, pois é uma consequência direta da supressão de ambientes florestados; de natureza negativa em virtude da deterioração da qualidade ambiental; de duração permanente, porque as consequências da supressão vegetal e da erradicação de ambientes são imediatas, mas os efeitos dos eventos ecológicos são duradouros; de incidência direta, pois está diretamente relacionado aos aspectos

ambientais; de curto prazo, devido ao comprometimento imediato sobre a fauna; de magnitude média, considerando a supressão da área da barragem; reversível, pois a fauna poderá recolonizar a área com o fim do impacto; de abrangência local, pois a alteração tem potencial para ocorrer ou para se manifestar por irradiação numa área que extrapole o entorno imediato do sítio onde se deu a intervenção; e de importância alta, visto que a alteração é passível de ser percebida, caracterizando perdas na qualidade ambiental da área a ser desmatada.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é definido como sendo de significância alta.

Durante a **etapa de fechamento**, com o encerramento das atividades de mineração, o impacto gerado será insignificante, embora os aspectos mobilização da mão de obra e geração de ruídos e vibração ainda ocorram em função do descomissionamento e das atividades de revegetação.

A temporalidade refere-se à resiliência do ambiente em que se insere o empreendimento. Considerando-se o impacto em cada uma das etapas do empreendimento, na implantação é avaliada a temporalidade de até cinco anos, visto que o afugentamento está diretamente relacionado aos aspectos geradores do impacto, que por sua vez estarão presentes em todos os quatro anos previstos para essa fase. A etapa de operação apresenta temporalidade superior a cinco e até 15 anos, pois sua duração excede 22 anos e os aspectos geradores do impacto permanecerão durante toda essa etapa. Depois de cessados os aspectos, o impacto também cessará.

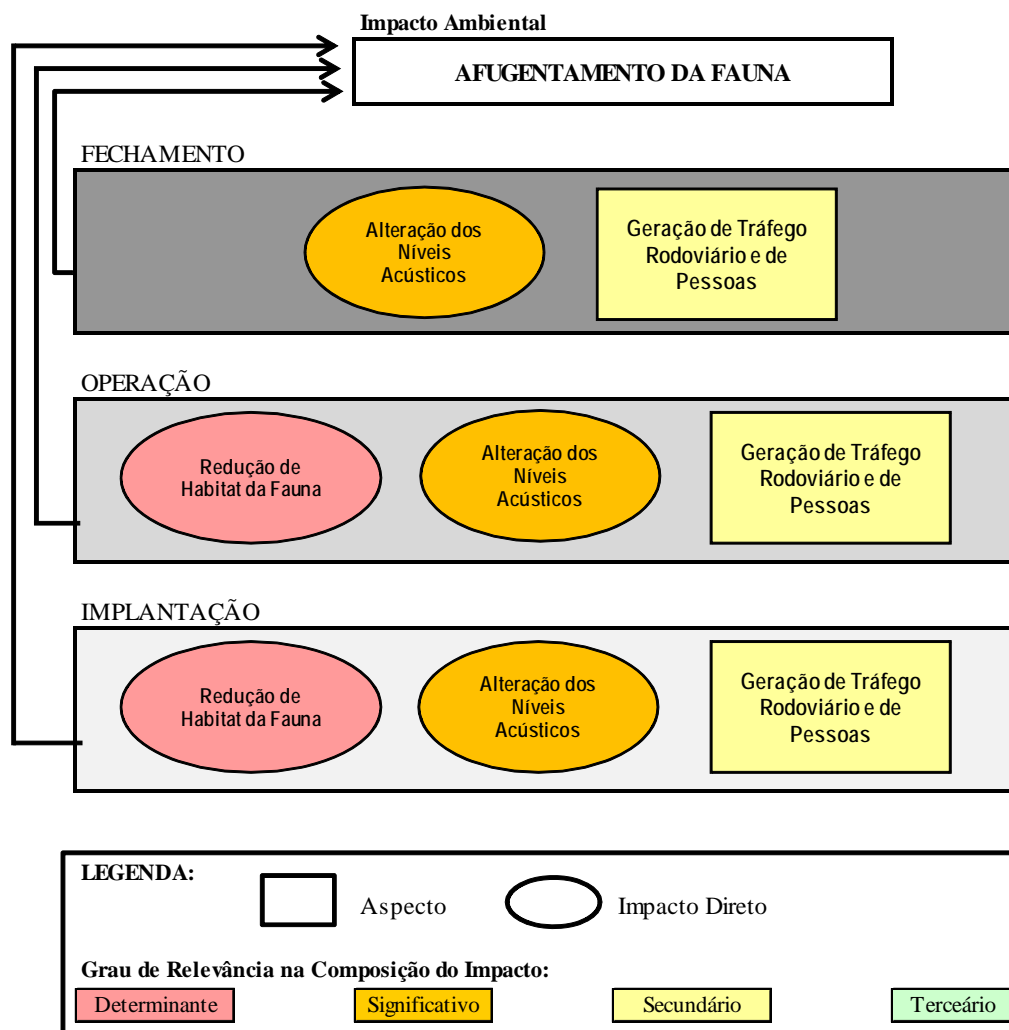
A seguir apresenta-se um quadro síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento (**Quadro 12.2.14**).

QUADRO 12.2.14

SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DO IMPACTO AFUGENTAMENTO DA FAUNA

Impacto: Afugentamento da Fauna			
Critérios	Etapa do empreendimento		
	Implantação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	-
Natureza	Negativa	Negativa	-
Duração	Permanente	Permanente	-
Incidência	Direta	Direta	-
Prazo de Ocorrência	Curto prazo	Curto prazo	-
Temporalidade	28 anos		-
Reversibilidade	Reversível	Reversível	-
Abrangência	Local	Local	-
Magnitude	Pequena	Média	Pequena
Importância	Média	Alta	Irrelevante
Significância	Média	Alta	Insignificante

A **Figura 12.2.37** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto Afugentamento da Fauna.



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	
Natureza	Negativa	Negativa	
Duração	Permanente	Permanente	
Incidência	Direta	Direta	
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	
Temporalidade	28 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	
Abrangência	Local	Local	
Importância	Baixa	Média	Irrelevante
Magnitude	Pequena	Média	Pequena
Significância	Baixa	Média	Insignificante

FIGURA 12.2.37 - Fluxograma de avaliação do impacto Afugentamento da Fauna

Para o impacto Afugentamento da Fauna indica-se o Programa de Monitoramento dos Impactos sobre a Fauna; Programa de Salvamento Dirigido a Espécies da Fauna; Programa de Educação Ambiental e do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

- Alteração na Estrutura das Comunidades da Fauna

O impacto Alteração na Estrutura das Comunidades da Fauna é decorrente do aspecto de remoção da cobertura vegetal e dos impactos Redução de Hábitat da Fauna e Afugentamento da Fauna, sendo que esses três fatores apresentam como efeito potencial a alteração na estrutura das comunidades da fauna.

O afugentamento da fauna causará a ocupação dos nichos nos remanescentes florestais adjacentes às áreas suprimidas. A ocupação dos ambientes receptores por estes organismos irá gerar o aumento da densidade populacional nessas áreas, aumentando a competição local. Segundo Begon *e colaboradores* (2007), a competição consiste na disputa de um mesmo recurso por duas ou mais espécies, sendo que a permanência dessas espécies decorre da diferenciação de utilização desse hábitat.

Quando novas espécies migram, caso não exista espaço disponível no nicho ocupado pela comunidade, ocorre a disputa por recursos, como alimento, abrigo, acesso à reprodução, e espaço. Essa disputa provoca a alteração na estrutura das comunidades, pois espécies migrantes podem ser mais competitivas e substituírem as espécies ocorrentes. Por fim, essa substituição pode ocasionar, em algumas situações, um empobrecimento na riqueza decorrente da dominância de uma espécie competitiva.

A alteração na estrutura de comunidades faunísticas tem sido registrada por diferentes estudos. Dentre esses, destacam-se os trabalhos das conseqüências de sobreposição das áreas de vida entre populações de aves florestais e a disputa por territórios, destacando o comprometimento da regulação da abundância, riqueza e diversidade de espécies da ornitofauna, especialmente daquelas mais sensíveis aos distúrbios e ao isolamento dos remanescentes naturais (HOWE, 1984; HARRIS & SILVA-LOPEZ, 1992; KATTAN *et al.*, 1994; FAHRIG & MERRIAM, 1994; RAMBALDI & OLIVEIRA, 2003).

Para a herpetofauna, os efeitos consequentes da alteração da estrutura de comunidades ocorrerão devido à substituição de espécies típicas de ambientes florestais por espécies oportunistas, que exibem maior plasticidade ambiental, tais como *Dendrosophus minutus*.

No caso dos anfíbios, em que a maioria dos modos reprodutivos depende diretamente da existência e condição de corpos de água, originalmente representados na ADA e entorno pelos igarapés e suas sub-bacias, a redução de habitats úmidos e a eventual alteração física ou química destes ambientes poderão significar a alteração e/ou perda das condições necessárias para a sua reprodução, interrompendo assim o processo de recrutamento ou renovação de indivíduos nas populações.

Quanto à avifauna, a redução de hábitat em ambientes florestais conservados, levará a redução de espécimes e alteração da estrutura e composição das comunidades, como a substituição de espécies especialistas e de alta sensibilidade por de hábitos generalistas e de baixa sensibilidade, como detectado em ambientes secundários e antropizados existentes na área do empreendimento, no qual são encontradas espécies de aves como o suiriri (*Tyrannus*

melancolichus), o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), o peitica (*Empidonomus varius*) e o neinei (*Megarynchus pitangua*).

No caso dos morcegos, as espécies frugívoras poderão ser substituídas, resultando também na redução do potencial de regeneração da área, uma vez que os morcegos são reconhecidamente dispersores e polinizadores de espécies vegetais. A redução de habitats e o afugentamento de indivíduos poderão interferir na composição dessa fauna, como das espécies raras que estão associadas à floresta ombrófila primária (e.g. *Centronycteris*) e guildas, como no caso dos insetívoros caçadores de sub-bosque. O efeito da alteração do ambiente florestal pode ser observado pela comparação entre ambientes secundários e primários, conforme registrado na área de estudo.

Os dois efeitos mais facilmente diagnosticados são o aumento da densidade de frugívoros generalistas e a redução de táxons florestais sensíveis. Os dados de busca ativa atestam para a presença de espécies intimamente associadas aos seus abrigos e que não se deslocam facilmente a maiores distância, como é o caso de *Thyroptera* e sua relação com plantas jovens de heliconeáceas.

A alteração na comunidade de morcegos poderá beneficiar as espécies sinantrópicas, como o morcego vampiro (*Desmodus rotundus*), elevando a abundância relativa das mesmas, que quando associada à mobilização de mão de obra para a implantação e operação do empreendimento, poderá promover interações negativas entre humanos e esses morcegos.

A remoção da vegetação levará a uma modificação do ambiente e eliminará locais de abrigo e reprodução de algumas espécies de insetos vetores. Parte delas poderá desaparecer localmente, como as espécies típicas de ambiente florestal, e parte poderá passar a viver em construções humanas, como as que se adaptam facilmente à nova situação ambiental imposta, passando incluir o homem como hospedeiro

Acresce-se a isso, a formação de ambientes propícios ao desenvolvimento de vetores. Durante as etapas de implantação e operação poderão ser formados ambientes propícios ao desenvolvimento de formas imaturas de dípteros, como poças e água acumulada (por exemplo, para espécies do gênero *Aedes e Anopheles*). As obras de infra-estrutura poderão também possibilitar o aparecimento de ambientes atrativos para mosquitos adultos, como depósitos de resíduos e materiais e áreas de bota-fora e de compostagem, resultando em aumento da densidade de mosquitos, alguns atuando como vetores. O acondicionamento inadequado dos resíduos vegetais provenientes da supressão poderá também ser um atrativo para algumas espécies de insetos vetores (ex. algumas espécies do gênero *Lutzomyia*).

Cabe ressaltar, contudo, que medidas a serem adotadas para o empreendimento, como a implantação de uma Central de Materiais Descartáveis – CMD, onde os resíduos serão tratados e/ou dispostos temporariamente de forma adequada e condizente com suas características específicas, deverá diminuir a ocorrência desses eventos para os insetos vetores. Em relação à compostagem, se bem conduzida, não induz à atração dos mesmos.

O ciclo das borboletas está intimamente relacionado à composição florística. As atividades de supressão reduzirão a disponibilidade de plantas hospedeiras utilizadas na reprodução e como alimento para muitas espécies de borboletas, o que, conseqüentemente, poderá alterar a composição da comunidade de lepidópteros.

Durante a **etapa de implantação** do empreendimento, o impacto pode ser avaliado como de ocorrência real, pois a alteração na estrutura das comunidades da fauna da redução do hábitat e do afugentamento da fauna; de natureza negativa, pois ocorre a partir de sua interferência na qualidade ambiental; de duração permanente, pois a supressão de vegetação, a conseqüente redução de hábitats e o afugentamento da fauna são imediatos e com efeitos duradouros durante toda a fase de implantação; de incidência indireta, pois decorre da redução de hábitats e afugentamento da fauna; de curto prazo, pois se manifesta de forma rápida; com temporalidade superior a 30 anos, uma vez que a sucessão vegetal é um processo de longo prazo, cuja resiliência se atinge em períodos superiores à temporalidade mencionada; de magnitude média, pois a tendência é que um moderado número de indivíduos seja atingido em função da supressão vegetal prevista para esta fase, e com os efeitos indiretos dos demais impactos; reversível, devido a possibilidade de recuperação estrutural do ambiente, ainda que em longo prazo; de abrangência local, pois tem potencial para se manifestar por irradiação em uma área que extrapola o entorno do sitio onde ocorreu a intervenção e de importância alta, visto que caracteriza alterações nas comunidades de fauna.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é definido como sendo de significância alta.

Durante a **etapa de operação**, a Alteração na Estrutura das Comunidades da Fauna continuará a ocorrer com supressão de novas áreas vegetacionais. Neste sentido, o impacto pode ser avaliado como de ocorrência real; de natureza negativa, pois ocorre a partir de sua interferência na qualidade ambiental; de duração permanente, pois a supressão de vegetação e conseqüente redução de hábitats, bem como o afugentamento da fauna são imediatos e apresentam efeitos duradouros até a fase de fechamento; de incidência indireta, pois decorre dos demais impactos avaliados; de curto prazo, pois se manifesta de forma rápida; com temporalidade superior a 30 anos, uma vez que a sucessão vegetal é um processo de longo prazo, cuja resiliência se atinge em períodos superiores à temporalidade mencionada; de magnitude alta, dado o número de indivíduos atingidos com a supressão vegetal e com os efeitos indiretos dos demais impactos; reversível, devido a possibilidade de recuperação estrutural do ambiente, ainda que em longo prazo; de abrangência local, pois tem potencial para se manifestar por irradiação em uma área que extrapola o entorno do sitio onde ocorreu a intervenção e de importância alta, visto que caracteriza alterações nas comunidades de fauna.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é definido como sendo de significância alta.

Durante a **etapa de fechamento**, o descomissionamento das estruturas e as atividades de recuperação e revegetação das áreas encerradas demandarão mobilização mão-de-obra e equipamentos, gerando, ainda que em menor intensidade, impactos associados e coincidentes como os observados nas fases anteriores.

Neste contexto, o impacto pode ser avaliado como de ocorrência real; de natureza negativa, pois ocorre a partir da deterioração da qualidade ambiental; de duração permanente, pois os aspectos geradores do impacto persistirão em toda a etapa; de incidência indireta, pois decorre de outros impactos; de médio e longo prazo, pois a alteração da estrutura das comunidades da fauna em direção ao estado próximo do original se manifestará; com temporalidade superior a 30 anos, pois a reestruturação das comunidades depende de inúmeros fatores, sendo caracterizada de longo a média duração; de magnitude pequena, pois os efeitos gerados são de baixa intensidade e propagação, além da maioria deles já terá sido absorvida durante a etapa de operação;

reversível, devido a possibilidade de recuperação estrutural do ambiente, ainda que em longo prazo; de abrangência local, pois tem potencial para se manifestar por irradiação em uma área que extrapola o entorno do sítio onde ocorreu a intervenção; e de importância baixa, visto resultar em perdas pouco expressivas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é definido como sendo de significância baixa.

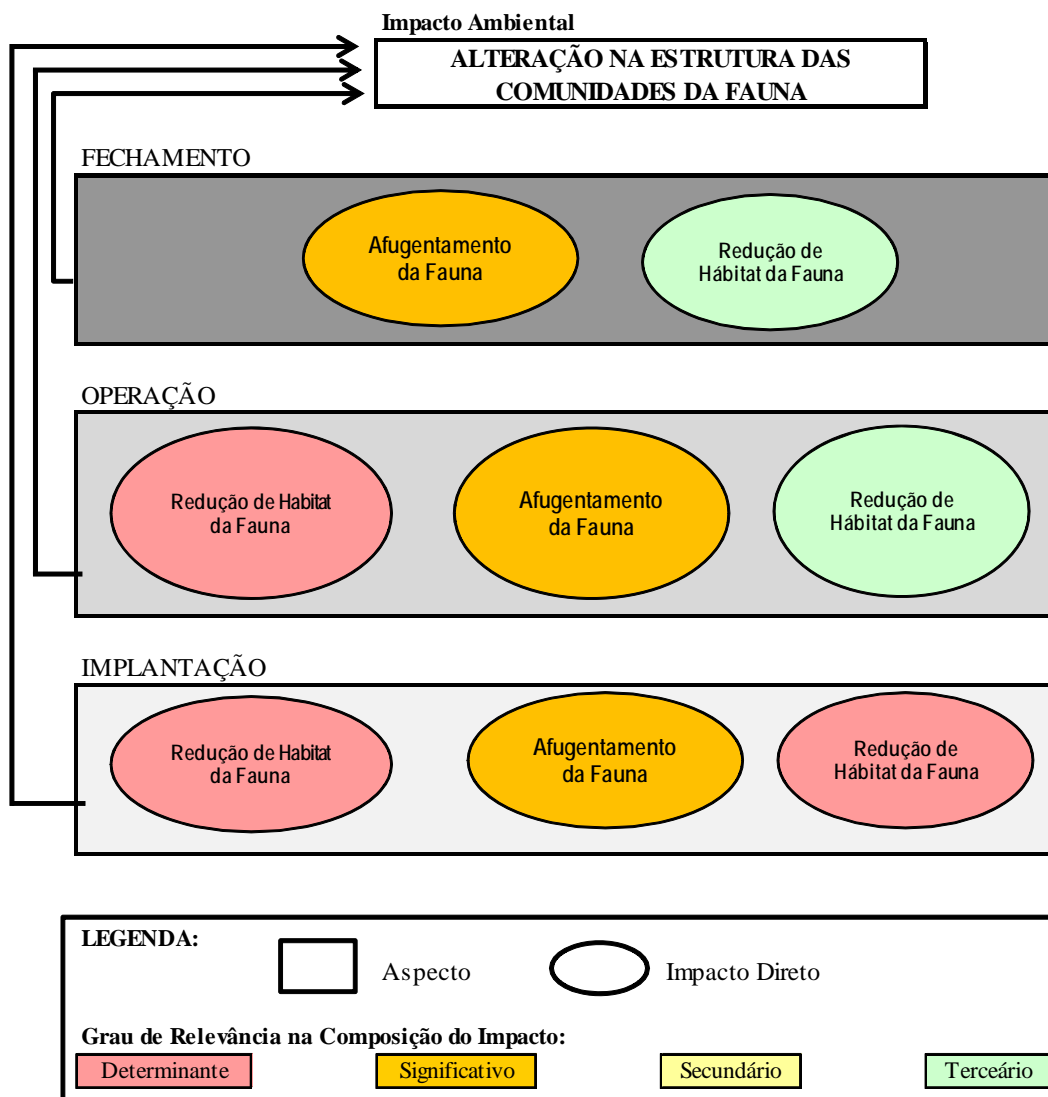
A seguir apresenta-se um quadro síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento (**Quadro 12.2.15**).

QUADRO 12.2.15

SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DO IMPACTO ALTERAÇÃO DA ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DA FAUNA

Impacto: Alteração da Estrutura das Comunidades da Fauna			
Critérios	Etapa do empreendimento		
	Implantação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa
Duração	Permanente	Permanente	Temporária
Incidência	Indireta	Indireta	Indireta
Prazo de Ocorrência	Curto prazo	Curto prazo	Médio e Longo prazo
Temporalidade	Superior a 30 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Magnitude	Média	Alta	Baixa
Importância	Alta	Alta	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa

A **Figura 12.2.38** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto Alteração da Estrutura das Comunidades da Fauna.



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa
Duração	Permanente	Permanente	Temporária
Incidência	Indireta	Indireta	Indireta
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Médio a longo Prazo
Temporalidade	Superior a 30 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Média	Alta	Pequena
Significância	Alta	Alta	Baixa

FIGURA 12.2.38 - Fluxograma de avaliação do impacto Alteração da Estrutura das Comunidades da Fauna.

Para o impacto relacionado são indicados Programa de Monitoramento dos Impactos sobre a Fauna e o Programa de Educação Ambiental.

Alteração do Número de Atropelamentos da Fauna

Durante as **etapas de implantação e operação** os aspectos ambientais relacionados a este impacto serão oriundos da abertura ou adequação das vias internas e da intensificação do tráfego, tanto no acesso existente, rodovia Raimundo Mascarenhas, como no novo acesso previsto, a estrada Pojuca. Os principais aspectos a serem aqui considerados são supressão de vegetação e aumento do trânsito de veículos de grande porte.

Freqüentemente exemplares da fauna são encontrados cruzando vias de acesso, em busca de porções de habitat correspondentes a sítios reprodutivos, de alimentação e abrigo, ou mesmo em função da dispersão ao longo de sua área de vida. Durante a realização dos levantamentos da fauna na área da Mina do Alemão, foram registrados indivíduos da fauna atropelados na rodovia Raimundo Mascarenhas e, com a previsão de intensificação do tráfego de veículos, poderá ocorrer o acréscimo no número dessas ocorrências.

Serpentes e lagartos apreciam o calor emanado pelo revestimento asfáltico e, durante os levantamentos da herpetofauna na área do empreendimento foram registradas espécies de anfíbios e répteis nas estradas, com ênfase para o segundo grupo. Nas estradas de acesso do empreendimento foram localizadas durante os deslocamentos entre as áreas, treze as espécies da herpetofauna, sendo 11 serpentes, um anfisbenídeo e um quelônio, quais sejam: *Boa constrictor*, *Epicrates cenchria*, *Chironius carinatus*, *Dendrophidion dendrophis*, *Oxybelis aeneus* e *O. fulgidus*, *Philodryas* sp., *Spilotes pullatus*, *Xenodon rabdocephalus*, *Botrops atrox*, *Lachesis muta* e *Amphisbaena fuliginosa* e *Chelonoidis denticulata*. Destaca-se o jabuti, *C. denticulata*, observado por oito ocasiões em dias distintos, tendo sido, inclusive, realizado o registro de um indivíduo atropelado.

Durante a implantação e a operação do empreendimento, sobretudo na área da estrada do Pojuca e na área do sistema de disposição de rejeitos em barragem espera-se que ocorra a dispersão da fauna local para novos ambientes na ADA e no entorno, principalmente em razão da supressão de vegetação a ser realizada.

Merecem destaque os anfíbios e répteis fossoriais (como por exemplo, *A. fuliginosa* e *T. reticulatus*), sobre os quais, em razão da rapidez com que estes eventos procedem e de sua menor capacidade de dispersão, são esperados impactos mais significativos.

Diversos estudos acerca da influência da mortalidade de anfíbios em vias de tráfego apontam para uma relação significativa entre o aumento da taxa de mortalidade devido a atropelamentos e reduções populacionais, sobretudo para espécies diurnas e de maior mobilidade, as mais atingidas (CARR & FAHRIG, 2001; HELS & BUCHVALD, 2001; GOLDINGAY & TAYLOR, 2006).

Em um estudo de caso realizado na rodovia Raimundo Mascarenhas, GUMIER-COSTA & SPERBER (2009) analisaram a freqüência de atropelamentos de vertebrados no trecho inicial da estrada (25 km) entre abril de 2003 e outubro de 2006, obtendo o registro de 155 atropelamentos que, por sua vez, reduziram com o passar dos anos. O resultado obtido pelos mesmos mostra que os táxons mais afetados foram as serpentes, seguidas pelos gambás.

Algumas espécies de ofídios puderam ser identificadas, como *Boa constrictor*, *Epicrates* sp., *Spilotes pullatus* e *Eunectes* sp., além de outros colubrídeos, algumas destas também registradas na área do empreendimento.

Com relação às aves, este impacto incidirá especialmente para aquelas presentes nas bordas de florestas, geralmente categorizadas como de baixa sensibilidade a distúrbios antrópicos, como algumas espécies da família Tyrannidae.

Quanto aos mamíferos, espécies que apresentam maior dificuldade de dispersão, como por exemplo, o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), terão maior probabilidade de serem impactados. Os grandes felinos também são espécies potenciais e comumente associadas aos riscos de atropelamentos. Algumas espécies de mamíferos foram visualizadas ocasionalmente na atual estrada de acesso à área do empreendimento, tais como, *Panthera onca* (onça-pintada), *Procyon cancrivorus* (mão-pelada), *Mazama americana* (veado-mateiro), *Eira Barbara* (irara) e *Puma yagouaroundi* (gato-mourisco). Com maior frequência foram registradas *Tapirus terrestris* (anta), *Cerdocyon thous* (raposinha) e *Sylvylagus brasiliensis* (tapeti).

Diversos trabalhos no exterior têm levantado os impactos das estradas sobre a fauna silvestre (FORMAN, 2000; FORMAN & DEBLINGER, 2000; FORMAN & ALEXANDER, 1998). Dentre os efeitos diretos das rodovias sobre os vertebrados está a perda de indivíduos por atropelamento (ROMANINI, 2000; TROMBULAK & FRISSEL, 2000).

A mortalidade por atropelamento pode ser altamente impactante para populações naturais, principalmente para espécies que possuem baixas taxas reprodutivas, como *Tapirus terrestris* (anta), espécies ameaçadas de extinção e as que possuem áreas de vida relativamente grandes e baixa densidade populacional, como os carnívoros *Panthera onca* (onça-pintada) e *Puma concolor* (onça-parda) (PRADA, 2004). Todas essas espécies foram registradas durante os levantamentos da mastofauna na área de estudo.

No Brasil, ainda são poucos os trabalhos publicados sobre o impacto à fauna de atropelamentos (PRADA, 2004; SCOSS, 2002). No entanto, Rodrigues (2002) e Silveira (1999), em estudos desenvolvidos, respectivamente, na Estação Ecológica de Águas Emendadas e no Parque Nacional das Emas, concluíram que o atropelamento em rodovias é a principal causa de mortalidade para as populações silvestres. Fischer (1997), em um estudo de um ano e meio desenvolvido ao longo de uma rodovia no estado do Mato Grosso do Sul, contabilizou 1.402 mortes por atropelamento, incluindo indivíduos de espécies ameaçadas de extinção, como a onça-pintada (*Panthera onca*).

A presença de estradas em unidades de conservação apresenta um risco para a vida silvestre e para a manutenção da biodiversidade e da integridade biológica de áreas de conservação. Além das modificações físicas do meio, alterações significativas são notadas nos processos biológicos que compõem a integridade biótica destas unidades (SCOSS, 2002).

Diversas espécies de mamíferos utilizam bordas de mata e estradas para se locomover. Entre eles, *Cerdocyon thous* (ROCHA *et al*, 2004; REIS *et al* 2006). Outras espécies, como *Tapirus terrestris*, costumam ter preferência em sítios específicos para alimentação e formação de latrinas (WILSON *et al*, 1996; BEVILACQUA, 2004). Ao longo da estrada não pavimentada, foram identificados pontos mais utilizados por essa espécie, inclusive um local de latrina muito freqüentado por esses animais. Para a comunidade de pequenos mamíferos, a pavimentação de

estradas causa impacto também pela elevação da temperatura e formação de barreira (OLMOS, 1997; TROMBULAK & FRISSEL, 2000).

Com relação a entomofauna, vale ressaltar que as borboletas, algumas migratórias, podem se concentrar ou transpor estradas em busca de áreas ensolaradas ou para procura por recursos e abrigos. As estradas podem se tornar um atrativo para determinadas espécies, seja pelas suas características comportamentais ou pelos recursos oferecidos por essas vias de trânsito (COSTA & SPERBER, 2009). Por exemplo, determinadas espécies de borboletas (Papilionidae) preferem voar e ovipositar em plantas em locais ensolarados e abertos, apesar de suas larvas sobreviverem melhor em locais sombreados (RAUSHER, 1979).

Borboletas migratórias voam próximo ao chão (entre 0,5-5,0 metros de altura, dependendo da espécie e das condições de vento), sendo que nas florestas tropicais as borboletas migratórias utilizam os cursos d'água (rios e riachos não sombreados) como vias de migração, já que dependem de uma temperatura torácica ideal para voar de forma eficiente e segura (OLIVEIRA *et al*, 1998). Em florestas tropicais cortadas por estradas, as borboletas, tais como populações de algumas espécies da família Pieridae, utilizam estradas como vias de migração, tornando-as susceptíveis aos atropelamentos.

Durante a **etapa de implantação**, na qual se destaca a intervenção prevista na estrada Pojuca, este impacto pode ser avaliado como de ocorrência real, pois a possibilidade de incremento em atropelamentos da fauna pode ser entendida como consequência das interferências nos ambientes florestados e do aumento do tráfego; de natureza negativa, em virtude de sua interferência na qualidade ambiental; de duração temporária, porque as ocorrências variam de acordo com o regime do tráfego; de incidência direta, pois está diretamente relacionado aos aspectos ambientais; de curto prazo, pois a possibilidade de incremento no índice de atropelamento da fauna se apresenta como uma consequência imediata das atividades em questão; com temporalidade estimada em até 5 anos, o que corresponde aproximadamente à etapa de implantação do empreendimento; de magnitude média, pelo número de espécies susceptíveis aos atropelamentos, reversível; pois cessadas as causas do impacto o meio alterado pode retornar a uma situação de equilíbrio; de abrangência local, por ocorrer nos limites da ADA e entorno e de importância média, visto que a alteração, se não controlada, poderá gerar perdas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é definido como sendo de significância média.

Durante a **etapa de operação**, na qual se destaca a intervenção prevista na barragem de captação de água, este impacto pode ser avaliado como de ocorrência real, pois a possibilidade de incremento no índice de atropelamentos da fauna pode ser entendida como consequência direta do aumento do tráfego; de natureza negativa, em virtude de sua interferência na qualidade ambiental; de duração temporária, porque as ocorrências variam de acordo com o regime do tráfego; de incidência direta, pois está diretamente relacionado aos aspectos ambientais; de curto prazo, pois a possibilidade de incremento no índice de atropelamentos da fauna se apresenta como uma consequência imediata das atividades em questão; com temporalidade estimada entre 15 e 30 anos, o que corresponde, aproximadamente, ao ciclo de operação do empreendimento; de magnitude média, devido à perda de espécimes em populações faunísticas; reversível, pois cessadas as causas do impacto o meio alterado pode retornar a uma situação de equilíbrio; de abrangência local, por ocorrer nos limites da ADA e entorno e de importância média, caracterizando a perda na qualidade ambiental da área de abrangência considerada.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é definido como sendo de significância média.

Durante a **etapa de fechamento**, na qual as atividades de mineração estarão encerradas e serão desenvolvidas novas formas de uso do solo, incluindo recuperação de áreas, ocorrerá a desmobilização e, conseqüentemente, a redução do tráfego de veículos, comparando-se às etapas anteriores.

Desta forma, durante a etapa de **fechamento**, o impacto Alteração do Número de Atropelamentos da Fauna nas vias de tráfego pode ser avaliado como de ocorrência real, pois a possibilidade de atropelamentos da fauna pode ser entendido como consequência direta do tráfego de veículos; de natureza negativa, em virtude de sua interferência na qualidade ambiental; de duração temporária, porque as ocorrências variam de acordo com o regime do tráfego; de incidência direta, pois está diretamente relacionado aos aspectos ambientais; de curto prazo, a possibilidade de incremento no índice de atropelamentos da fauna se apresenta como consequência imediata das atividades em questão; com temporalidade de 5 anos, o que corresponde aproximadamente ao período de fechamento do empreendimento; de magnitude pequena, mas ainda contribuindo para a perda de espécimes em populações faunísticas; reversível, pois cessadas as causas do impacto o meio alterado pode retornar a uma situação de equilíbrio; de abrangência local, por ocorrer nos limites da ADA e entorno e de importância baixa, visto que a alteração não caracteriza perdas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, sobretudo comparando-se às etapas anteriores.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é definido como sendo de significância baixa.

Considerando características do impacto, a área de abrangência local corresponde às vias de acesso ao empreendimento e seu entorno imediato, notadamente no caso da estrada Pojuca e da rodovia Raimundo Mascarenhas.

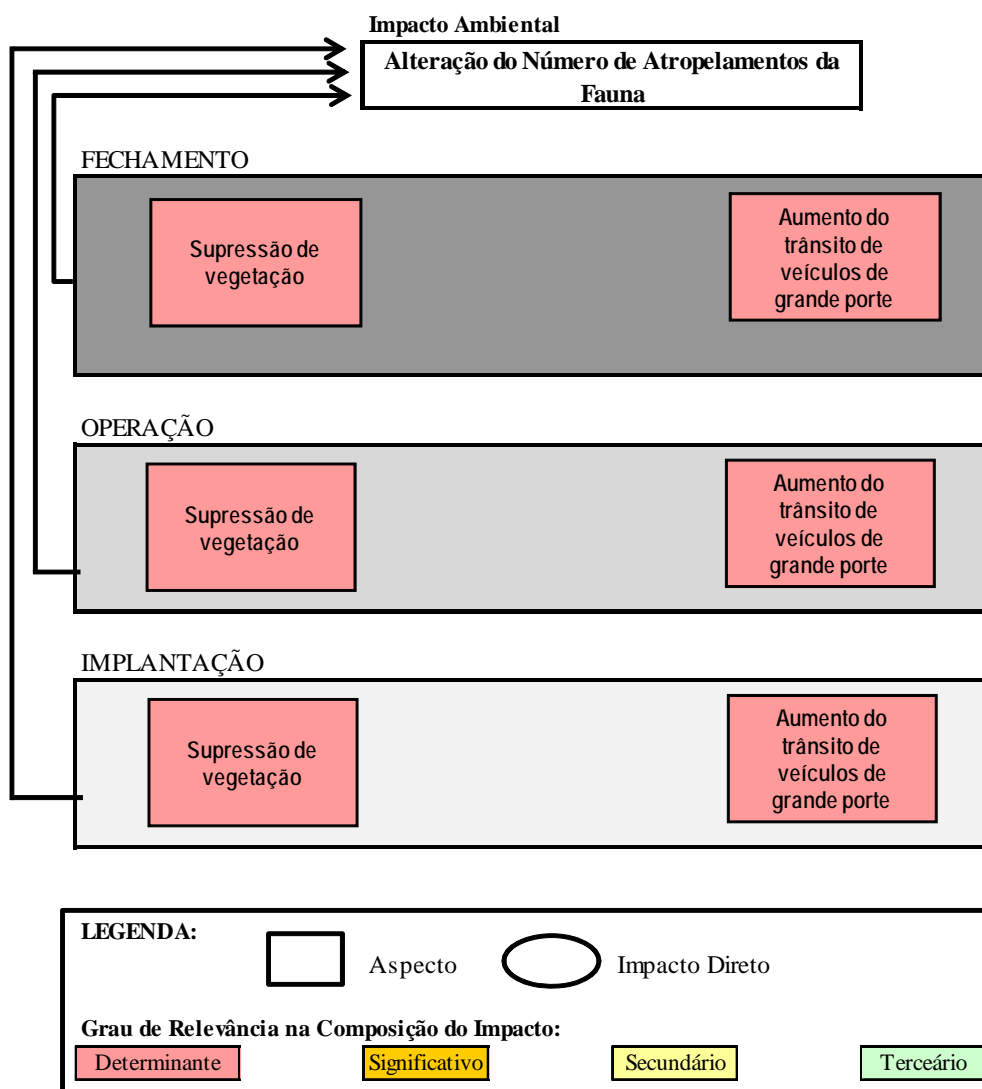
Para a mitigação do impacto indica-se o Programa de Educação Ambiental, Programa de Monitoramento dos Impactos sobre a Fauna e o Programa de Prevenção e Controle de Atropelamentos da Fauna.

A seguir apresenta-se um quadro síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento (**Quadro 12.2.16**).

QUADRO 12.2.16**SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DO IMPACTO ALTERAÇÃO DO NÚMERO DE ATROPELAMENTOS DA FAUNA**

Impacto: Alteração do Número de Atropelamentos da Fauna			
Crítérios	Etapa do empreendimento		
	Implantação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa
Duração	Temporário	Temporário	Temporário
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de Ocorrência	Curto prazo	Curto prazo	Curto prazo
Temporalidade	05 anos	15-30 anos	05 anos
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Média	Média	Baixa
Magnitude	Média	Média	baixa
Significância	Média	Média	Baixa

A **Figura 12.2.39** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto Alteração do Número de Atropelamentos da Fauna.



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa
Duração	Temporária	Temporária	Temporária
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	05 anos	15-30 anos	05 anos
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Média	Média	Baixa
Magnitude	Média	Média	Baixa
Significância	Média	Média	Baixa

FIGURA 12.239 - Fluxograma de avaliação do impacto Alteração do Número de Atropelamentos da Fauna.

Coleta Não Autorizada de Espécimes da Fauna

Para a fase de implantação, a contratação de mão de obra está relacionada às atividades para implantação das estruturas que permitirão a operação do empreendimento. Cita-se como exemplo atividades de terraplenagem e áreas de empréstimo, supressão da vegetação, obras civis, montagens eletromecânicas, construção do poço vertical (*shaft*), abertura de acessos além da mobilização necessária para as obras, como canteiro e pátios, sistema de energia elétrica, sistema para captação, tratamento e distribuição de água, central de concreto, dentre outras.

Neste sentido, ocorrerá um aumento variável do contingente de trabalhadores ao longo das etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento, gerando o aspecto mobilização de mão de obra. No pico da etapa de implantação, as atividades envolverão um efetivo máximo de cerca de 3.000 trabalhadores. Destes, 200 operários ficarão lotados na área do empreendimento e 2.800 em alojamentos localizados fora dos limites da Floresta Nacional de Carajás, para os quais se dirigirão diariamente após encerramento do turno de trabalho.

A mobilização da mão de obra na área, aliada a todas as intervenções em andamento para a implantação das estruturas, poderá ocasionar interações eventuais entre os trabalhadores e espécimes da fauna. De forma geral, a ocorrência desse impacto tem como alvo os vertebrados, como répteis, anfíbios, aves e mamíferos não voadores, sobretudo as espécies que possuem valor cinegético ou xerimbabo, ou seja, que causam apelo para domesticação, seja por curiosidade ou por aspectos culturais, assim como aquelas estigmatizadas e que representam, mesmo que equivocadamente, riscos ao homem, como as serpentes.

Algumas categorias de espécies herpetofaunísticas relacionadas podem ser listadas, como:

- Animais fossoriais: por possuírem locomoção dificultada e devido à semelhança corporal com serpentes podem ser sacrificados, embora não representem perigo pela ausência de peçonha. Como apresentado no diagnóstico ambiental da herpetofauna, citam-se como exemplos de animais fossoriais as espécies *Amphisbaena fuliginosa*, *Typhlops reticulatus* e *Caecilia* sp.;
- Espécies de valor cinegético e agregadas aos hábitos alimentares: rãs, serpentes, lagartos, quelônios e jacarés, que possuem a carne apreciada, sendo utilizadas na alimentação de populações tradicionais amazônicas. Na área do empreendimento registrou-se o quelônio *Chelonoidis denticulata* e os jacarés *Paleosuchus trigonatus* e *Caiman crocodilus*, dentre outros;
- Espécies de serpentes, peçonhentas ou não, abatidas por questões culturais: *Bothrops atrox* (jararaca), *Boa constrictor* (jibóia), *Epicrates cenchria* (salamanta), *Anilius scytale* (falsa coral), *Xenodon rabdocephalus* e *Spilotes pullatus* (caninana), dentre outras.

Em geral, os trabalhadores envolvidos nas atividades possuem pouco conhecimento sobre a história natural, importância ecológica e importância médica das serpentes, prevalecendo os contos anedóticos sobre estas espécies. Na região amazônica tal fato é agravado por alguns mitos ou folclores. Assim, mesmo com a falsa impressão de preservação da integridade física, o resultado destes encontros pode terminar na morte destes animais pelo homem.

Em relação a avifauna, durante os levantamentos de campo foram registradas espécies de valor cinegético, das quais destacam-se os cracídeos *Penelope pileata* (jacupiranga), *Aburria kujubi* (cujubi) e *Pauxi tuberosum* (mutum-cavalo), e os tinamídeos *Tinamus tao* (azulona), *Tinamus*

guttatus (inhambu-galinha), *Crypturellus strigulosus* (inhambu-relógio) e *Crypturellus variegatus* (inhambu-anhangá).

Entre as espécies da avifauna considerada como xerimbabos, merecem destaque os psitacídeos, em especial a arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*), que apresenta alto valor de xerimbabo (GUEDES, 2004), alta sensibilidade a distúrbios antrópicos e status de conservação.

Outros psitacídeos xerimbabos cobiçados são a arara-azul-vermelha (*Ara chloropterus*) e a araracanga (*Ara macao*). Algumas espécies são apreciadas devido o canto melodioso, como papa-capins (*Sporophila spp*), e exemplares da família Turdidae (*Turdus spp.*) e Cardinalidae (*Saltator spp.* e *Cyanoloxia cyanooides*).

Para os mamíferos não voadores, de acordo com um estudo realizado por Magalhães (2005), a atividade de caçador-coletor encontra-se culturalmente inserida em toda a região amazônica, inclusive visando a obtenção de recursos alimentares, sendo uma atividade aceitável para a subsistência dos povos amazônicos.

De acordo com informações da Vale, eventos de coleta de espécimes da fauna não foram registrados em empreendimentos sob sua responsabilidade, resultado das ações de educação ambiental e de fiscalização adotadas em todas as fases de seus empreendimentos. Apesar disso, considerando o contingente a ser mobilizado, que aumenta a possibilidade de ocorrência de interações indesejáveis entre o homem e a fauna local, principalmente durante a fase de implantação, esse impacto potencial está sendo apresentado no sentido de reforçar a necessidade de ações de fiscalização e educação ambiental, para que os resultados obtidos em empreendimentos anteriores se repitam para a Mina do Alemão, em todas as suas fases.

Durante a **etapa de implantação**, este impacto pode ser avaliado como de ocorrência potencial, em função do aumento significativo do fluxo de pessoas (mobilização de mão-de-obra) e dos aspectos culturais associados; de natureza negativa, em virtude dos efeitos sobre os espécimes coletados. O impacto é de duração temporária, uma vez que as eventuais ocorrências tendem a cessar em função de conscientização ambiental e aumento da fiscalização; de incidência direta, pois está diretamente relacionado ao aspecto mobilização de mão de obra, porém dependente de aspectos culturais e comportamentais. Manifesta-se no curto prazo e possui magnitude e importância média; é reversível e possui abrangência local, por ocorrer nos limites das áreas em intervenção.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é definido como sendo de significância média para a etapa de implantação.

Durante a **etapa de operação**, na qual estão previstas as atividades de lavra subterrânea, beneficiamento do minério e a disposição de rejeitos, os aspectos a serem considerados são praticamente os mesmos, porém com a expectativa de uma menor mobilização de mão de obra e, conseqüentemente, menor probabilidade de ocorrência do impacto aqui descrito. Outro fator que reduz a probabilidade desse impacto na etapa de operação é o estabelecimento de relações de trabalho mais duradouras, o que favorece o alcance de mudanças comportamentais ou culturais pelo processo de educação ambiental.

Desta forma, o impacto também é avaliado como de ocorrência potencial e de natureza negativa. Caso ocorra terá duração temporária e incidência direta, e manifestação no curto prazo. Possui

pequena magnitude na fase de operação. O impacto é reversível e possui abrangência local, por ocorrer nos limites das áreas em intervenção, e importância baixa.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é definido como sendo de significância baixa para a fase de operação.

Na **etapa de fechamento** não é esperada a ocorrência desse impacto.

Em relação a temporalidade do impacto, levando-se em conta a potencial ocorrência da coleta não autorizada de espécimes da fauna nas etapas de implantação e operação, considera-se um período superior a 15 e até 30 anos.

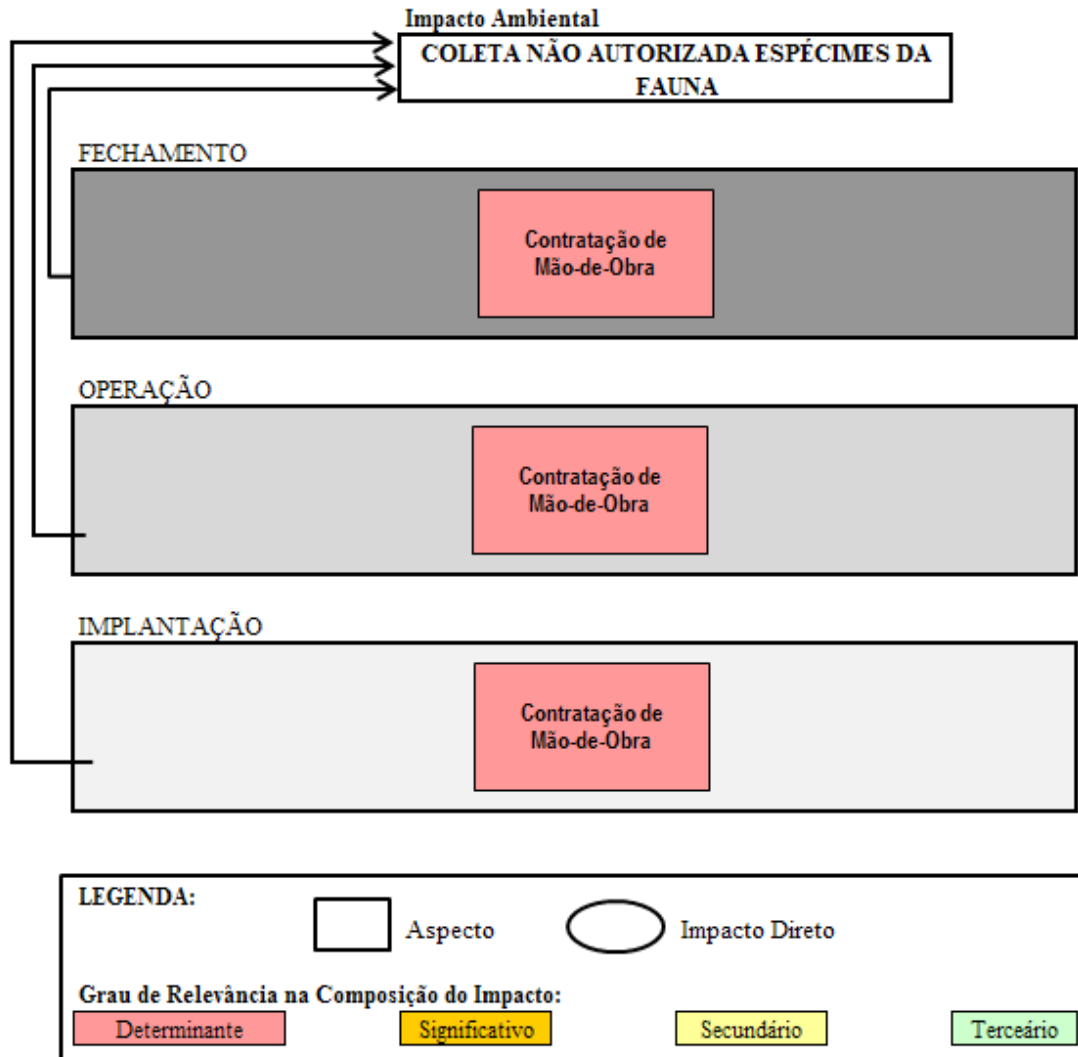
A seguir apresenta-se um quadro síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento (**Quadro 12.2.17**).

QUADRO 12.2.17

SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DO IMPACTO COLETA CLANDESTINA DE ESPÉCIES DA FAUNA

Impacto: Coleta Não Autorizada de Espécimes da Fauna			
Critérios	Etapa do empreendimento		
	Implantação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Potencial	Potencial	-
Natureza	Negativa	Negativa	-
Duração	Temporário	Temporário	-
Incidência	Direta	Direta	-
Prazo de Ocorrência	Curto prazo	Curto prazo	-
Temporalidade	de 15 a 28 anos		-
Reversibilidade	Reversível	Reversível	-
Abrangência	Local	Local	-
Importância	Baixa	Baixa	-
Magnitude	Média	Pequena	-
Significância	Média	Baixa	-

A **Figura 12.2.40** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto Coleta Não Autorizada de Espécimes da Fauna.



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Potencial	Potencial	
Natureza	Negativa	Negativa	
Duração	Temporária	Temporária	
Incidência	Direta	Direta	
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	
Temporalidade	de 15 a 28 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	
Abrangência	Local	Local	
Importância	Baixa	Baixa	
Magnitude	Média	Pequena	
Significância	Média	Baixa	

FIGURA 12.2.40- Fluxograma de avaliação do impacto Coleta Não Autorizada de Espécimes da Fauna.

Assim, são propostas ações voltadas para fiscalização no intuito de impedir a coleta não autorizada de espécimes da fauna nas áreas de trabalho e um Programa de Educação Ambiental voltado para conscientização dos funcionários.

12.2.3.2.2 Ecossistemas Aquáticos

12.2.3.2.2.1 Alteração das Comunidades de Peixes

Para a fase de implantação da Mina do Alemão prevê-se que as comunidades de peixes serão afetadas pela remoção da cobertura vegetal, pela possibilidade de disseminação dos sedimentos produzidos, efluentes líquidos e efluentes oleosos, pela implantação de estruturas hidráulicas e pelo escoamento de águas superficiais.

É de se esperar que estes fatores provoquem a perda e/ou fragmentação de habitats aquáticos, sobretudo nas áreas mais próximas ao empreendimento e que correspondem aos trechos mais altos do igarapé Alemão.

Embora não tenha sido registrada nenhuma espécie de peixe migrador na área de estudo, verificou-se a ocorrência de espécies que normalmente realizam deslocamentos entre o canal principal dos igarapés e as áreas de alagação, bem como entre eventuais sítios de alimentação, uma vez que estas apresentam uma alta dependência das fontes alimentares oriundas da floresta.

Assim sendo, as atividades geradoras de impactos no meio aquático podem criar obstáculos ou mesmo barreiras à livre circulação dos peixes, com a conseqüente supressão do conjunto de habitats naturalmente disponíveis para a ictiofauna local.

Durante a etapa de implantação da estrada Pojuca, os principais aspectos geradores do impacto sobre a ictiofauna decorrerão da supressão da vegetação e terraplenagem, tanto para a construção da plataforma da estrada quanto para montagem da infra-estrutura necessária à operação do empreendimento. Essas atividades implicam na geração de resíduos sólidos e o potencial assoreamento dos corpos de água da região, o que poderá repercutir nos habitats dos peixes e outros de organismos aquáticos.

Para o controle e mitigação dos impactos ambientais na etapa de implantação da estrada, está prevista a construção de canaletas de plataforma, caixas de passagem, bueiros, além de sistemas de controle da qualidade ambiental, sendo estes constituídos basicamente de sistemas de tratamento de esgotos sanitários, de drenagem, de banheiros químicos, e separador água e óleo (SAO), central de materiais descartáveis (CMD), sistema de aspersão e outros. Entretanto, por mais eficientes que sejam estas estruturas de contenção de sólidos nas águas pluviais, é provável que parte do material em suspensão atinja os igarapés ou riachos da região.

Alterações na hidrodinâmica de uma drenagem provocadas pela interrupção parcial de seu curso, no caso da implantação de rodovias, podem resultar em mudanças no fluxo da água.

A plataforma de uma estrada pode atuar como barreira ao deslocamento de peixes e outros animais aquáticos (FURNISS *et al.*, 1991), favorecendo a fragmentação do habitat e o isolamento de populações permanentemente durante toda a etapa de operação do empreendimento.

Na etapa de operação, a biota aquática será alterada gradativamente e completamente dentro da barragem hoje utilizada para captação de água, a qual funcionará para disposição de rejeitos a partir do Ano V na etapa de operação do empreendimento.

Embora a presença da barragem de captação de água existente atualmente represente uma alteração sobre a ictiofauna nativa local, evidenciado pela baixa riqueza de espécies e a presença de duas espécies introduzidas, a barragem de água foi o local que apresentou a maior abundância de peixes entre todas as áreas vistoriadas durante a coleta de dados.

Utilizando-se a barragem de água como área para disposição de rejeitos, o que elevará a sua cota atual, além da perda do hábitat para as poucas espécies presentes neste ambiente, haverá a perda de hábitats aquáticos à montante, no igarapé Bahia e em seus tributários.

Desta forma, as populações de peixes nestas áreas tendem a desaparecer nesses locais. Vale ressaltar que durante as amostragens realizadas para o levantamento de dados primários, o igarapé Bahia foi um dos pontos que apresentou os maiores índices de abundância de peixes em toda a área do empreendimento, embora a riqueza encontrada tenha sido muito baixa.

Variações do pH e da condutividade também podem ocorrer, devido ao aporte de sedimentos, notadamente na barragem de rejeitos. A disposição do rejeito neste local na operação do empreendimento irá elevar significativamente as concentrações dos sólidos e a turbidez na área do reservatório.

Mesmo que a barragem funcione eficientemente para a sedimentação de sólidos, de forma que os efluentes apresentem baixos teores de sólidos, cor e turbidez, existe a possibilidade de que, mesmo em pequenas concentrações, os efluentes vertidos da barragem para o igarapé Bahia não sejam adequados para a manutenção das populações ictiofaunísticas à jusante. Isto pode ser agravado pela redução do oxigênio dissolvido na água. Estes fatores podem afetar a ictiofauna presente no igarapé Bahia, de forma a reduzir a riqueza e abundância das populações locais.

Na etapa de **implantação**, o impacto Alteração da Comunidade de Peixes pode ser avaliado como de ocorrência real, em função da modificação do ambiente pelos aspectos ambientais apresentados; de natureza negativa, pois diminui a riqueza e abundância de peixes; de duração temporária, já que a riqueza e abundância podem se estabilizar após suspensão das atividades de remoção de solos; de incidência direta, pois decorre dos aspectos ambientais apresentados anteriormente; com ocorrência de curto prazo, uma vez que a ação desencadeadora do impacto se manifesta de imediato; temporalidade até cinco anos, enquanto durar a fase de implantação das estruturas; reversível, uma vez que o impacto cessa assim que cessar a ação que o desencadeia, de abrangência local, pois extrapola o sítio de implantação das estruturas, atingindo trechos do igarapé que recebe os impactos; de importância alta, em função da diminuição da riqueza e abundância das espécies de peixes e de magnitude média, uma vez que a alteração da qualidade das águas e da dinâmica hidrológica, embora pequena, poderá afetar igarapés e nascentes na área do empreendimento.

Para a etapa de **operação**, considerando-se a utilização do sistema de disposição de rejeitos em barragem, tem-se que o impacto gerado durante essa fase é real, seguindo-se ainda os mesmos critérios colocados acima, contudo, de duração permanente, uma vez que as condições de hábitat aquático não retornarão depois de cessados os aspectos do impacto; temporalidade superior a 30 anos, pela supressão do hábitat existente; irreversível, pois a modificação ambiental é permanente; importância alta, visto a perda do ambiente aquático nesse local e de sua fauna

associada; abrangência local, pois poderá extrapolar os limites da área da barragem; de magnitude alta, pois embora a barragem de água represente uma condição aquática diferente daquela encontrada na área da Mina do Alemão, as modificações foram assimiladas e o ambiente abriga uma comunidade de peixes, mesmo que com baixa riqueza.

Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto é definido como sendo de significância alta para a fase de operação.

Para a etapa de **fechamento**, não é esperada a ocorrência desse impacto.

A seguir apresenta-se um quadro síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento (**Quadro 12.2.18**).

QUADRO 12.2.18

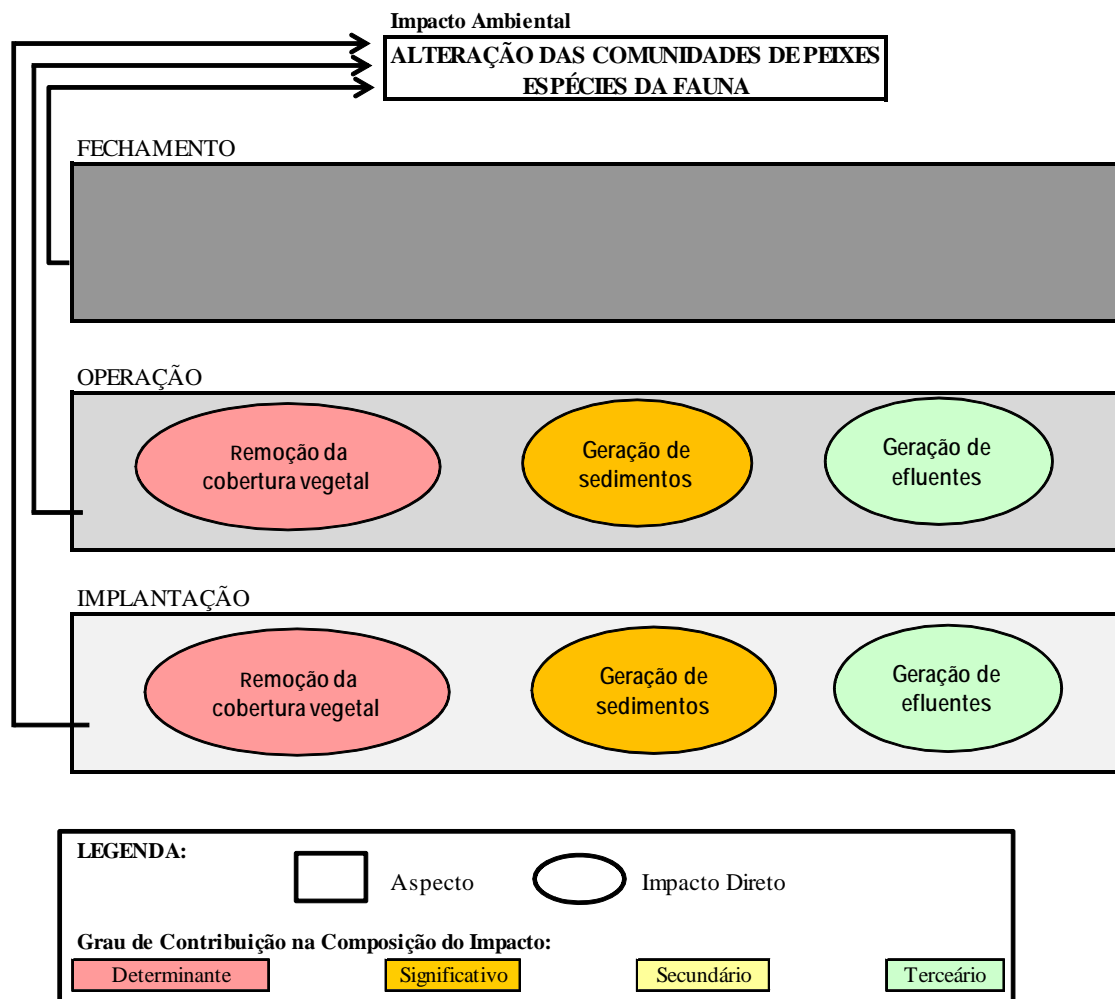
SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DO IMPACTO ALTERAÇÃO DAS COMUNIDADES DE PEIXES

Impacto: Alteração das Comunidades de Peixes		
Critérios	Etapa do Empreendimento	
	Implantação	Operação
Ocorrência	Real	Real e Potencial
Natureza	Negativa	Negativa
Duração	Temporária	Permanente
Incidência	Direta	Direta
Prazo de ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	Até 5 anos	Superior a 30 anos
Reversibilidade	Reversível	Irreversível
Abrangência	Local	Local
Importância	Alta	Alta
Magnitude	média	Alta
Significância	Alta	Alta

Em relação a resiliência do ambiente em função das alterações previstas, a temporalidade será superior a 30 anos, considerando que estas populações demandam longos períodos para se recompor, embora dificilmente na sua composição original.

Para controlar as alterações sobre a comunidade de peixes é indicado o Programa de Monitoramento dos Impactos sobre a Fauna e o Programa de Despesca e Aproveitamento de Recursos Pesqueiros da barragem de captação de água existente.

A **Figura 12.2.41** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto Alteração das Comunidades de Peixes.



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real e Potencial	
Natureza	Negativa	Negativa	
Duração	Temporária	Permanente	
Incidência	Direta	Direta	
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	
Temporalidade	Até 5 anos	Superior a 30 anos	
Reversibilidade	Reversível	Reversível	
Abrangência	Local	Local	
Importância	Alta	Alta	
Magnitude	Média	Alta	
Significância	Alta	Alta	

FIGURA 12.2.41 - Fluxograma elaborado para a avaliação do impacto Alteração das Comunidades de Peixes.

12.2.3.3 Meio Socioeconômico

Alteração do Nível de Emprego

O impacto de alteração no nível de emprego irá se manifestar nas fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento em estudo.

Os aspectos ambientais que geram este impacto estão associados às atividades cuja realização torna necessária a mobilização ou desmobilização de mão-de-obra, ou seja, a abertura e fechamento dos postos de trabalho, o início e o encerramento de contratos com os fornecedores. Na etapa de implantação, esses aspectos estão associados a atividades como a supressão da vegetação, a terraplenagem, as obras civis, as montagens eletromecânicas, a adequação da linha de transmissão e a adequação e pavimentação asfáltica de vias, entre outras. Durante a operação, serão desenvolvidas ações para a extração e beneficiamento do minério e, durante o fechamento, as estruturas da mina e da usina serão desmobilizadas.

Todas as atividades das mencionadas etapas do empreendimento acarretam a abertura de postos de trabalho e a contratação de fornecedores, com posterior fechamento dessas mesmas vagas, em função do término das referidas atividades, do que decorre o encerramento dos contratos com os fornecedores, ocasionando, assim, o impacto da alteração no nível de emprego.

No período de pico da etapa de instalação, está prevista a participação de um efetivo estimado de cerca de 3.000 trabalhadores, incluindo profissionais da Vale, empresas gerenciadoras e contratadas. Para a mobilização desse contingente, serão priorizados os municípios de Parauapebas, Canaã dos Carajás e Curionópolis, visando ao aproveitamento e à incorporação da mão-de-obra disponível na região. Esses recursos humanos poderão ser complementados por profissionais oriundos de Eldorado dos Carajás, Marabá e demais regiões do Pará, bem como de outros estados.

Com o término da etapa e o fechamento dos postos de trabalho associados e o encerramento de contratos com fornecedores esses empregos e contratos associados à implantação deixarão de existir.

Espera-se que a partir da aquisição de experiência e qualificação profissional, seja facilitada a recolocação de algumas pessoas no mercado de trabalho, sendo que parte do contingente com perfil e qualificação técnica adequada para as funções operacionais e administrativas poderá ser reaproveitado nas atividades da etapa de operação. Ademais, considerando a existência de diversos empreendimentos minerários na região, os empregados desmobilizados ao fim da etapa de instalação poderão trabalhar em atividades de instalação ou operação de outros projetos.

Quanto à etapa de operação, está prevista a geração de aproximadamente 1.000 empregos, dos quais 530 serão funcionários diretos da Vale.

Com o fechamento da mina, parte desse contingente também será desmobilizada. Porém, a dinamização da economia ocasionada pelo empreendimento acarretará o surgimento de novos negócios na área de estudo, que irão criar vagas de trabalho voltadas principalmente para o setor de comércio e serviços, tanto públicos quanto privados, não vinculados diretamente ao Projeto Alemão. A alteração no nível de empregos, portanto, se estende à população em geral, e não somente àquelas pessoas que possuem a qualificação necessária para trabalhar diretamente na

área de mineração. Como esses postos de trabalho não são desmobilizados ao fim das etapas do empreendimento, o aspecto positivo do impacto é reforçado.

A ocorrência deste impacto é real, pois ele está inseparavelmente ligado à abertura e ao fechamento de postos de trabalho, bem como ao início e encerramento de contratações de fornecedores. Sua natureza é positiva, enquanto os postos de trabalho estão abertos e os contratos com os fornecedores estão vigentes. Tem duração permanente durante cada uma das etapas, porém com intensidade variável ao longo das etapas de implantação e com incidência direta, porque decorre dos aspectos de abertura e fechamento de postos de trabalho. Ocorrerá no curto prazo, já que irá se manifestar logo no início de cada atividade e é reversível, pois a alteração positiva deixará de ocorrer a partir do término das atividades e etapas do projeto. Sua abrangência é regional, pois, Parauapebas, Canaã dos Carajás e Curionópolis serão os locais priorizados para recrutamento da mão-de-obra.

Na fase de implantação, o impacto de alteração no nível de emprego é avaliado como de alta magnitude, porque garante ganhos relevantes para a região, tendo em vista a geração de 3.000 novos empregos no pico da etapa. Sua importância é alta, considerando o número total de empregos existentes na área avaliada, e é de alta significância, considerando-se o conjunto de critérios avaliados.

Na etapa de operação, o impacto ainda é avaliado como de média magnitude, pois serão gerados aproximadamente 1.000 empregos durante 22 anos. Possui média importância, porque, apesar do número de empregos gerados, considerando o fluxo migratório e o crescimento demográfico esperados para os municípios da área de estudo durante os anos de operação do projeto, a importância do impacto para essas localidades é diminuída. Além disso, parte dos cargos gerados durante essa etapa requer qualificação mais especializada e, como a região apresenta baixo estoque de mão-de-obra com o perfil demandado, a magnitude do impacto perde parte de sua expressão. Sua significância permanece alta, considerando-se o conjunto de critérios avaliados.

Na etapa de fechamento, o impacto possui pequena magnitude, pois as atividades de fechamento da mina irão gerar um número de postos de trabalho inferior às etapas anteriores. Possui baixa importância, principalmente porque a maior quantidade de empregos será gerada somente no primeiro ano do fechamento. E, considerando-se o conjunto de critérios avaliados, sua significância é baixa.

Para o impacto de alteração no nível de emprego são propostas ações de monitoramento por meio do estabelecimento de um Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos, com o objetivo de mensurar as alterações nas diversas áreas sujeitas ao efeito do impacto. Se forem verificadas alterações significativas, deverão ser planejadas ações para potencializar as características positivas do impacto descrito.

Recomenda-se também implantar o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Socioeconômico Local, por meio do apoio a atividades sociais e econômicas independentes da área de mineração, objetivando consolidar a dinâmica do território onde se localiza o projeto, para que ela se mantenha após o fechamento do empreendimento e consiga absorver a mão-de-obra desmobilizada.

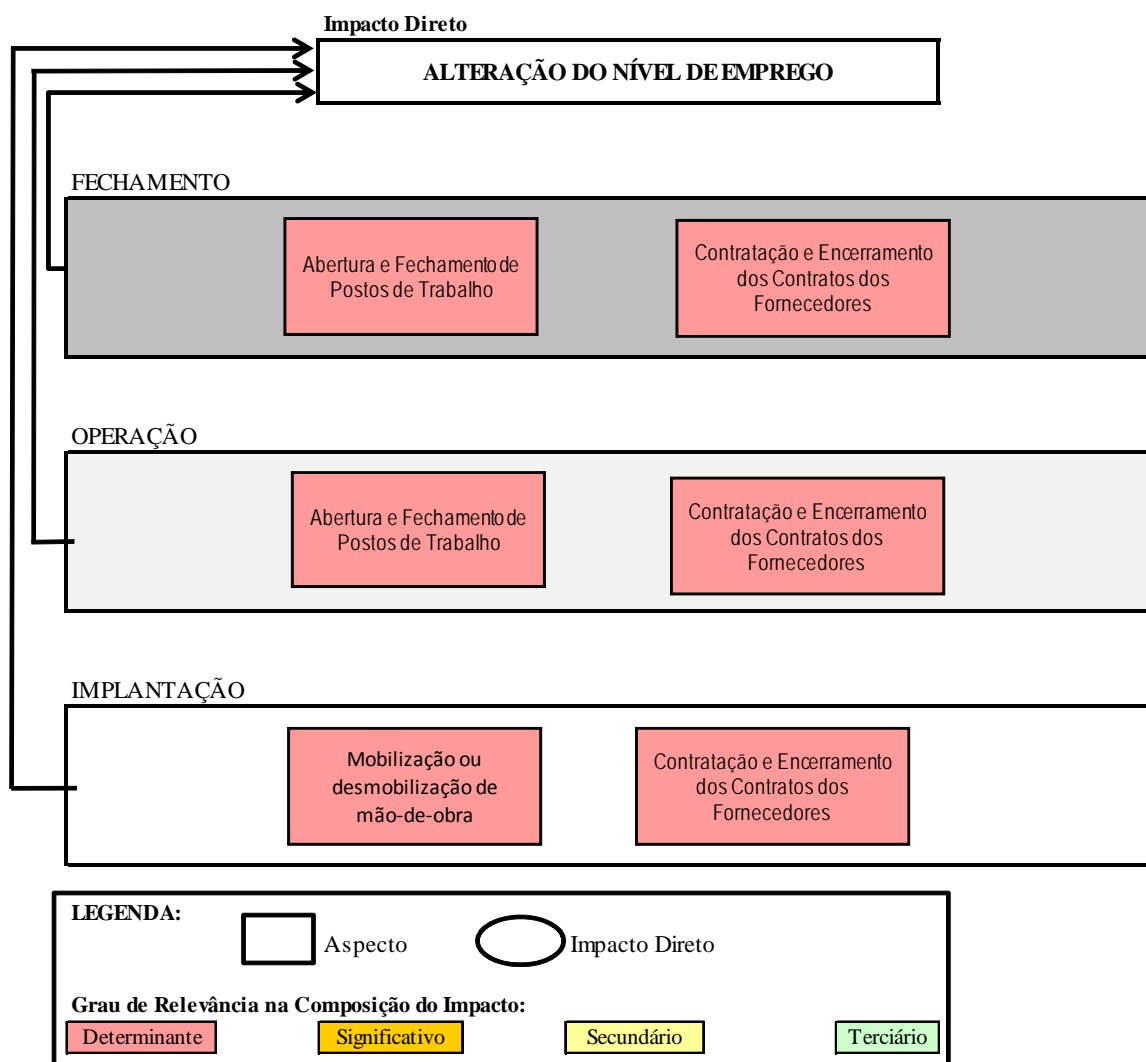
A seguir apresenta-se um quadro síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento.

QUADRO 12.2.19

SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DO NÍVEL DE EMPREGO PARA CADA FASE DO EMPREENDIMENTO

Impacto: Alteração do nível de emprego			
Critérios	Etapa do Empreendimento		
	Implantação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Positiva	Positiva	Positiva
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo para ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	28 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Regional	Regional	Regional
Importância	Alta	Média	Baixa
Magnitude	Alta	Média	Pequena
Significância	Alta	Alta	Baixa

A **Figura 12.2.42** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração do nível de emprego.



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Positivo	Positivo	Positivo
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direto	Direto	Direto
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	28 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Regional	Regional	Regional
Importância	Alta	Média	Baixa
Magnitude	Alta	Média	Pequena
Significância	Alta	Alta	Baixa

FIGURA 12.2.42 – Avaliação do impacto de alteração do Nível de Emprego

Inserção de Trabalhadores no Sistema de Seguridade Social

O impacto de inserção de trabalhadores no sistema de seguridade social irá se manifestar nas fases de implantação, operação e fechamento do Projeto Alemão.

Os aspectos ambientais que geram o impacto compreendem as atividades cuja realização torna necessária a mobilização ou desmobilização de mão-de-obra, ou seja, a abertura e o fechamento dos postos de trabalho, o início e o encerramento de contratos com os fornecedores. No período de pico da etapa de instalação, está prevista a participação de um efetivo estimado de 3.000 trabalhadores. Quanto à etapa de operação, está prevista a geração de aproximadamente 1.000 empregos, dos quais 530 serão funcionários diretos da Vale.

Como se analisou no Diagnóstico Socioeconômico antes apresentado, a região em estudo se caracteriza pela presença de informalidade nas relações de trabalho e emprego. O empreendimento em pauta interferirá nessa situação, na medida em que contribuirá para a formalização das mencionadas relações, inserindo diversos trabalhadores no sistema de seguridade social. Tal fato terá conseqüências positivas, como direito a férias, 13º salário, FGTS (Fundo de Garantia por Tempo de Serviço), seguro-desemprego (PIS - Programa de Integração Social) e aposentadoria pelo INSS (Instituto Nacional de Seguridade Social – Previdência Social).

O impacto da inserção de trabalhadores no sistema de seguridade social, em decorrência do Projeto Alemão, é avaliado como real, pois está inseparavelmente ligado ao aspecto de abertura e fechamento de postos de trabalho, início e encerramento de contratos com fornecedores. Sua natureza é positiva, pois traz benefícios para a região analisada. É permanente, já que ocorrerá durante toda a etapa. Sua incidência é direta, porque decorre das atividades de contratação de mão-de-obra do projeto. Ocorrerá no curto prazo, já que essa alteração se manifesta com o início da atividade. É reversível, porque a citada inserção deixará de existir se os trabalhadores forem dispensados ao final da etapa. Possui abrangência regional, pois, apesar de possuir potencial para atingir outros municípios e estados, Parauapebas, Canaã dos Carajás e Curionópolis serão priorizados para o recrutamento da mão-de-obra.

Como no pico da etapa de implantação serão gerados cerca de 3.000 empregos formais, o impacto trará ganhos relevantes para a região considerada. Assim, sua magnitude e importância são avaliadas como altas. Considerando-se o conjunto de critérios avaliados, a inserção dos trabalhadores no sistema de seguridade social possui alta significância na etapa de implantação.

Durante a operação do empreendimento, o impacto ainda é avaliado como de alta magnitude, porque as atividades da etapa irão gerar aproximadamente 1.000 empregos durante 22 anos. Sua importância, porém, é avaliada como média, pois, apesar do significativo número de empregos gerados, considerando o fluxo migratório e o crescimento demográfico esperados para os municípios da região, durante os anos de operação do projeto, a magnitude do impacto é diminuída. Sua significância permanece alta, considerando-se o conjunto de critérios avaliados.

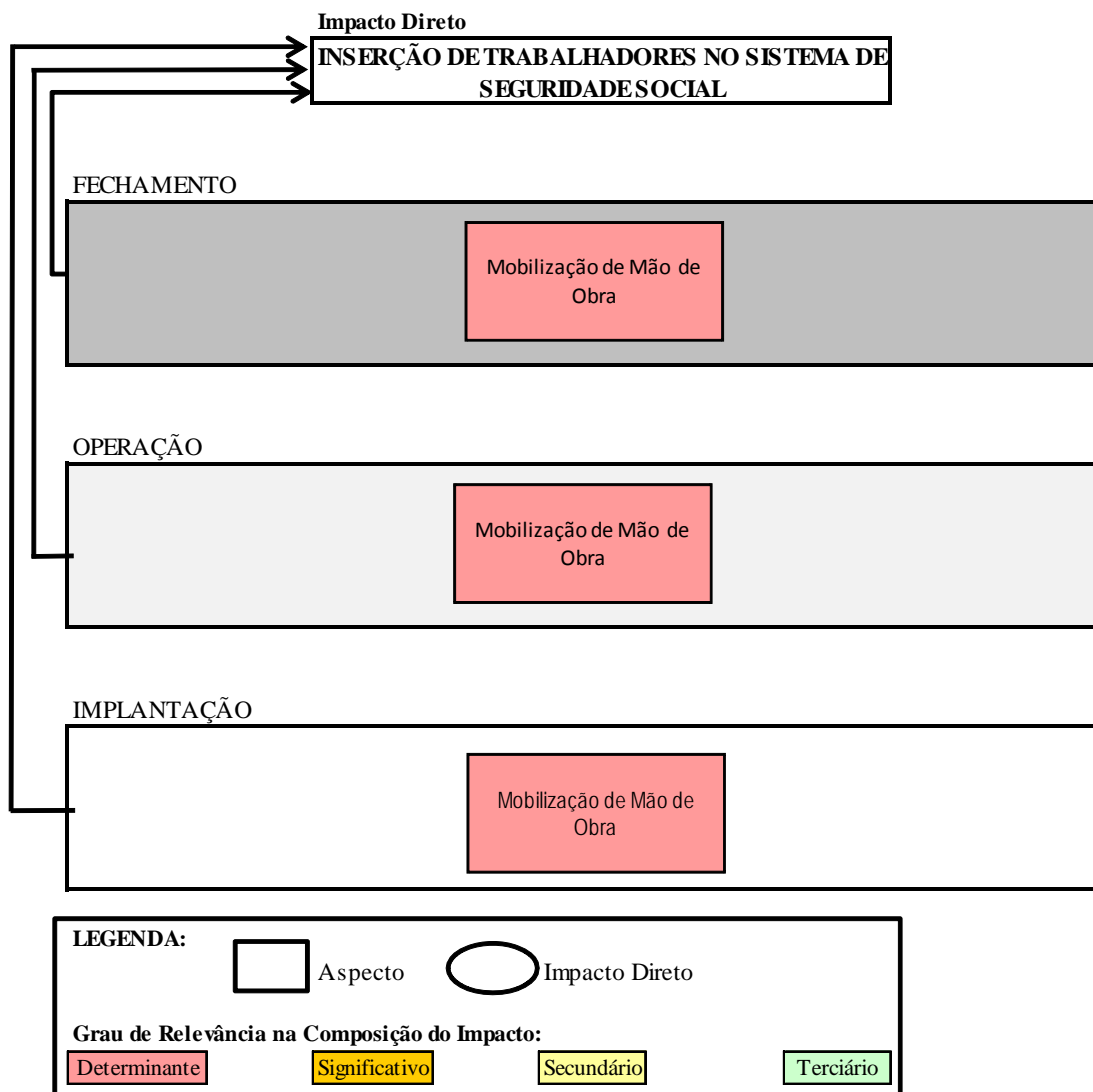
Como as atividades associadas à etapa de fechamento irão gerar um número de postos de trabalho inferior ao das etapas anteriores, nela o impacto é de baixa magnitude. Já que será gerado somente no primeiro ano da etapa de fechamento, a importância do impacto é baixa. E, considerando-se o conjunto de critérios avaliados, na etapa de fechamento o impacto possui baixa significância.

Para o impacto de inserção de trabalhadores no sistema de seguridade social são propostas ações de monitoramento, por meio da implementação do Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos, com o objetivo de mensurar as alterações nas diversas áreas sujeitas ao efeito do impacto. Se forem verificadas alterações significativas, deverão ser planejadas ações para potencializar as características positivas do impacto descrito e controlar as negativas.

Será necessário implantar, também, o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Local, por meio do apoio a atividades sociais e econômicas independentes da área de mineração, objetivando consolidar a dinâmica do território onde se localiza o projeto, para que ela se mantenha após o fechamento do empreendimento e consiga absorver a mão-de-obra desmobilizada.

Na Tabela a seguir, é apresentada a síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento.

Impacto: Inserção de Trabalhadores no Sistema de Seguridade Social			
Critérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Positiva	Positiva	Positiva
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	Até 5 anos	Superior a 15 até 30 anos	Até 5 anos
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Regional	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Alta	Média	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Positivo	Positivo	Positivo
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direto	Direto	Direto
Prazo de Ocorrência	Curto prazo	Curto prazo	Curto prazo
Temporalidade	28 anos		
Reversibilidade	Reversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Regional	Regional	Local
Importância	Alta	Média	Baixa
Magnitude	Alta	Alta	Pequena
Significância	Alta	Alta	Baixa

FIGURA 12.2.43 – Avaliação do impacto de inserção de trabalhadores no sistema de seguridade social.

Alteração nos Níveis de Empregabilidade

O impacto de alteração nos níveis de empregabilidade se manifestará nas fases de implantação, operação e fechamento do Projeto Alemão.

Os aspectos ambientais que geram este impacto são a qualificação e a aquisição de experiência profissional por parte dos trabalhadores contratados para exercer as atividades necessárias para implantação, operação e fechamento do empreendimento.

Além dos treinamentos que eles irão receber para melhor exercerem suas funções, ampliarão suas experiências profissionais ao longo do período em que estiverem executando as atividades no empreendimento. Essas características são particularmente válidas para aqueles que se incorporam pela primeira vez a um emprego formal de tal natureza.

As questões mencionadas contribuem para o incremento da qualificação da mão-de-obra, tanto da Vale quanto das empresas contratadas. A citada qualificação, por sua vez, contribuirá para a melhoria nos níveis de empregabilidade da população e enriquecerá o capital social, sendo que essa *expertise* tenderá a beneficiar outros projetos existentes ou a serem implantados na região.

Verifica-se, por outro lado, que as atividades que serão desempenhadas no projeto beneficiam um número limitado de pessoas e geram uma qualificação específica, nem sempre aproveitável em outros setores da economia local e regional. Essa característica contribui para dificultar a absorção de parte da mão-de-obra desmobilizada na área de estudo, apesar da qualificação e da experiência adquiridas durante as atividades do empreendimento.

O impacto é avaliado como real, pois está inseparavelmente ligado à qualificação e à aquisição de experiência profissional por meio do trabalho no empreendimento. Sua natureza é positiva, na medida em que traz benefícios para a região analisada. É permanente, pois ocorrerá durante toda a etapa do empreendimento e tem incidência direta, já que decorre das atividades de treinamento e do desempenho das atividades. Como a alteração exige certo prazo para se manifestar, o mesmo ocorrerá a médio e longo prazo. É irreversível, porque a qualificação das pessoas para concorrer no mercado e seu desempenho não voltarão aos níveis anteriores ao início de sua atuação no projeto. Sua abrangência é local, pois, apesar de se manifestar também em nível regional, isso não ocorrerá com a mesma intensidade que no âmbito local.

Como a qualificação e a experiência adquiridas pelos funcionários estarão voltadas, principalmente, para setores específicos da mineração e irão beneficiar um elevado número de pessoas, nas etapas de implantação e operação, o impacto é de alta importância e magnitude. Apesar de a qualificação especializada dificultar a absorção da mão-de-obra desmobilizada por outros setores da economia, considerando-se a vocação minerária da região, ela se mostra relevante na área de estudo. De acordo com o conjunto de critérios avaliados, nessas etapas a significância do impacto é alta.

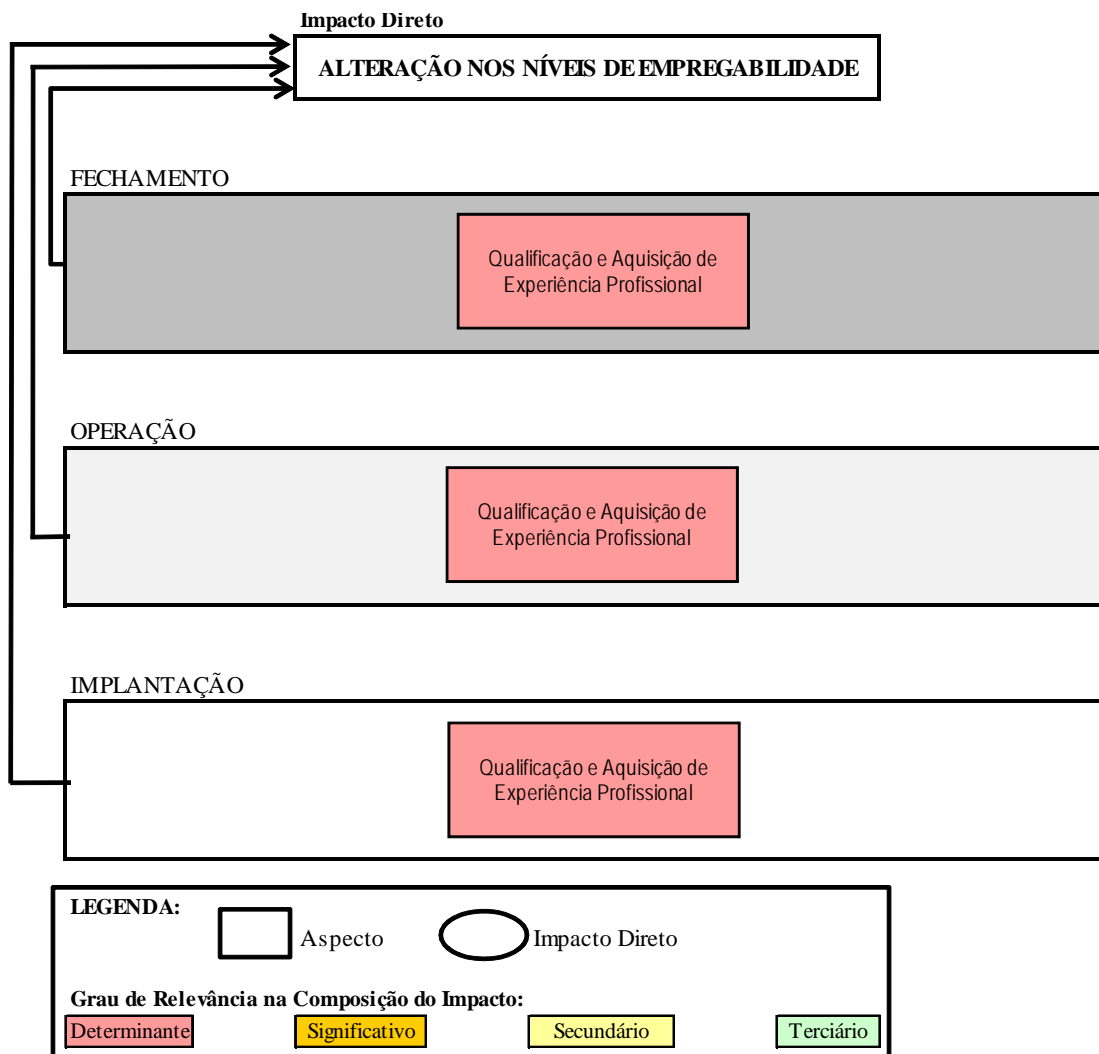
Já as atividades da etapa de fechamento irão gerar um número de postos de trabalho inferior ao das etapas anteriores, beneficiando menos pessoas com a qualificação e a aquisição de experiência. Além disso, apesar de parte dos cargos gerados durante a etapa requerer qualificação mais especializada, principalmente devido às questões de segurança relacionadas à desmontagem eletromecânica, a maior quantidade de postos de trabalho e, conseqüentemente, o incremento da empregabilidade serão gerados somente no primeiro ano do fechamento. Assim,

nessa etapa o impacto é avaliado como de baixa magnitude e importância e, conseqüentemente, de baixa significância.

Para melhor aproveitar os efeitos benéficos do empreendimento sobre a região, deverá ser implementado o Programa de Capacitação de Mão-de-obra.

Na Tabela a seguir, é apresentada a síntese da avaliação desse impacto, para cada fase do empreendimento.

Impacto: Alteração nos Níveis de Empregabilidade			
Crítérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Positiva	Positiva	Positiva
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de ocorrência	Médio/ Longo Prazo	Médio/ Longo Prazo	Médio/ Longo Prazo
Temporalidade	Até 5 anos	Superior a 15 até 30 anos	Até 5 anos
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Regional	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Alta	Alta	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Positivo	Positivo	Positivo
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direto	Direto	Direto
Prazo de Ocorrência	Médio a longo prazo	Médio a longo prazo	Médio a longo prazo
Temporalidade	Acima de 30 anos		
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Alta	Alta	Pequena
Significância	Alta	Alta	Baixa

FIGURA 12.2.44 – Avaliação do impacto de Alteração nos Níveis de Empregabilidade

Alteração nos Níveis de Renda

O impacto de alteração nos níveis de renda se manifestará nas fases de implantação, operação e fechamento do Projeto Alemão.

Será gerado pelo pagamento de salários, decorrente da geração de empregos em função da mobilização de mão-de-obra para execução de atividades necessárias à implantação, operação e fechamento do empreendimento.

Como impacto gerado pelo aspecto de pagamento de salários, tem-se a alteração da renda, com reflexos positivos sobre a economia, devido ao aumento do poder aquisitivo.

O impacto é avaliado como real, pois está inseparavelmente ligado ao pagamento de salários. Sua natureza é positiva, na medida em que traz benefícios para a região analisada, com o aumento do poder aquisitivo. É permanente, pois ocorrerá durante toda a etapa. Tem incidência direta, porque decorre do aspecto de pagamento de salários. Irá se manifestar no curto prazo, imediatamente após o início da atividade de geração de empregos. É reversível, porque a ocupação dos trabalhadores contratados voltará aos níveis anteriores, depois de encerrada a atividade, e possui abrangência regional, pois compreende principalmente os municípios de Parauapebas, Canaã dos Carajás e Curionópolis.

Na etapa de implantação, tendo em vista que serão pagos salários para um número elevado de empregados e que a renda decorrente irá garantir ganhos relevantes para os municípios considerados, o impacto possui alta importância e magnitude. Conseqüentemente, sua significância também é alta.

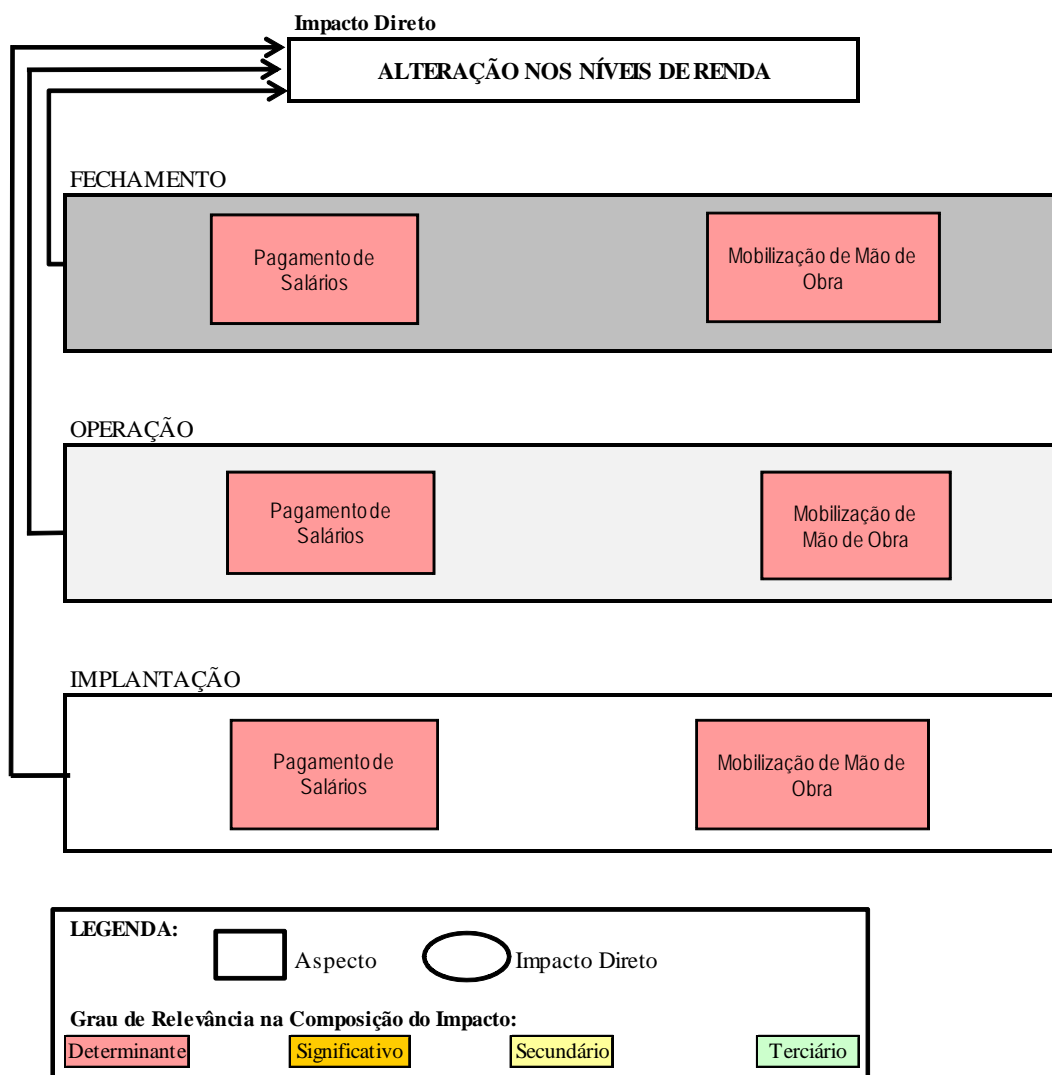
Na etapa de operação, como serão criados menos postos de trabalho que na etapa anterior, gerando salários para um menor conjunto de empregados, a magnitude do impacto é avaliada como média. Sua importância, no entanto, será alta, já que os salários serão mais elevados, em função das características dos cargos criados. Além disso, o empreendimento irá gerar renda para seus funcionários durante um espaço de tempo de 22 anos. Considerando-se o conjunto de critérios avaliados, a alteração nos níveis de renda na etapa de operação é um impacto de alta significância.

Tendo em vista o pequeno número de postos de trabalho gerados na etapa de fechamento, o impacto passa a ser de baixa magnitude. Apesar de parte dos cargos gerados durante a etapa requerer qualificação mais especializada, com salários mais elevados, a maior quantidade de postos de trabalho será gerada somente no primeiro ano do fechamento, diluindo a importância do impacto; portanto, sua importância é baixa. Considerando-se o conjunto de critérios avaliados, na etapa de fechamento o impacto possui baixa significância.

Para potencializar os efeitos benéficos do empreendimento sobre a região, inclusive quanto ao impacto de alteração dos níveis de renda, deverá ser implementado o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Local.

Na Tabela a seguir, é apresentada a síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento.

Impacto: Alteração nos Níveis de Renda			
Crítérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Positiva	Positiva	Positiva
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	Até 5 anos	Superior a 15 até 30 anos	Até 5 anos
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Regional	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Alta	Média	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Positivo	Positivo	Positivo
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direto	Direto	Direto
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	28 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Regional	Regional	Regional
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Alta	Média	Pequena
Significância	Alta	Alta	Baixa

FIGURA 12.2.45 – Avaliação do impacto de Alteração nos Níveis de Renda

Alteração das Condições de Desempenho das Empresas

O impacto de alteração das condições de desempenho das empresas se manifestará nas fases de implantação, operação e fechamento do Projeto Alemão.

É gerado pela aquisição de insumos - tais como areia, brita, cimento, ferro, tijolos, madeira e concreto, entre outros, além de ferramentas, máquinas e equipamentos, e contratação de serviços, como os de alimentação, transporte de pessoal e de cargas, vigilância, manutenção e outros, necessários para a instalação e operação do Projeto Alemão.

Parte das aquisições e contratações será realizada por meio de empresas provenientes de outras regiões do país e até de companhias internacionais. Entretanto, insumos e serviços menos especializados poderão ser adquiridos e contratados de empresas da região, sendo elas o alvo dessa avaliação de impacto.

A demanda por insumos e serviços gera o incremento do faturamento das empresas, bem como exige sua maior qualificação para concorrer no mercado, o que contribui para a melhoria de seu desempenho.

Essa melhoria de desempenho facilita a expansão da cadeia produtiva local e regional, provocando a geração de oportunidades e de novos negócios, pois as empresas se tornam mais aptas a realizar investimentos e aprendem a lidar com um ambiente dinâmico. Também são originadas condições para a instalação de novas empresas, por meio da atração de recursos externos à área considerada.

Todo esse processo conduz ao fortalecimento dos negócios locais e regionais e, conseqüentemente, contribui para a dinamização da economia.

O impacto de alteração das condições de desempenho das empresas é real, pois está inseparavelmente ligado à aquisição de insumos e contratação de serviços e sua natureza é positiva, na medida em que traz benefícios para a região analisada. Ele é permanente, pois ocorrerá durante o desempenho de todas as atividades do empreendimento e tem incidência direta, pois decorre do aspecto de aquisição de insumos e contratação de serviços. Como exige certo tempo para se manifestar, irá ocorrer no médio e longo prazo. É irreversível, porque a qualificação das empresas para concorrer no mercado e a conseqüente melhoria de seu desempenho não voltarão aos níveis anteriores ao início da demanda de bens e serviços gerada pelo projeto, pois elas se habilitam para trabalhar em outros projetos e concorrer em mercados externos ao regional. Possui abrangência regional, pois alguns dos serviços e insumos serão adquiridos em toda a região.

Nas etapas de implantação e operação, o impacto é de alta magnitude e importância, pois o volume de insumos adquiridos e de serviços contratados irá trazer ganhos relevantes para os municípios e as empresas da região. Conseqüentemente, nessas etapas, ele possui alta significância, considerando-se o conjunto de critérios avaliados.

Na etapa de fechamento, o impacto é de baixa importância e magnitude, porque as atividades da mina não irão demandar um volume significativo de insumos ou serviços, não acarretando alterações significativas na área de estudo. Assim, sua significância também é baixa.

Para potencializar os efeitos benéficos do empreendimento sobre as empresas, deverá ser implementado o Programa de Desenvolvimento de Fornecedores.

Na Tabela a seguir, é apresentada a síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento.

Impacto: Alteração das Condições de Desempenho das Empresas			
Crítérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Positiva	Positiva	Positiva
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de ocorrência	Médio/ Longo Prazo	Médio/ Longo Prazo	Médio/ Longo Prazo
Temporalidade	Até 5 anos	Superior a 15 até 30 anos	Até 5 anos
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Regional	Regional	Regional
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Alta	Alta	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa

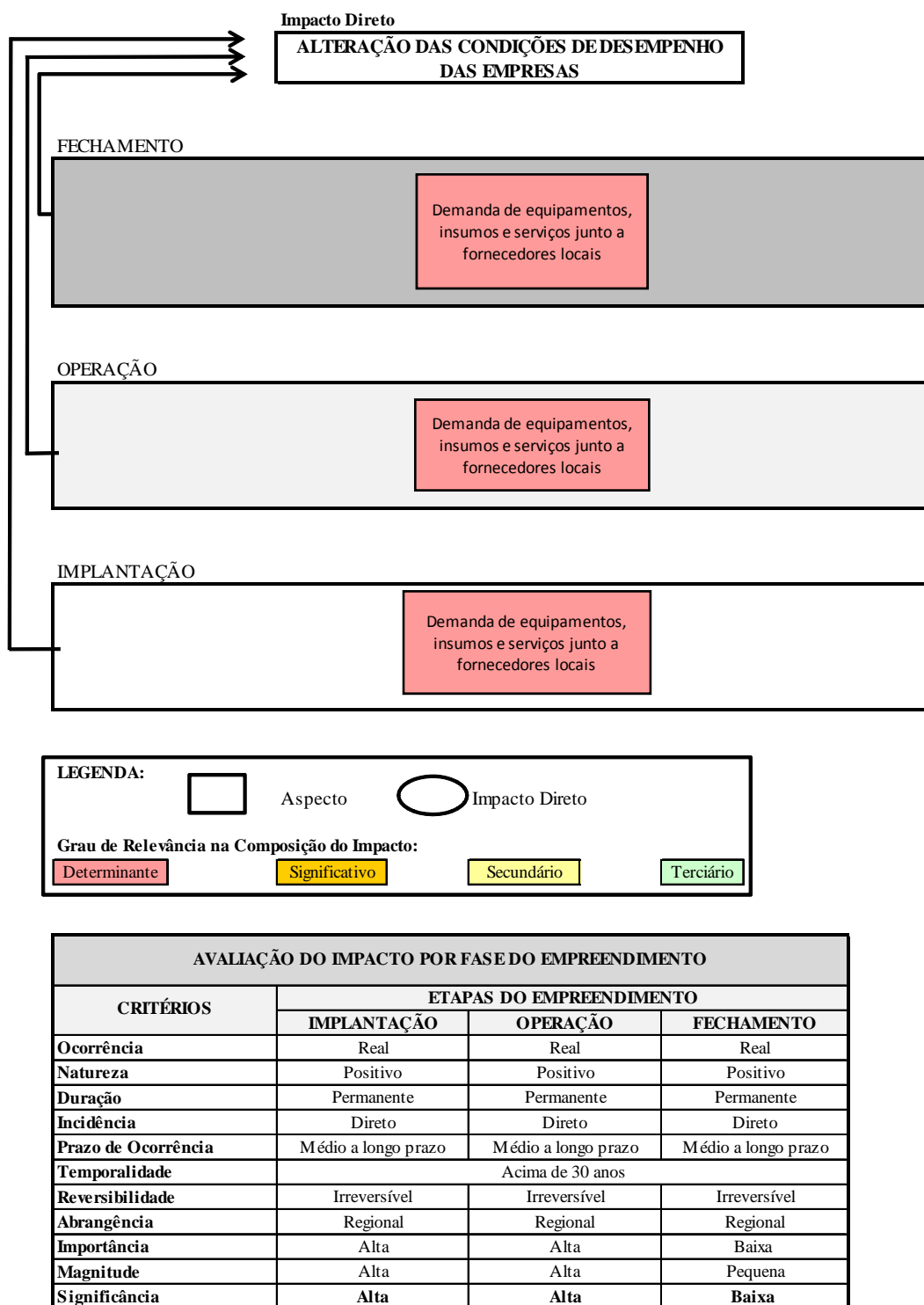


FIGURA 12.2.46 – Avaliação do impacto de Alteração das Condições de Desempenho das Empresas

Alteração nas Condições Econômicas

O impacto de alteração das condições econômicas se manifestará nas fases de implantação, operação e fechamento do Projeto Alemão.

Este impacto é indireto, pois decorre de impactos de alteração nos níveis de renda da população e nos níveis empresariais que, por sua vez, são gerados pelas atividades de contratação de mão-de-obra e de empresas fornecedoras de insumos e serviços.

Conforme descrito no item **Alteração das Condições de Desempenho das Empresas**, a demanda por insumos e serviços acarreta a alteração do nível empresarial, devido à geração de oportunidades e novos negócios, à melhoria da qualificação e do desempenho e ao decorrente aumento do faturamento.

Tais efeitos são multiplicados e atingem outros setores não diretamente relacionados com as atividades do empreendimento. Conseqüentemente, ocorre a dinamização da economia local e regional, por meio do incremento da cadeia produtiva, da circulação de renda, da geração de novas necessidades e demandas, entre outros fatores.

A dinamização da economia apresenta um efeito cíclico, pois, ao mesmo tempo em que é causada pela alteração nos níveis de renda da população e alteração das condições das empresas, o aquecimento econômico da região também contribui para a criação de novos postos de trabalho, principalmente no setor terciário, para o fortalecimento das empresas e, em decorrência, para o aumento das demandas por insumos, reforçando a cadeia produtiva.

Principalmente Parauapebas, Canaã dos Carajás e Marabá contam com empresas que já atuam no setor terciário da economia, inclusive respondendo a outros empreendimentos minerários e, por isso, podem fornecer os bens e serviços demandados. Ao mesmo tempo, suas economias têm capacidade de absorver os efeitos positivos do empreendimento, no que se refere aos novos negócios que surgirão em decorrência do Projeto Alemão.

O impacto é avaliado como real, pois está inseparavelmente ligado ao pagamento de salários e aquisição de insumos e contratação de serviços. É positivo, na medida em que traz benefícios para a região analisada, e permanente, pois ocorrerá durante toda a etapa do empreendimento. Sua incidência é indireta, porque decorre de impactos de alteração nos níveis de renda da população e nos níveis empresariais. Ocorrerá no curto prazo, imediatamente após o início das atividades do Projeto Alemão. É irreversível porque, apesar da demanda por serviços, insumos e mão-de-obra voltar aos níveis anteriores após o encerramento do projeto, a dinamização da economia possui um efeito multiplicador e propagador, que não cessa com o fim das atividades do empreendimento. Possui abrangência local, pois, apesar de se manifestar também regionalmente (principalmente em Marabá), isto não ocorrerá com a mesma intensidade esperada para Parauapebas.

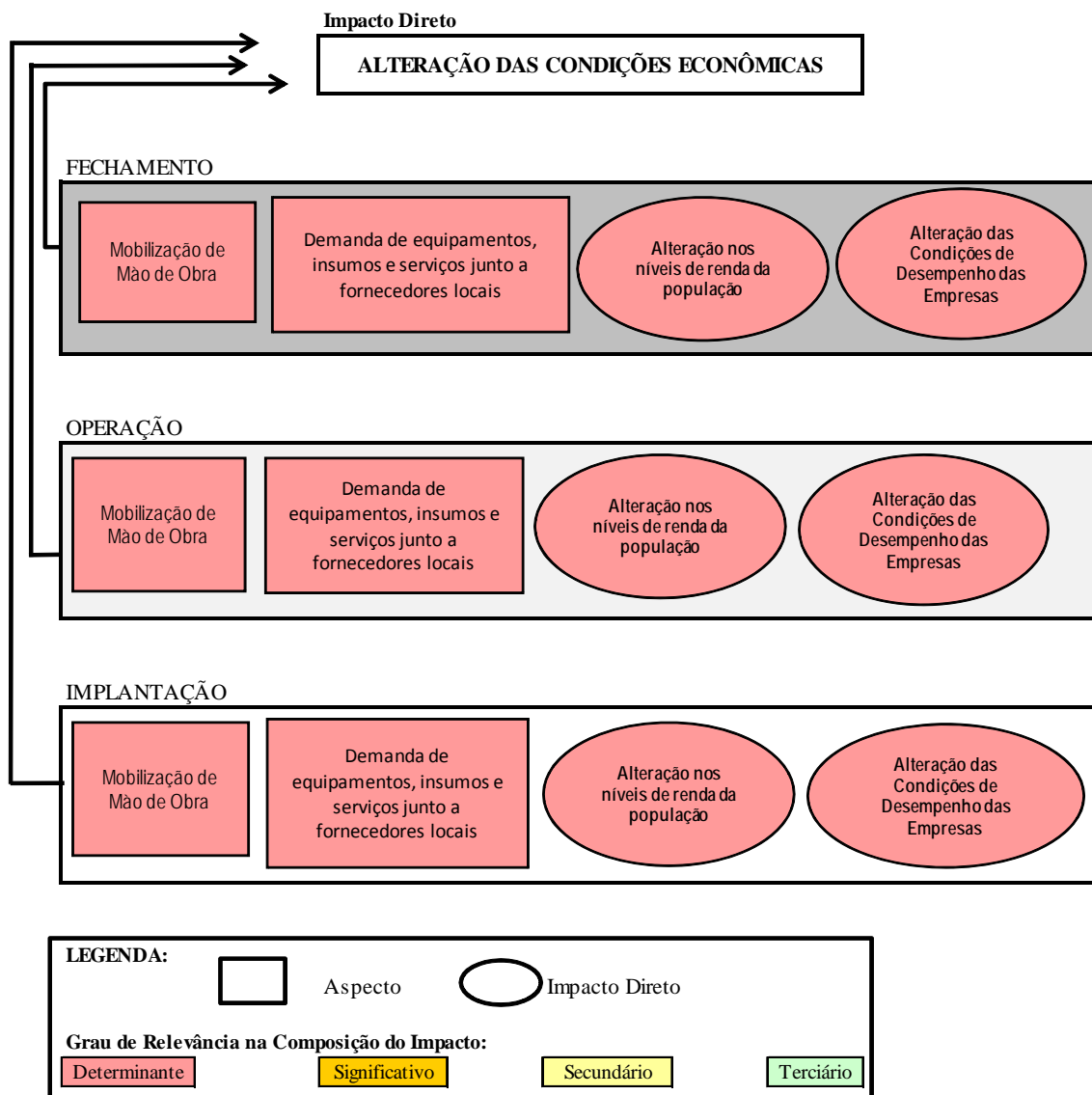
Nas etapas de instalação e operação, ele é de alta magnitude, devido à elevada circulação de renda e oportunidades de melhoria do desempenho empresarial, ocasionadas pelas atividades do empreendimento. Sua importância também é alta, porque garante ganhos relevantes para os municípios considerados, sendo que seus efeitos serão multiplicados desde o início da implantação do empreendimento até o fim da etapa de operação, 22 anos depois. Considerando-se o conjunto de critérios avaliados, ele possui alta significância.

Por outro lado, na etapa de fechamento o impacto possui baixa magnitude e importância, já que é esperada uma retração do pagamento de salários, da aquisição de insumos e da contratação de serviços, com a diminuição da demanda em relação às etapas anteriores. Assim, ele possui baixa significância.

Para a potencialização dos efeitos benéficos do empreendimento sobre a região, deverão ser implementados dois programas complementares: o Programa de Desenvolvimento de Fornecedores e o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Local.

Na Tabela a seguir, é apresentada síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento.

Impacto: Alteração das Condições Econômicas			
Crítérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Positiva	Positiva	Positiva
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Indireta	Indireta	Indireta
Prazo de ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	Até 5 anos	Superior a 15 até 30 anos	Até 5 anos
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Alta	Alta	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Positivo	Positivo	Positivo
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Indireto	Indireto	Indireto
Prazo de Ocorrência	Curto prazo	Curto prazo	Curto prazo
Temporalidade	Acima de 30 anos		
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Regional	Regional	Regional
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Alta	Alta	Pequena
Significância	Alta	Alta	Baixa

FIGURA 12.2.47 – Avaliação do impacto de Alteração das Condições Econômicas

Alteração na Arrecadação Financeira Municipal

O impacto de alteração na arrecadação financeira municipal se manifestará nas fases de implantação, operação e fechamento do Projeto Alemão.

É gerado pelo aspecto recolhimento de tributos, tais como o ISSQN (Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza), de competência municipal, e o ICMS (Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços), de competência estadual, em função da demanda por insumos e serviços para instalação e operação do projeto.

Tais recolhimentos acarretam um incremento nas receitas governamentais, o que será particularmente sentido nos municípios de Parauapebas e Canaã dos Carajás, que possuem estrutura para atender as demandas do empreendimento e se encontram próximo ao local do projeto. Além dos municípios citados, e ainda que em menor proporção relativa, esse aspecto incidirá também em Curionópolis, pela proximidade, e em Marabá, devido às empresas fornecedoras de insumos e serviços sediadas no município.

A utilização econômica dos recursos minerais do território, na etapa de operação, ocasiona também o recolhimento da CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais)¹, calculada a uma alíquota de 2% sobre o valor do faturamento líquido², obtido por ocasião da venda do produto mineral. Sendo Parauapebas o município produtor do minério, a arrecadação irá representar um incremento significativo em sua receita.

Devido às características distintas de cada espaço analisado, a avaliação do impacto, segundo os critérios definidos na metodologia, será realizada em relação à área mais influenciada, ou seja, o município de Parauapebas.

Este impacto é real, pois está inseparavelmente ligado à aquisição de insumos e contratação de serviços. Ocorrerá no curto prazo, imediatamente após o início da atividade. Sua abrangência é local, pois, apesar de se manifestar também em outros municípios, embora de forma pouco significativa, o impacto abrange principalmente o município de Parauapebas.

Nas etapas de implantação e operação serão geradas oportunidades para a realização de investimentos em infra-estrutura básica e em prestação de serviços públicos por parte do governo local, em decorrência do aumento da arrecadação tributária municipal, levando à possibilidade de melhoria das condições socioeconômicas. Sendo assim, o impacto possui um caráter positivo e de alta importância. É avaliado como permanente, tendo em vista que serão recolhidos impostos durante toda a etapa. Sua incidência é direta, pois decorre do aspecto de aquisição de insumos, contratação de serviços e recolhimento de tributos. Ele também é avaliado como reversível, porque se encerra quando são suspensas as ações geradoras. Possui alta magnitude, devido ao volume de insumos que serão adquiridos durante a etapa, gerando, conseqüentemente, valores expressivos de tributos. Face ao conjunto de critérios avaliados, possui alta significância.

¹ A CFEM está prevista no art. 20, § 1º, da Constituição Federal, e regulamentada pelas Leis nº. 7.990/89, 8.001/90 e 9.993/00, bem como pelo Decreto nº. 1/91. De acordo com a legislação mencionada, o montante recolhido deve ser distribuído na proporção de 12% para a União, 23% para o estado onde for extraída a substância mineral e 65% para o município produtor.

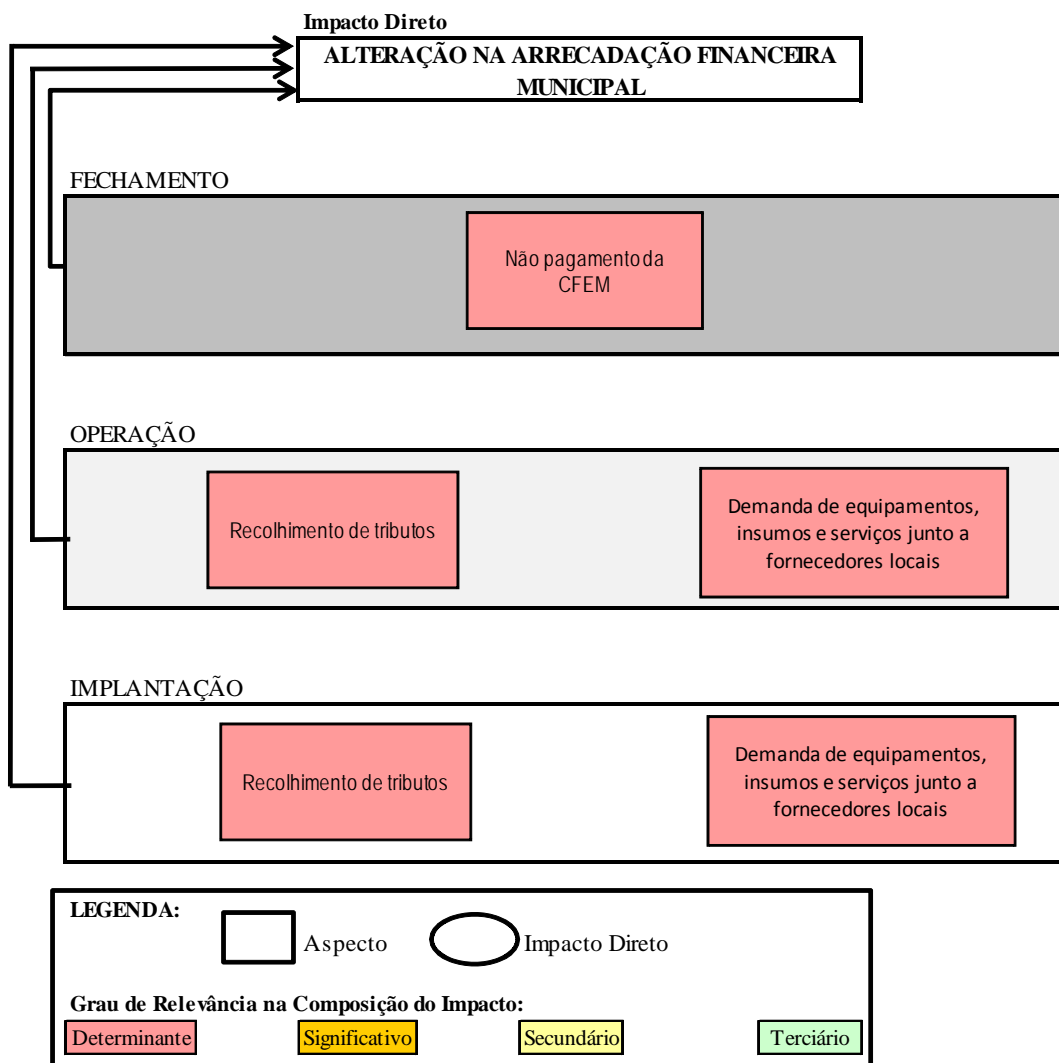
² Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, entende-se por faturamento líquido o valor da venda do produto mineral, deduzindo-se os tributos (ICMS, PIS, COFINS) que incidem na comercialização, como também as despesas com transporte e seguro. Disponível em: <www.dnpm.gov.br>. Acessado em: 30/10/2008.

Durante a etapa de fechamento, cessarão as atividades geradoras do impacto e, em decorrência, haverá a diminuição da arrecadação tributária municipal e da capacidade de investimentos em infra-estrutura básica e em prestação de serviços públicos, por parte do governo local. Dessa forma, o impacto alteração na arrecadação financeira municipal possui um caráter negativo durante a etapa de fechamento, sendo irreversível, pois, com o fechamento do projeto, não serão geradas novas receitas públicas devido ao empreendimento. Como o montante de tributos que deixarão de ser recolhidos em função da etapa de fechamento é expressivo e irá afetar significativamente as receitas municipais, ele possui alta magnitude e importância, sendo considerado, assim, de alta significância.

Para minimizar o caráter negativo do impacto descrito, deverá ser implantado o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Local, por meio do apoio a atividades sociais e econômicas independentes da área de mineração, objetivando consolidar a dinâmica do território onde se localiza o projeto, para que ela se mantenha após o fechamento do empreendimento.

Na Tabela a seguir, é apresentada a síntese da avaliação desse impacto, para cada fase do empreendimento.

Impacto: Alteração na Arrecadação Financeira Municipal			
Crítérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Positiva	Positiva	Negativa
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	Até 5 anos	Superior a 15 até 30 anos	Até 5 anos
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Irreversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Alta
Magnitude	Alta	Alta	Alta
Significância	Alta	Alta	Alta



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Positivo	Positivo	Negativo
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direto	Direto	Direto
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	28 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Irreversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Alta
Magnitude	Alta	Alta	Alta
Significância	Alta	Alta	Insignificante

FIGURA 12.2.48 – Avaliação do impacto de Alteração na Arrecadação Financeira Municipal

Alteração no Fluxo Migratório

O impacto alteração no fluxo migratório ocorrerá nas etapas de implantação e operação do empreendimento em estudo.

É gerado pelos aspectos veiculação de informações sobre o empreendimento, abertura e fechamento de postos de trabalho, início e encerramento dos contratos com os fornecedores.

Após sua fase inicial de ocupação, a região onde se insere o empreendimento em estudo foi historicamente formada por meio da contribuição de populações de diversos estados brasileiros, principalmente daqueles localizados na porção nordeste do país, tanto devido ao efeito expulsor do contexto socioeconômico precário existente naquela área quanto ao poder de atração e às oportunidades da região em estudo.

Como é sabido, os canais informais de comunicação são um importante recurso, em função dos quais numerosas pessoas decidem seu deslocamento migratório em busca de melhores condições de vida e de trabalho, em comparação com aquelas existentes no lugar onde residem. Dessa forma, quando as informações sobre a instalação do empreendimento começarem a se difundir, elas irão se propagar até regiões geradoras do fluxo migratório.

Quando se iniciar a etapa de instalação e, conseqüentemente, ocorrer a mobilização de mão-de-obra para montagem eletromecânica e obras civis, a tendência é de que o fluxo migratório se intensifique, pois os postos de trabalho gerados pelo projeto serão procurados pelos migrantes como possibilidade efetiva de mudança de suas condições de vida. Assim, as pessoas susceptíveis a esse apelo irão se dirigir à região do empreendimento. Algumas dessas pessoas conseguirão trabalho e renda, enquanto outras irão se instalar em Parauapebas e aí permanecer, muitas vezes em situação de vulnerabilidade social. Outras voltarão aos lugares de origem ou partirão em busca de novas oportunidades.

Com o início da operação do empreendimento, é necessário desmobilizar trabalhadores ligados à implantação do mesmo e contratar empregados com perfil mais adequado à nova etapa. Entretanto, essa desmobilização de mão-de-obra tampouco elimina a possibilidade de afluxo de pessoas, pois a operação do empreendimento, embora em menor escala, também motiva a aquisição de equipamentos e insumos e, principalmente, a contratação de serviços, atividades que dinamizam a economia e geram empregos, constituindo-se, portanto, em fator de atração de migrantes.

Além disso, a dinamização da economia, decorrente da aquisição de equipamentos, insumos e serviços, e gerada pelo incremento da arrecadação municipal, possibilita a melhoria das condições de vida locais, representando, também, um elemento motivador do deslocamento de pessoas em direção à região do empreendimento.

A alteração do fluxo migratório pode ocorrer desde a área de estudo local até a regional. Entretanto, tal impacto tem significância diferenciada em cada espaço.

Conforme visto no diagnóstico, a área de estudo local está constituída pelo município de Parauapebas, onde se estima que o impacto do incremento do fluxo migratório será significativo, pois sua sede é a cidade mais próxima ao empreendimento que apresenta melhor infra-estrutura, contando com hospitais, comércio e serviços variados. Assim, hoje já é o local mais procurado pela população.

Além da sede urbana de Parauapebas, as vilas Sanção e Paulo Fonteles, que se encontram próximo à estrada que dará acesso ao empreendimento, também irão verificar um incremento significativo da sua população devido ao fluxo migratório, já que muitos trabalhadores podem optar por residir nestas vilas, diminuindo o tempo gasto no percurso diário até o Projeto Alemão. Dados levantados pela Diagonal Urbana já indicam que entre 2008 e 2009 a população total das duas vilas cresceu 63,3%³, movimento provavelmente associado à implantação do Projeto Salobo, que gerou em torno de 7.000 empregos. Foi destacada também, como alteração decorrente do mesmo projeto, a presença de novas atividades comerciais no entorno imediato do alojamento utilizado para abrigar empregados do empreendimento.

Com relação aos municípios da área de estudo regional, é necessário considerar, portanto, que o Projeto Alemão é um entre diversos outros empreendimentos planejados ou em processo de instalação na região. Assim, o impacto sob avaliação, associado ao projeto em estudo, será apenas um dos fatores, parte de um conjunto muito mais amplo, responsável pelo incremento do fluxo migratório para o território considerado.

É importante ressaltar também que, mesmo que o fluxo migratório diminua após o pico da etapa de instalação, os efeitos decorrentes desse impacto continuarão a ser verificados, já que um elevado percentual de pessoas permanece na área de estudo, mesmo com a entrada do empreendimento em operação.

Devido às características distintas de cada espaço analisado, a avaliação do impacto, segundo os critérios definidos na metodologia, será realizada em relação à área mais influenciada, ou seja, Parauapebas e as vilas Sanção e Paulo Fonteles.

O impacto de alteração no fluxo migratório é real, pois está inseparavelmente ligado à veiculação de informações sobre o empreendimento e à efetiva abertura de postos de trabalho. Tem um caráter negativo, na medida em que traz alterações adversas para a região analisada e é reversível, pois, quando cessam a veiculação de informações sobre o empreendimento e a abertura de postos de trabalho, o fluxo migratório tende a diminuir. É permanente, tendo em vista que ocorrerá durante toda a etapa, e direto, porque decorre dos aspectos de veiculação de informações sobre o empreendimento e efetiva abertura de postos de trabalho. Irá se manifestar no curto prazo, imediatamente após o início da atividade, e possui abrangência local, pois não se manifesta de forma significativa além da área de estudo local.

Na etapa de implantação, possui alta importância e magnitude, pois pode contribuir para um considerável aumento dos residentes em Parauapebas e nas vilas Sanção e Paulo Fonteles, trazendo mais alterações para a qualidade ambiental da região considerada. Assim, nesta etapa, a significância do impacto é alta.

Na etapa de operação, o impacto ainda caracteriza alterações expressivas na qualidade ambiental da região considerada, mas com menor intensidade, já que ocorre uma diminuição do fluxo migratório, com a desmobilização de mão-de-obra ao fim da etapa de instalação. Assim, possui média importância, média magnitude e também média significância.

Durante a etapa de fechamento, avalia-se que o impacto será insignificante, pois a informação do término do empreendimento se constitui em um fator desmotivador do deslocamento das pessoas em direção à região influenciada.

³ Entre 2008 e 2009 a população da Vila Sanção cresceu 57,8% e a da Paulo Fonteles, 73,7%.

Para controlar o impacto descrito, será necessário implementar o Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos, com o objetivo de mensurar as alterações nas diversas áreas sujeitas ao efeito do impacto. No âmbito deste programa será mensurado especificamente o indicador relacionado à migração e, se forem verificadas alterações significativas, deverão ser planejadas ações para minimizar suas conseqüências.

Na Tabela a seguir, é apresentada a síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento.

Impacto: Alteração no Fluxo Migratório			
Crítérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	-
Natureza	Negativa	Negativa	-
Duração	Permanente	Permanente	-
Incidência	Direta	Direta	-
Prazo de ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	-
Temporalidade	Até 5 anos	Superior a 15 até 30 anos	Até 5 anos
Reversibilidade	Reversível	Reversível	-
Abrangência	Local	Local	-
Importância	Alta	Média	-
Magnitude	Alta	Média	-
Significância	Alta	Média	-

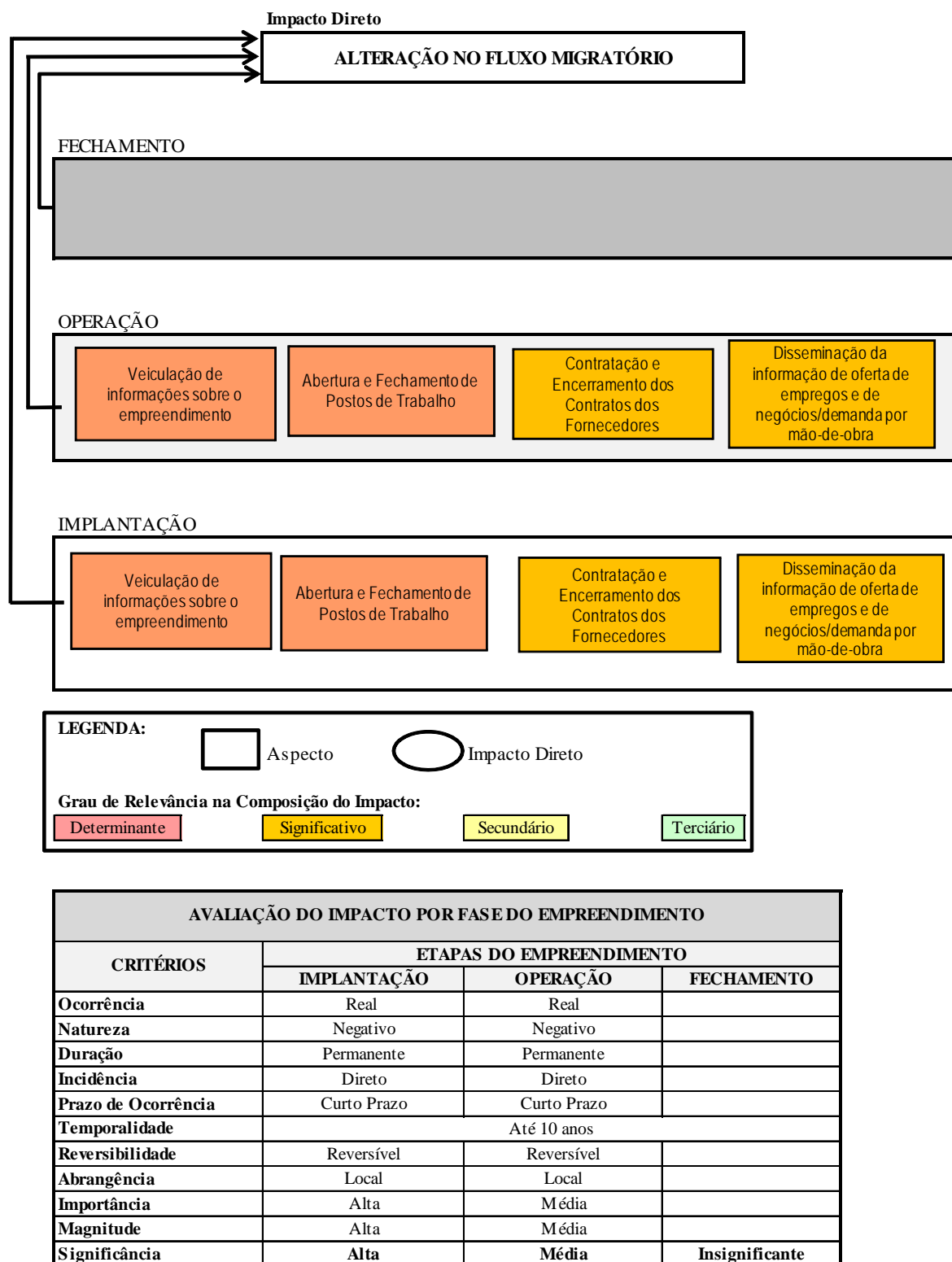


FIGURA 12.2.49 – Avaliação do impacto de Alteração do Fluxo Migratório

Alteração nas Condições de Vulnerabilidade Social e de Ocupação Irregular

O impacto alteração nas condições de vulnerabilidade social e de ocupação irregular decorre do impacto de alteração do fluxo migratório, sendo, portanto, um impacto indireto que se manifestará nas etapas de instalação e operação do empreendimento.

A divulgação da futura implantação de um projeto do porte e com as características do Projeto Alemão, mesmo que por meio de canais informais de comunicação, desperta a atração de pessoas em busca de oportunidades de trabalho e renda, bem como de melhores condições de vida.

Na etapa de instalação, o projeto exige a mobilização de trabalhadores e a contratação de empresas que se responsabilizam pelo fornecimento de insumos e serviços, atraindo pessoas da região e de outras partes do país para ocupar os postos de trabalho gerados.

Habitualmente, essa atração migratória traz, em seu bojo, uma parcela de pessoas sem o perfil adequado para participar diretamente do processo, como trabalhadores. O fato de que em geral imigrantes com a mencionada característica provêm de regiões em que as condições socioeconômicas são mais precárias do que as do local de destino se alia à sua dificuldade para obter emprego e renda. Devido a essa dificuldade, é comum que se alojem de forma inadequada.

Sua instalação na sede urbana de Parauapebas e nas vilas próximas ao empreendimento, às vezes com a família, irá exercer pressão sobre serviços públicos, como habitação, segurança, saúde, abastecimento de água, coleta de resíduos sólidos e esgotamento sanitário, educação e outros, muitos dos quais já não respondem adequadamente à demanda atual, conforme explicitado no diagnóstico antes apresentado.

A demanda por habitação tende a gerar o surgimento de áreas de ocupação irregular, ao passo que a falta de emprego e renda conduz à busca de atividades informais e até irregulares para a sobrevivência. Tal fato traz, assim, um contexto de vulnerabilidade social para o novo espaço de residência, como o aumento do trabalho infantil, da prostituição e da violência, aspectos que, por sua vez, tendem a se associar a outras questões sociais, como o tráfico de drogas.

Em decorrência do que foi apresentado, o impacto é avaliado como real, pois está inseparavelmente ligado à atração migratória causada pela veiculação de informações sobre o empreendimento. Sua natureza é negativa, devido aos efeitos adversos que traz para a região analisada. É permanente, pois ocorrerá durante toda a etapa. Possui incidência indireta, pois decorre do impacto de alteração do fluxo migratório. É irreversível, porque mesmo que o fluxo migratório diminua, muitas pessoas permanecerão na área de estudo, que oferece melhores condições de vida do que os locais de origem dos migrantes. Dessa forma, as situações de vulnerabilidade social e a ocupação irregular permanecerão existindo, após encerradas as atividades de instalação do empreendimento. O impacto acontecerá no curto prazo, imediatamente após o início da atividade de geração de empregos, e possui abrangência local, ocorrendo na sede urbana de Parauapebas devido à maior facilidade de acesso, aliada à infraestrutura urbana de que dispõe, e nas vilas Sanção e Paulo Fonteles devido à sua proximidade com o empreendimento.

Na implantação, o impacto é de alta importância, porque traz problemas relevantes para as áreas consideradas. Sua magnitude também é alta, tendo em vista o elevado número esperado de

migrantes, em especial aqueles sem o perfil adequado para sua absorção pelo mercado de trabalho. Portanto, o impacto possui alta significância.

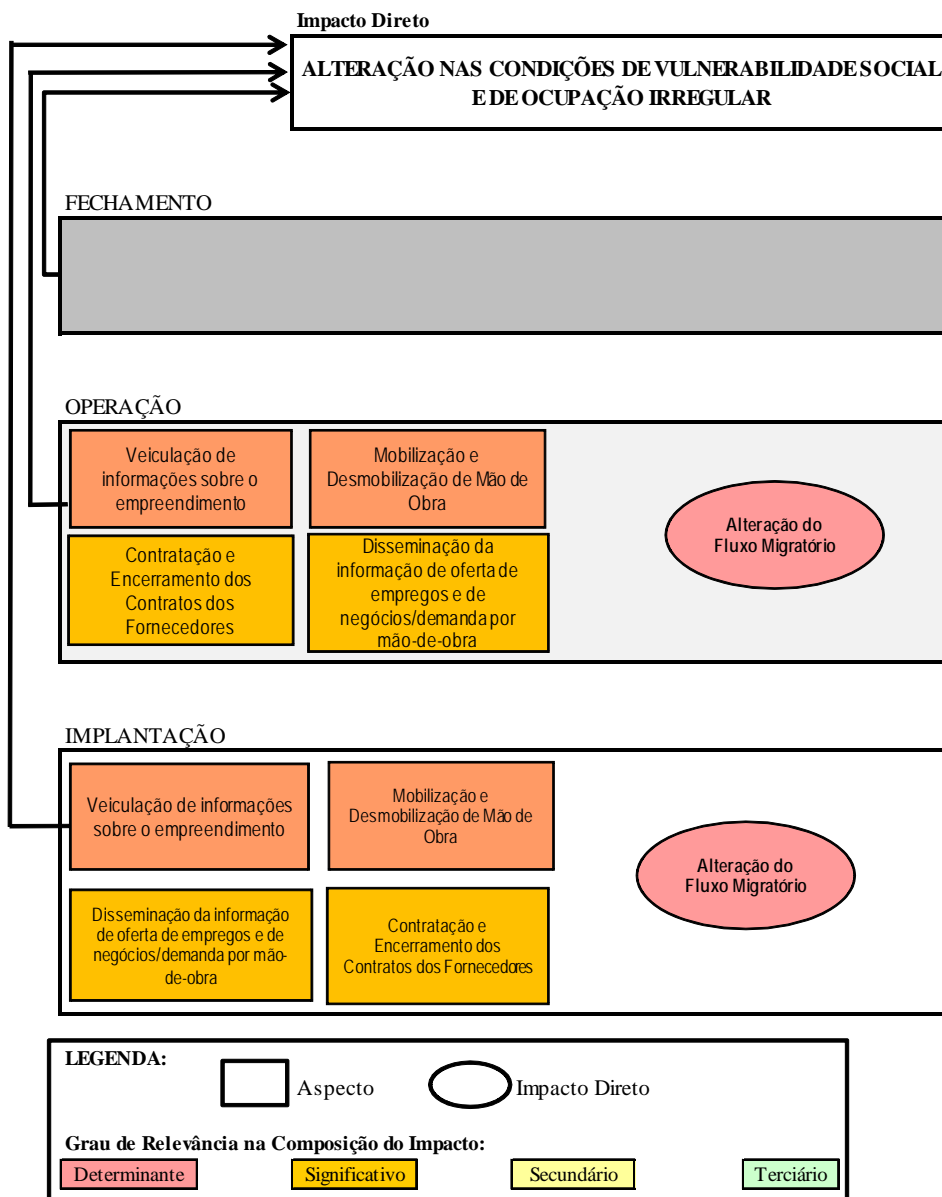
Na etapa de operação, o impacto tem média importância e média magnitude, pois nela também ocorre o efeito da instalação de pessoas em situações de vulnerabilidade social e de ocupação irregular, embora em menor escala e com maior qualificação. Sua significância, portanto, também é avaliada como média.

Durante a etapa de fechamento, avalia-se que o impacto será insignificante, pois a informação do término do empreendimento se constitui em um fator desmotivador do deslocamento das pessoas em direção à região do empreendimento.

Para controlar os efeitos do impacto alteração nas condições de vulnerabilidade social e de ocupação irregular, deverá ser implementado o Programa de Acompanhamento da Migração, contando com ações de Comunicação nas áreas de estudo e nos locais de origem dos migrantes, além de abordagem, orientação e acompanhamento dos recém-chegados para desestimular sua permanência, caso não se incorporem ao mercado de trabalho da área.

Na Tabela a seguir, é apresentada a síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento.

Impacto: Alteração nas Condições de Vulnerabilidade Social e de Ocupação Irregular			
Critérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	-
Natureza	Negativa	Negativa	-
Duração	Permanente	Permanente	-
Incidência	Indireta	Indireta	-
Prazo de ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	-
Temporalidade	Até 5 anos	Superior a 15 até 30 anos	Até 5 anos
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	-
Abrangência	Local	Local	-
Importância	Alta	Média	-
Magnitude	Alta	Média	-
Significância	Alta	Média	-



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	
Natureza	Negativo	Negativo	
Duração	Permanente	Permanente	
Incidência	Direto	Direto	
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	
Temporalidade	Até 10 anos		
Reversibilidade	Reversível	Reversível	
Abrangência	Local	Local	
Importância	Alta	Média	
Magnitude	Alta	Média	
Significância	Alta	Média	Insignificante

FIGURA 12.2.50 – Avaliação do impacto de Alteração nas Condições de Vulnerabilidade Social e de Ocupação Irregular

Alteração na infra-estrutura básica

O impacto alteração na infra-estrutura básica ocorrerá nas fases de instalação, operação e fechamento do Projeto Alemão. Ele é indireto e decorre do impacto alteração no fluxo migratório.

Na fase de implantação, o aumento do citado fluxo migratório e o conseqüente incremento populacional ocasionam pressão sobre a infra-estrutura básica (habitação, rede de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, coleta de resíduos sólidos, infra-estrutura viária). Isto porque a demanda aumenta rapidamente e o município necessita de tempo para adequar a estrutura existente às novas necessidades, além do fato de que os impostos gerados pelo empreendimento demoram o tempo devido para chegar à municipalidade.

Especificamente em relação ao sistema viário, ocorrerá pressão sobre a infra-estrutura existente, devido ao aumento do fluxo de caminhões e de ônibus necessários para a consecução das atividades do empreendimento.

O impacto deverá ter maior repercussão na sede urbana de Parauapebas e nas vilas Sanção e Paulo Fonteles, pois se estima que tais locais serão alvo da migração, elevando a demanda sobre a infra-estrutura básica.

A instalação de alojamentos para a residência dos empregados ajuda a minimizar o efeito da alteração na infra-estrutura básica, pois evita que os trabalhadores se instalem na cidade mais próxima e recorram a ela e aos serviços disponíveis. Entretanto, o impacto continuará existindo, em função da migração de pessoas, inclusive das famílias dos empregados do empreendimento.

Dessa forma, o impacto alteração nas condições da infra-estrutura básica é real, pois está inseparavelmente ligado à atração migratória causada pela veiculação de informações sobre o empreendimento. Tem caráter negativo, por trazer efeitos adversos para a região analisada. É permanente, tendo em vista que ocorrerá durante toda a etapa. Sua incidência é indireta, porque decorre do impacto de alteração do fluxo migratório. Ele é irreversível, porque, mesmo que o fluxo migratório diminua, muitas pessoas permanecerão na área de estudo, pois Parauapebas oferece melhores condições de vida do que os locais de origem dos migrantes. Assim, as situações de pressão sobre a infra-estrutura permanecerão existindo, mesmo depois de encerradas as atividades de implantação do Projeto Alemão. Sua abrangência é local, pois não se manifesta de forma significativa fora dessa área de estudo.

Na etapa de implantação, é esperado um elevado fluxo migratório para Parauapebas e para as vilas Sanção e Paulo Fonteles, que trará problemas relevantes para a qualidade ambiental da região; portanto, o impacto é avaliado como de alta importância e de alta magnitude. Sua significância também é alta.

Na etapa de operação, embora ocorra uma diminuição do fluxo migratório e do número de trabalhadores, o impacto ainda caracteriza alterações na qualidade ambiental da região analisada, sendo avaliado como de média importância e de média magnitude. Assim, considerando-se o conjunto de critérios avaliados, nessa etapa ele possui média significância.

Na etapa de fechamento, apesar da diminuição do fluxo migratório em direção à área em estudo, parte dos migrantes permanece nas localidades, mantendo a pressão sobre a infra-estrutura básica, mesmo que de forma atenuada. Assim, nessa etapa, o impacto é avaliado como de baixa

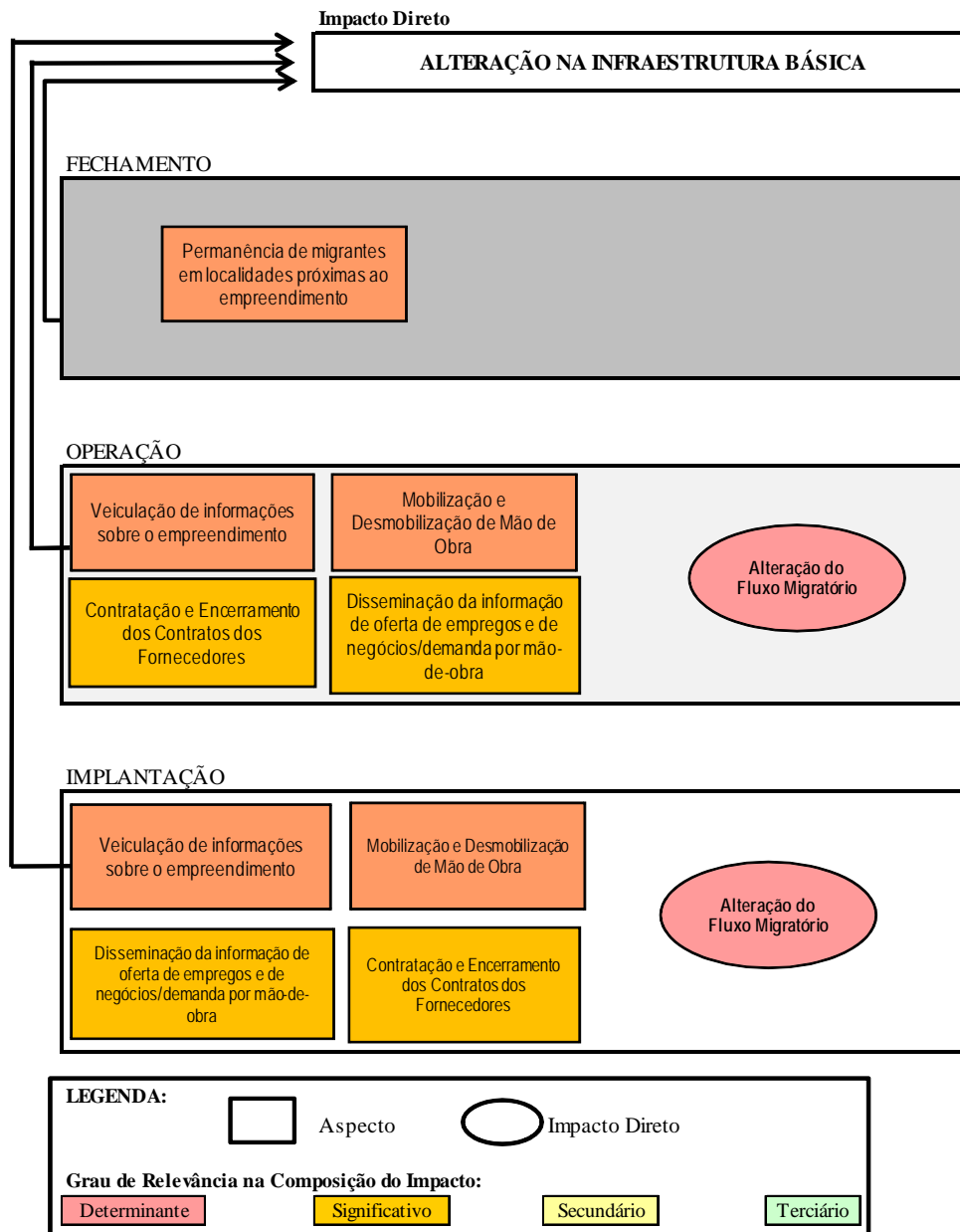
importância e de baixa magnitude, pois não acarretará alterações significativas na área. Portanto, sua significância também é baixa.

Para controlar o impacto descrito, será necessário implantar o Programa de Acompanhamento da Migração, contando com ações de comunicação nas áreas de estudo e nos locais de origem dos migrantes, além da abordagem dos recém-chegados para desestimular sua permanência, caso não se incorporem ao mercado de trabalho local.

Também será necessário implementar o Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos, com o objetivo de medir as alterações nas diversas áreas sujeitas ao efeito do impacto. Se forem verificadas alterações significativas, deverão ser planejadas ações para minimizar suas consequências.

Na Tabela a seguir, é apresentada a síntese da avaliação desse impacto para cada fase do empreendimento.

Impacto: Alteração na Infra-Estrutura Básica			
Crítérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Indireta	Indireta	Indireta
Prazo de ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	Até 5 anos	Superior a 15 até 30 anos	Até 5 anos
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Média	Baixa
Magnitude	Alta	Média	Baixa
Significância	Alta	Média	Baixa



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativo	Negativo	Negativo
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Indireto	Indireto	Indireto
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Temporalidade	Até 10 anos		
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Média	Baixa
Magnitude	Alta	Média	Pequena
Significância	Alta	Média	Baixa

FIGURA 12.2.51 – Avaliação do impacto de Alteração nas Infraestrutura Básica

Comprometimento de bens constituintes do patrimônio arqueológico nacional

Na avaliação dos impactos do Projeto Alemão sobre o patrimônio arqueológico, três pressupostos foram considerados:

- o fato de que os bens arqueológicos constituem recursos culturais finitos e não renováveis;
- o fato de que o patrimônio arqueológico não se restringe a vestígios culturais, como artefatos, estruturas, áreas de atividades, etc., mas também a partes do ambiente que foram usadas ou modificadas pelo homem no passado ou que podem ajudar a compreender as relações entre o homem e o ambiente no passado. Consideram-se bens arqueológicos também as ligações espaciais entre os materiais num sítio, entre sítios e entre os sítios e o meio-ambiente;
- o fato de que os sítios arqueológicos identificados no EIA do empreendimento, por métodos de campo extensivos e não interventivos, apenas indicam o potencial arqueológico da área de estudo, não correspondendo à totalidade dos sítios arqueológicos que podem existir na área.

Para melhor compreensão dos impactos do empreendimento ao patrimônio arqueológico regional, é interessante explicitar os conceitos implícitos aos termos técnicos empregados:

- Ao conjunto de vestígios culturais concentrados e estruturados num espaço delimitado, dá-se o nome de sítio arqueológico. Os sítios arqueológicos, no caso em estudo, podem encontrar-se aflorados em superfície ou enterrados no solo, total ou parcialmente, em profundidades variáveis.
- Aos elementos materiais que compõem o sítio arqueológico, denomina-se vestígios arqueológicos e ao espaço em que se encontrado implantado o sítio arqueológico denomina-se entorno do sítio. Tanto os sítios, como os vestígios que os compõem e seus entornos constituem bens arqueológicos.
- O(s) território(s) de captação de recursos dos antigos ocupantes do(s) sítio(s) arqueológicos, juntamente com o conjunto dos bens arqueológicos da região, constituem o contexto arqueológico regional.
- Por impactos do empreendimento sobre os recursos arqueológicos regionais, entende-se qualquer alteração que uma obra projetada possa vir a causar sobre os bens arqueológicos e seu contexto territorial, impedindo que o legado das gerações passadas seja usufruído pelas gerações presentes e futuras.
- Portanto, a única medida mitigadora dos impactos do empreendimento sobre os recursos arqueológicos regionais é fornecer as condições necessárias à produção de conhecimento científico sobre os processos culturais ocorridos na área em tempos passados e, assim, sua incorporação à memória nacional. No entanto, a medida não reverte o impacto direto mais importante, que é a destruição dos bens arqueológicos.

Com base nos pressupostos e conceitos acima identificados e interrelacionando os resultados do diagnóstico arqueológico elaborado com os fatores geradores de impactos, foram identificados os tipos de comprometimento que podem sofrer os bens arqueológicos com a implantação do Projeto Alemão. A tabela a seguir define os tipos de comprometimento que os bens arqueológicos podem sofrer com a implantação do Projeto Alemão.

Tipo de comprometimento	Definição
Destruição, total ou parcial, de sítios arqueológicos	Ocorrência de ações que levem à depredação ou à profunda desestruturação espacial e estratigráfica de antigos assentamentos, pré-históricos ou históricos, subtraindo-os à memória nacional.
Descaracterização do entorno de sítios arqueológicos	Ocorrência de ações que alterem fisicamente a área de implantação dos sítios. Esta alteração dificulta e às vezes até mesmo inviabiliza inferências científicas que expliquem os motivos pelos quais determinados ambientes foram escolhidos por seus habitantes para seus assentamentos, em detrimento de outros.
Eliminação de bens constituintes de sistemas sócio culturais pretéritos	Sítios arqueológicos não são entidades isoladas, mas componentes de um sistema sociocultural não mais atuante, onde as partes interagem entre si. Assim, a cada sítio arqueológico degradado ou desaparecido, oblitera-se um dos elementos que permitiriam compreender a articulação do sistema, prejudicando a compreensão do sistema como um todo e do papel de cada elemento nesse todo. Este é um impacto que ocorre na AII do empreendimento, onde se encontram os demais bens arqueológicos componentes de sistemas socioculturais pretéritos, que não serão fisicamente atingidos pelo empreendimento, mas terão sua interpretação e conseqüente geração de conhecimento prejudicada.

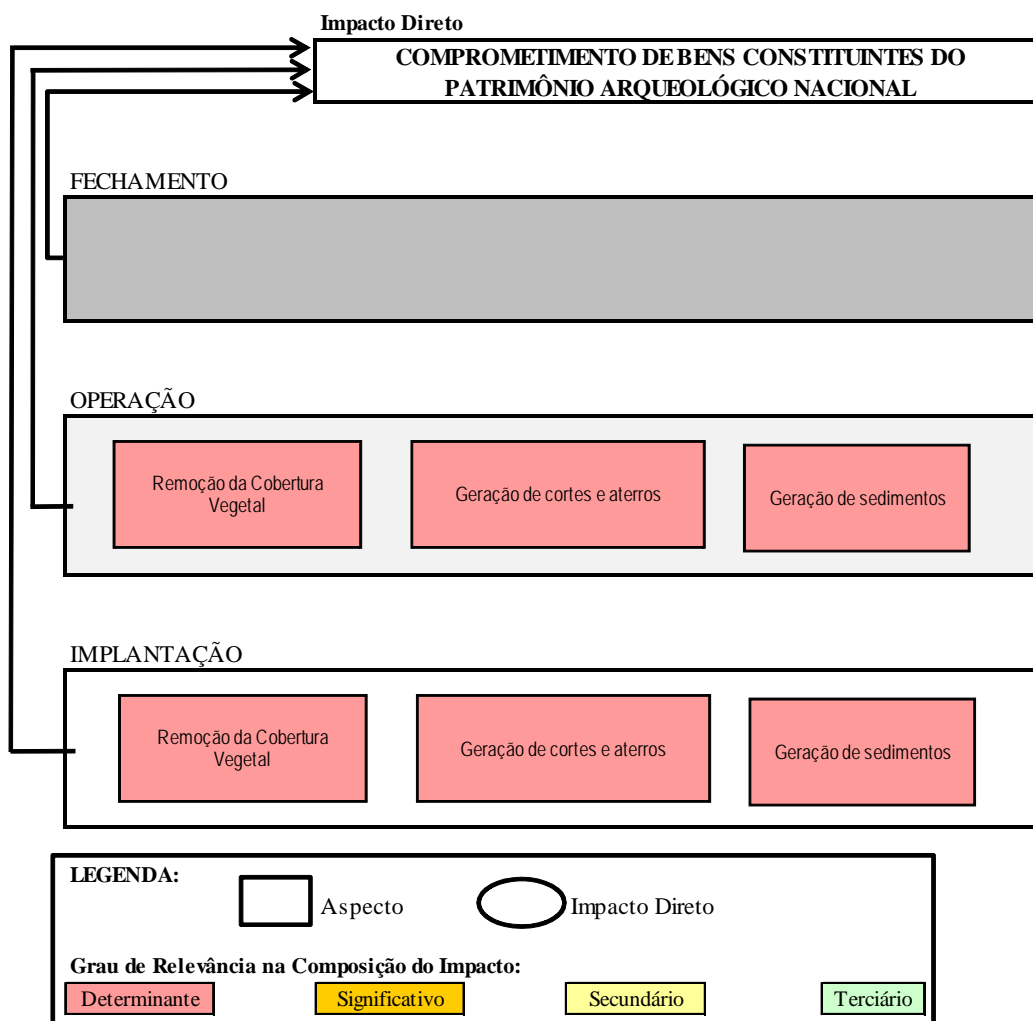
O comprometimento de bens constituintes do patrimônio arqueológico ocorre na fase de implantação do empreendimento, sendo que os principais impactos físicos (destruição, total ou parcial, de sítios arqueológicos e descaracterização do entorno de sítios arqueológicos) ocorre essencialmente na área diretamente afetada do empreendimento, podendo eventualmente estender-se no entorno dessa área. O impacto contextual (eliminação de bens constituintes de sistemas socioculturais pretéritos) tem alcance regional.

As estruturas, aspectos e atividades potencialmente geradoras do impacto são a seguir identificados.

1. Tipo de comprometimento: Destruição, total ou parcial, de sítios arqueológicos Estruturas: Área de Empréstimo e Agregados; Acessos ao Projeto; Canteiro de Obras e Pátios; Alojamento; Sistema de Transmissão de Energia Elétrica e Estrada Pojuca. Aspectos: Supressão de habitats; Geração de sedimentos; Geração de cortes e aterros. Atividades: Supressão de vegetação; Obras Civis; Terraplenagem; Corte e Aterro.
2. Tipo de comprometimento: Descaracterização do entorno de sítios arqueológicos Estruturas: Área de Empréstimo e Agregados; Acessos ao Projeto; Canteiro de Obras e Pátios; Alojamento; Sistema de Transmissão de Energia Elétrica. Aspectos: Supressão de habitats; Geração de sedimentos; Geração de cortes e aterros. Atividades: Supressão de vegetação; Obras Civis; Terraplenagem; Corte e Aterro.
3. Tipo de comprometimento: Eliminação de bens constituintes de sistemas socioculturais pretéritos. Estruturas: Todas as estruturas que demandam obras civis, alterando a paisagem. Aspectos: Supressão de habitats; Geração de sedimentos; Geração de cortes e aterros. Atividades: Supressão de vegetação; Obras Civis; Terraplenagem; Corte e Aterro.

A classificação do impacto que ocorre na fase de instalação do empreendimento pode ser vista na tabela seguinte.

Impacto: Comprometimento de Bens Constituintes do Patrimônio Arqueológico Nacional			
Crítérios	Etapa do Empreendimento		
	Instalação	Operação	Fechamento
Ocorrência	Real		
Natureza	Negativa		
Duração	Permanente		
Incidência	Direta e indireta		
Prazo de ocorrência	Curto		
Temporalidade	Superior a 30 anos		
Reversibilidade	Irreversível		
Abrangência	Local		
Importância	Alta importância		
Magnitude	Alta		
Significância	Alta		



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	
Natureza	Negativo	Negativo	
Duração	Temporária	Temporária	
Incidência	Direta	Direta	
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	
Temporalidade	Superior a 30 anos		
Reversibilidade	Irreversível		
Abrangência	Local	Local	
Importância	Alta	Alta	
Magnitude	Alta	Alta	
Significância	Alta	Alta	

FIGURA 12.2.52 – Avaliação do impacto de comprometimento de bens CONSTITUINTES do patrimônio arqueológico nacional.

13. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

A área de influência de impactos de um dado empreendimento é definida na Resolução Conama No. 1, de 23 de janeiro de 1986, como um espaço geográfico a ser direta ou indiretamente afetado por suas ações nas diferentes etapas do processo, ou seja, implantação, operação e fechamento.

Essa definição leva em consideração as características locais e regionais da área de abrangência e os reflexos resultantes das interações do empreendimento com o meio em que se insere e, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza.

Portanto, para definição da área de influência dos impactos do empreendimento foram considerados os seguintes conceitos:

- Área Diretamente Afetada (ADA): corresponde às áreas a serem construídas e ocupadas pelo empreendimento.
- Área de Influência Direta (AID): compreende a área a ser diretamente afetada pelos impactos diretos decorrentes da implantação, operação e fechamento do empreendimento;
- Área de Influência Indireta (AII): é a área onde irão refletir os impactos indiretos decorrentes da implantação, operação e fechamento do empreendimento.

De acordo com os conceitos explicitados, foram propostos os limites das áreas de influência direta (AID) e indireta (AII) para os impactos do empreendimento, baseando-se na avaliação de impactos ambientais realizada no âmbito do Estudo de Impacto Ambiental para o Projeto Alemão.

13.1 Áreas de Influência dos Impactos sobre o Meio Físico

As áreas de influência dos impactos sobre o meio físico possuem delimitações diferentes em função do impacto ambiental considerado ou do tema objeto de análise. Do ponto de vista geomorfodinâmico, os impactos se concentram nas áreas de intervenção e com possibilidades de alcançar áreas de entorno muito próximas àquelas que originaram o impacto.

Em relação à dinâmica hídrica, a Área de Influência Direta pode ser definida pelos limites das sub-bacias do igarapé Bahia, incluindo o igarapé Alemão, e a região de cabeceira do igarapé Ceará, e como Áreas de Influência Indireta o trecho do igarapé Bahia, até a confluência com o ribeirão Águas Claras, e a sub-bacia do igarapé Ceará.

Em relação ao tema qualidade das águas, considerou-se como Área de Influência Direta – AID a área formada pelos seguintes limites:

- sub-bacia do igarapé Alemão;
- sub-bacia do igarapé Bahia;
- cabeceiras do igarapé Ceará;
- primeiros trechos de drenagem da área da estrada Pojuca.

A Área de Influência Indireta foi definida como sendo a área entre a AID e os seguintes limites:

- sub-bacia do igarapé Ceará;
- principais drenagens da área da estrada Pojuca;
- sub-bacia do ribeirão Águas Claras, a partir do igarapé Porco até a foz no rio Itacaiúnas.

Destaca-se que, em relação à qualidade das águas, é esperada na fase de operação uma redução das áreas de influência direta e indireta, principalmente em relação às áreas de influência associadas às intervenções para adequação da estrada Pojuca.

Em relação à qualidade do ar, a área de estudo de 1.600 km² (representada pelo quadrante formado pelas coordenadas UTM 577.376/9.362.949 e 517.321/9.303.217), destinada à avaliação da extensão e magnitude dos impactos atmosféricos do empreendimento, mostrou-se suficiente para seus propósitos, uma vez que as plumas de dispersão modeladas para cada poluente analisado ficaram restritas ao perímetro delimitado. Desta forma, considera-se, de maneira conservadora, esse limite como Área de Influência Indireta – AII.

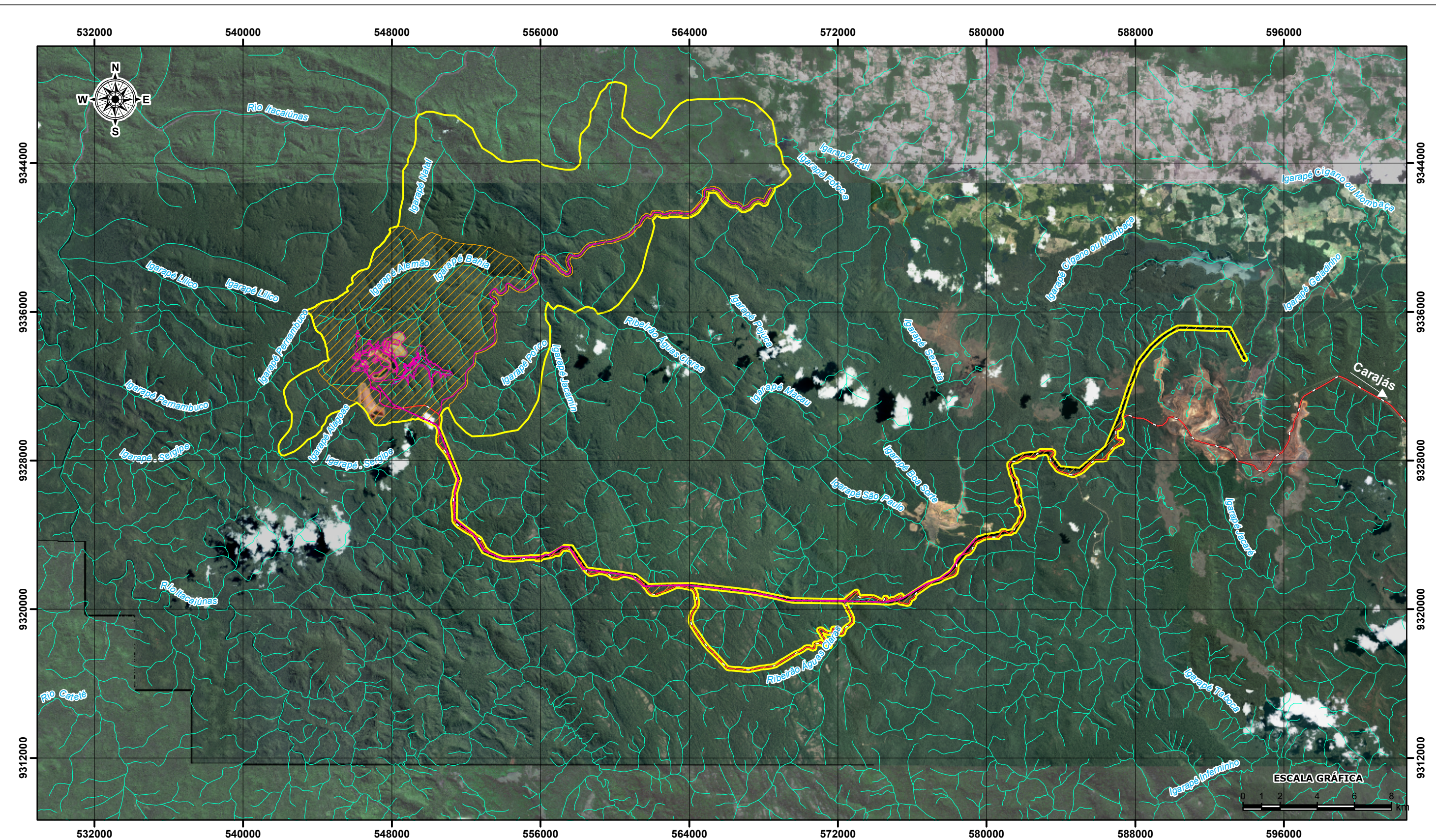
A análise dos resultados da modelagem de dispersão atmosférica, em pontos discretos localizados a cerca de 3,0km do empreendimento, apontam para concentrações de poluentes dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. Desta forma, para os impactos sobre a qualidade do ar, definiu-se a Área de Influência Direta – AID do empreendimento como um perímetro externo ao limite operacional do Projeto Alemão com um raio de 3,0km.

Em relação à alteração dos níveis acústicos concluiu-se que a Área de Influência Direta desse impacto pode ser delimitada como sendo o perímetro num raio de 500 metros no entorno da área operacional do empreendimento. Já para a Área de Influência Indireta, os limites podem ser definidos como um perímetro externo num raio de 1000m da área operacional do empreendimento.









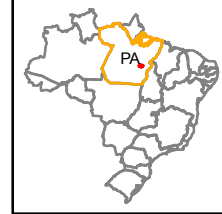
Para estrada Pojuca, a área de influência direta para a alteração dos níveis acústicos pode ser delimitada como o perímetro externo delimitado por um raio de 250 metros a partir do eixo da via, e em relação a área de influência indireta, esse limite pode ser delimitado por um raio de 500 metros.

A partir da avaliação das características do impacto de alteração dos níveis de vibração ambiental, conclui-se que a Área de Influência Direta pode ser delimitada como sendo a área ocupada pelas estruturas do empreendimento somada à área de subsidência e seu respectivo perímetro de segurança. Já para Área de Influência Indireta, os limites podem ser definidos como um perímetro externo num raio de 500m das estruturas do empreendimento.

Apesar das diferenças entre temas e impactos considerados sobre o meio físico, para representação gráfica da área de influência para os impactos ambientais desse meio, adotou-se no presente estudo os limites definidos para os impactos sobre a qualidade da água, por estarem diretamente relacionados ao conceito de bacia hidrográfica, principal unidade espacial adotada para a delimitação das áreas de estudo e pelo fato dos limites englobarem a maioria dos impactos descritos para o meio físico. Na **Figura 13.1.1** é apresentada a delimitação dessas Áreas de Influência. Destaca-se que apesar da adoção dessa representação gráfica, para cada impacto devem ser considerados os limites específicos apresentados, principalmente para aqueles relacionados ao recurso ar (qualidade do ar e ruídos).



Fonte: Imagens SPOT - 2008 e Ikonos - 2008, fornecidas pela Vale.

<p align="center">CONVENÇÕES</p>	<p align="center">LOCALIZAÇÃO E DADOS TÉCNICOS</p>									
<ul style="list-style-type: none">  Estrada de Acesso ao Igarapé Bahia  Linha de transmissão  Curso d'água  Área Diretamente Afetada (ADA)  Área de influência Direta (AID)  Área de Influência Indireta (AII) 	 <p align="center"> PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR MERIDIANO CENTRAL: 51° WGR DATUM HORIZONTAL: SAD 69 </p>		<p>Parauapebas(PA) / Projeto Alemão</p> <p>ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL</p> <p>Figura 13.1.1</p> <p>Áreas de Influência do Meio Físico do Projeto Alemão</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">EXECUTADO POR: JF</td> <td style="width: 33%;">ESCALA: 1:200.000</td> <td style="width: 33%;">DATA: Maio/2010</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">REVISÃO: 00/JR</td> </tr> </table>			EXECUTADO POR: JF	ESCALA: 1:200.000	DATA: Maio/2010		
EXECUTADO POR: JF	ESCALA: 1:200.000	DATA: Maio/2010								
		REVISÃO: 00/JR								

S:\Sig\2008\5-Ciente CVRD\089_515_50123-Produto\1-Originals\RT-019_089-515-5012_00-JFIGURA_13_1_1_Areas_Influencia_MF_A3.mxd

13.2 Áreas de Influência dos Impactos sobre o Meio Biótico

Para o meio biótico, considerou-se como Área de Influência Direta – AID a área formada pelos seguintes limites:

- sub-bacia do igarapé Alemão;
- sub-bacia do igarapé Bahia;
- cabeceiras dos cursos de água de primeira ordem formadores do igarapé Ceará.

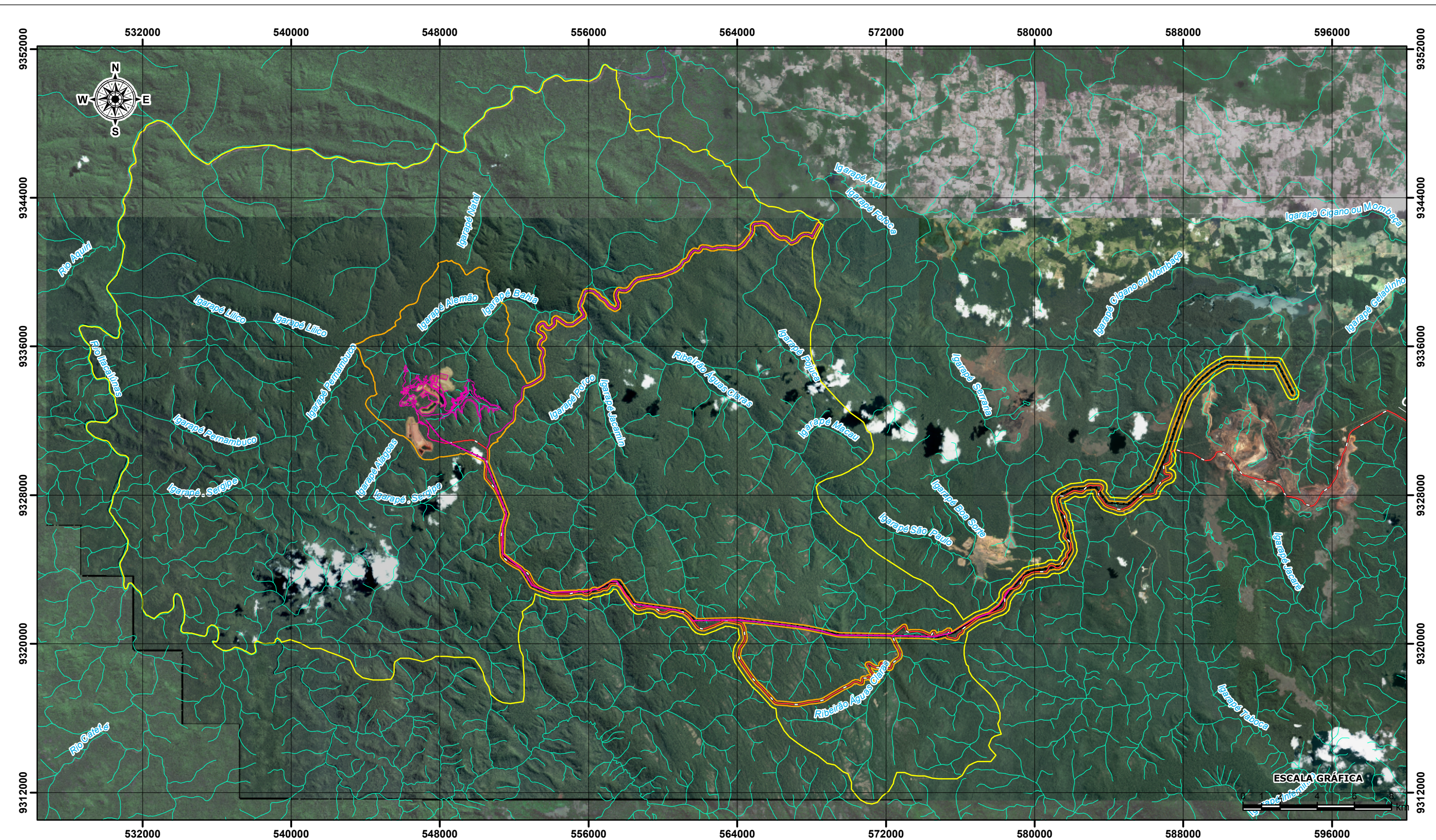
No caso das estruturas lineares que compõem o projeto, estrada Pojuca e Linha de Transmissão, o limite da Área de Influência Direta foi definido como sendo uma área delimitada por um raio de 100 metros a partir do eixo central da pista de rolamento da estrada e da faixa de servidão da Linha de Transmissão.

Em relação à área de influência indireta (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 por um raio de 150 metros a partir da AID estabelecida para a estrada Pojuca e para a Linha de Transmissão.

Essas áreas foram definidas considerando a avaliação dos impactos ambientais identificados sobre o meio biótico e a delimitação baseou-se na avaliação das áreas onde os impactos incidirão de forma mais intensa (AID) e até onde se espera que a matriz florestal amortecerá os efeitos de menor intensidade desses impactos (AII).

A **Figura 13.2.1** apresenta os limites espaciais para cada uma das áreas de influência do meio biótico para a Mina do Alemão.



Fonte: Imagens SPOT - 2008 e Ikonos - 2008, fornecidas pela Vale.

CONVENÇÕES	
	Estrada de Acesso ao Igarapé Bahia
	Linha de transmissão
	Curso d'água
	Área Diretamente Afetada (ADA)
	Área de Influência Direta (AID)
	Área de Influência Indireta (AI)

LOCALIZAÇÃO E DADOS TÉCNICOS

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 MERIDIANO CENTRAL: 51° WGR
 DATUM HORIZONTAL: SAD 69

Parauapebas(PA) / Projeto Alemão ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL			
Figura 13.2.1 Áreas de Influência do Meio Biótico do Projeto Alemão			
EXECUTADO POR:	JF	ESCALA:	1:200.000
DATA:	Maio/2010	REVISÃO:	00/JR

S:\Sig\2008\5-Cliente CVRD\089_515_50123-Produto\1-Originals\RT-019_089-515-5012_00-JFIGURA_13_2_1_Areas_Influencia_MB_A3.mxd

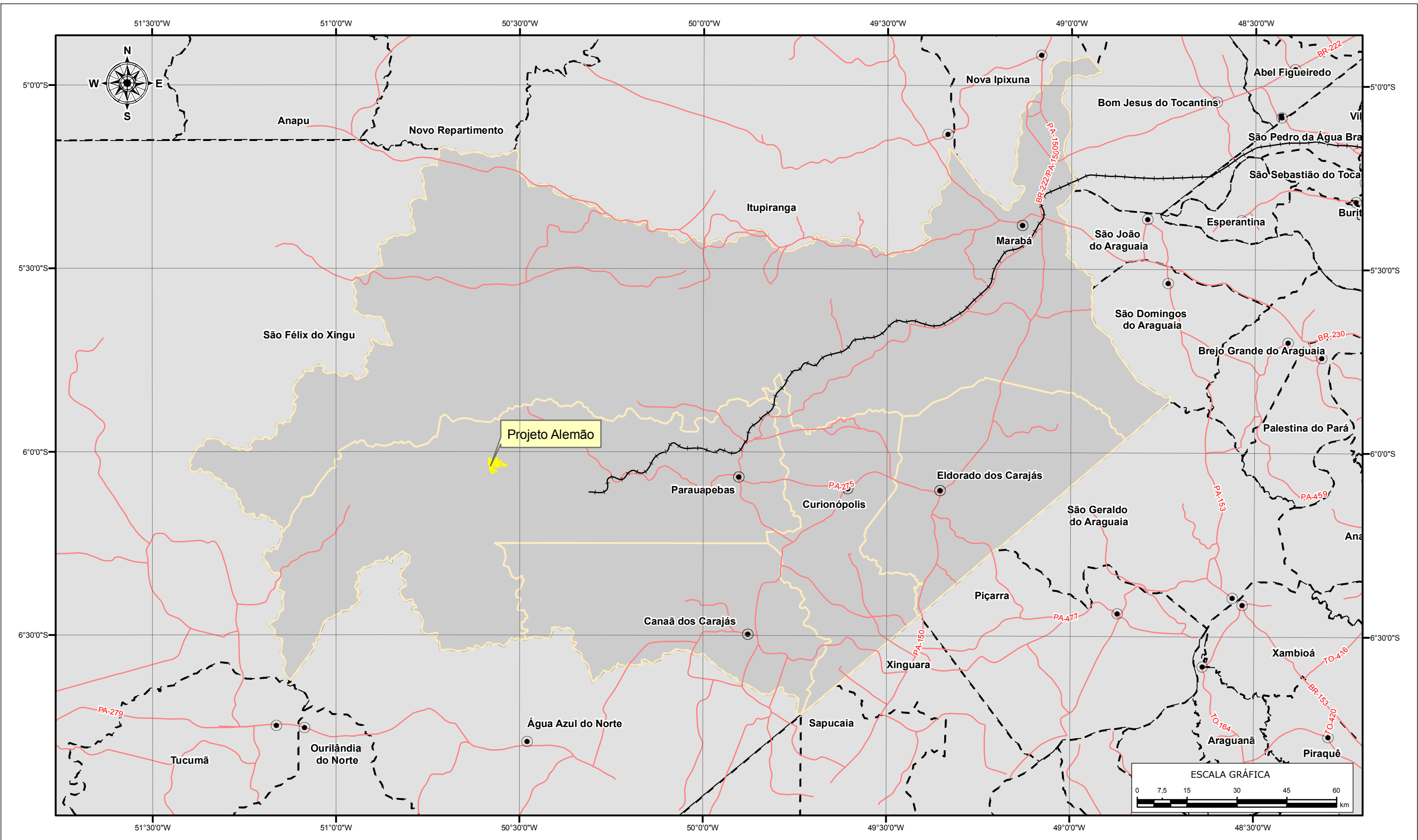
13.3 Área de Influência dos Impactos sobre o Meio Socioeconômico

Segundo a avaliação de impacto ambiental, a área de influência direta – AID dos impactos sobre o meio socioeconômico compreende o território do município de Parauapebas, conforme se visualiza na Figura 13.3.1.

A Área de Influência Indireta – AII dos impactos para o meio socioeconômico foi considerada como sendo o território compreendido pelos municípios de: Marabá, Canaã dos Carajás, Curionópolis e Eldorado do Carajás (**Figura 13.3.1**).

Os municípios da área de influência indireta considerada mantêm relações entre si, bem como com o município da área de influência direta, favorecidas pela malha viária existente, pelas atividades econômicas desenvolvidas e pelos serviços polarizados pelos núcleos urbanos de maior porte, quais sejam Marabá e Parauapebas.

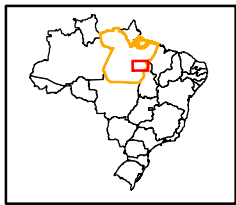
Esses fatores favorecem a circulação da população, tanto em busca de oportunidades de trabalho e renda quanto de facilidades urbanas. Assim, as relações de suas atividades econômicas, em especial as ligadas aos empreendimentos minerários, fazem com que os impactos positivos e negativos do Projeto Alemão possam se refletir em todos eles, ainda que com maior ou menor intensidade.



CONVENÇÕES

- Sede Municipal
- +++ Ferrovia
- Rodovia/Estrada
- Áreas de Influência do Meio Socioeconômico
- Limite Municipal

LOCALIZAÇÃO E DADOS TÉCNICOS



SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM HORIZONTAL: SAD 69



Parauapebas(PA) / Projeto Alemão

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Figura 13.3.1
Áreas de Influência do Meio Socioeconômico

EXECUTADO POR:
JAF

ESCALA:
1:1.100.000

DATA:
Maio/2010

REVISÃO:
00/PJ

14. ANÁLISE DE RISCO

14.1 Análise Histórica de Acidentes

Este capítulo apresenta os resultados da análise histórica realizada visando à identificação das tipologias de acidentes ocorridos em minas. A **Tabela 14.1.1** apresenta uma síntese dos principais acidentes em minas registrados pelo National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) nos Estados Unidos. As principais tipologias de acidentes registrados são:

- explosões;
- incêndios;
- desmoronamentos;
- acidentes no transporte de trabalhadores.

TABELA 14.1.1

ACIDENTES EM MINAS NOS ESTADOS UNIDOS

Ano	Mina	Local	Tipo
1869	Kentucky-Yellow Jacket (ouro)	Gold Hill, NV	Incêndio
1873	Yellow Jacket (ouro)	Gold Hill	Incêndio
1874	Phoenix (cobre)	Phoenix	Explosão de dinamite
1879	Tioga (ouro)	Bodie	Acidente no transporte de trabalhadores
1881	Belmont (cobre)	Belmont	Incêndio
1884	Gouverneur (mármore)	Gouverneur, NY	Explosão de caldeira
1885	Bull Domingo (prata e ouro)	Silver Cliff	Explosão de dinamite
1889	Neversweat-St. Lawrence (cobre)	MT	Incêndio
1891	Gould & Curry	NV	Incêndio
1893	Sheldon Quarry (mármore)	West Rutland, NV	Queda de teto
1893	Silver Bow N° 2 (cobre)	Butte, MT	Incêndio
1893	Red Jacket Shaft	Calumet	Acidente no transporte de trabalhadores
1893	Mansfield (ferro)	Crystal Falls	Inundação
1895	Old Abe (ouro)	White Oaks	Incêndio
1895	Sleepy Hollow (ouro)	Sleepy Hollow, CO	Inundação
1895	Osceolo (cobre)	Calumet	Incêndio
1895	Belgian (ouro)	Leadville	Explosão de dinamite
1896	Anna Lee (ouro)	El Paso County, CO	Desmoronamento
1896	Hope (ouro)	MT	Incêndio
1896	St. Lawrence (cobre)	MT	Explosão
1901	Chapin (ferrp)	Miami	Explosão de dinamite
1901	Smuggler-Union (ouro e prata)	Pandora, CO	Incêndio
1902	Park-Utah	Park City, UT	Asfixia devido a poeira
1903	Kearsarge (ouro)	MT	Incêndio
1904	Stratton's Independence (ouro)	Victor	Acidente no transporte de trabalhadores
1905	Cora (cobre)	Butte	Detonação de explosivos
1910	Alaska-Mexican (ouro)	AK	Explosão
1910	Limestone Quarry (calcário)	Nazareth, PA	Explosão
1910	Union Quarry (calcário)	Devils Slide	Explosão
1910	Lehigh Quarry (calcário)	West Coplay	Explosão
1910	Richard (ferro)	NJ	Acidente no transporte de trabalhadores
1910	Jumbo (asfalto)	Durant, OK	Explosão de gás

Continua...

...continuação

Ano	Mina	Local	Tipo
1911	Keating (ouro)	Radersburg, MT	Explosão
1911	Belmont (ouro e prata)	NV	Asfixia devido a incêndio
1911	Norman Mine (open pit) (ferro)	MN	Deslizamento
1911	Hartford-Cambria N°2 (ferro)	Negaunee, MI	Incêndio
1911	Giroux (cobre)	Ely	Incêndio
1911	Butte & Superior (zinco)	Butte	Acidente no transporte de trabalhadores
1911	Shakespeare Placer (ouro)	AK	Desmoronamento
1911	Wharton (ferro)	Hibernia, NJ	Inundação
1912	Norrie (ferro)	Ironwood, MI	Desmoronamento
1912	Eureka Pit (cobre)	Ely, NV	Explosão de dinamite
1913	Miami (cobre)	Miami, AZ	Deslocamento de ar devido a desmoronamento
1913	Coronado Incline (cobre)	Clifton, AZ	Falha de equipamento
1914	Boston (cobre)	Bingham, UT	Incêndio
1914	Copper Flat Steam Shovel (cobre)	McGill, NV	Explosão
1914	Centennial-Eureka (ouro)	Eureka, UT	Desmoronamento
1914	Sibley N° 9 Shaft (ferro)	Ely, MN	Desmoronamento
1915	Granite Mountain Shaft (cobre)	Butte, MT	Explosão de dinamite
1916	Pennsylvania (cobre)	Butte, MT	Incêndio
1917	Mountain King (ouro)	Mariposa Co, CA	Asfixia devido a poeira
1917	Granite Mountain (cobre)	Butte, Montana	Incêndio
1917	Three Forks Quarry (gesso)	Trident, MT	Explosão
1918	Amasa-Porter (ferro)	Crystal Falls, MI	Desmoronamento
1918	Silver (open pit) (ferro)	Virginia, MN	Explosão
1919	Hecla (chumbo)	Burke, ID	Acidente no transporte de trabalhadores
1920	Jefferson Island (sal)	Delcambre, LA	Explosão de gás
1920	Lehigh Quarry (calcário)	Ormrod, PA	Explosivos
1920	Pounding Mills Quarry (pedra)	Pounding Mills, VA	Explosivos
1922	Holston Quarry (mármore)	Strawplains, TN	Explosão
1922	Argonaut (ouro)	Jackson, CA	Incêndio
1923	Sloss N°1 (ferro)	Bessemer, AL	Acidente no transporte de trabalhadores
1924	Milford (ferro manganêsífero)	Crosby, MN	Energização de água
1926	Barnes Hecker (ferro)	Ishpeming, Michigan	Inundação
1927	Quincy Mine N°2 Shaft (cobre)	Hancock, MI	Desmoronamento
1927	Magma (cobre)	Superior, AZ	Incêndio
1929	Stone Mountain Quarry (granito)	Decature, GA	Explosão na entrada de ar
1929	Calaveras (cobre)	Copperapolis, CA	Desmoronamento
1930	Terry and Butterskill Quarry (rocha)	Union, WV	Explosivos
1930	Climax Mine, Fremont Pass (molibdênio)	Lake County, CO	Desmoronamento
1930	Glenn (ouro)	Lost Chance, Placer County, CA	Incêndio
1933	B & C Quarry (calcário)	Fletcher, NC	Desmoronamento
1934	Rohl Connolly Quarry (granito)	Avalon, CA	Explosivos
1936	Mountain City Copper (cobre)	Mountain City, Elko County, NV	Asfixia
1936	Morning Mine (chumbo)	Mullan, ID	Acidente no shaft
1936	Funkhouser Quarry (ardósia)	Delta, PA	Explosivos
1937	Walker (cobre)	Walkermine, CA	Explosivos
1938	Ashville Quarry (granito)	Ashville, NC	Explosão de dinamite
1943	Sandts Eddy Quarry (calcário)	Allentown, Pensilvânia	Asfixia devido a fumaça
1950	Lark, U.S. Smelting (chumbo e zinco)	Lark, UT	Incêndio

Continua...

...continuação

Ano	Mina	Local	Tipo
1954	Kennecott Copper Co. (cobre)	Santa Rita, NM	Explosão
1968	Cargill Salt Mine (sal)	St. Mary Parish, LA	Incêndio
1972	Sunshine Mine (prata)	Shoshone Co., Kellogg, Idaho	Incêndio
1972	Blacksville N° 1	Blacksville, WV	Incêndio
1972	Itmann N° 3 (carvão)	Itmann, WV	Explosão
1976	Scotia (carvão)	Ovenfork, KY	Explosão
1976	Scotia – second (carvão)	Ovenfork, KY	Explosão
1977	Porter Tunnel (carvão)	Tower City, PA	Inundação
1978	Moss N° 3 (carvão)	Duty, VA	Asfixia
1979	Belle Isle Mine, Cargill, Inc. (sal)	Franklin, LA	Explosão de gás
1980	Ferrell N° 17 (carvão)	Uneeda, WV	Explosão
1981	Mid-Continent Resources Dutch Creek #1 (carvão)	Redstone, CO	Explosão
1981	Adkins Coal Mine #11 (carvão)	Kite, KY	Explosão
1981	Grundy Mining Co. Mine #21 (carvão)	Whitew, TNell	Explosão
1982	N° 1 (carvão)	Craynor, KY	Explosão
1983	McClure #1 Mine (carvão)	McClure, VA	Explosão
1984	Wilberg Mine (carvão)	Orangeville, UT	Incêndio
1986	Loveridge N° 22 (carvão)	Fairview, WV	Asfixia
1989	William Station N° 9 Mine (carvão)	Wheatcroft, KY	Explosão
1992	N° 3 Mine (carvão)	Norton, VA	Explosão
2001	N° 5 Mine (carvão)	Brookwood, AL	Explosão
2006	Sago Mine (carvão)	Buckhannon, WV	Explosão
2006	Darby Mine N° 1 (carvão)	Millsboro, KY	Explosão
2007	Crandall Canyon Mine (carvão)	Huntington, UT	Queda de equipamento

A **Tabela 14.1.2** apresenta a evolução do número de trabalhadores mortos e feridos em decorrência de acidentes em minas registrados pela Mine Safety & Health Administration (MSHA, 2009) nos Estados Unidos.

TABELA 14.1.2

**NÚMERO MÉDIO ANUAL DE MORTES E FERIDOS EM
ACIDENTES EM MINAS NOS ESTADOS UNIDOS**

Período	Número médio anual de mortes	Número médio anual de feridos
1936-1940	1.546	81.342
1941-1945	1.592	82.825
1946-1950	1.054	63.367
1951-1955	690	38.510
1956-1960	550	28.805
1961-1965	449	23.204
1966-1970	426	22.435
1971-1975	322	33.963
1976-1980	254	41.220
1981-1985	174	24.290
1986-1990	122	27.524
1991-1995	99	24.201

Continua...

...continuação

Período	Número médio anual de mortes	Número médio anual de feridos
1996-2000	86	17.500
2001-2005	62	12.952
2006-2007	69	11.800

Fonte: MSHA, 2009

Da tabela observa-se uma progressiva redução no número de vítimas destes acidentes ao longo dos anos. Segundo o MSHA, essa redução se deve, entre outros fatores, a:

- leis federais e estaduais de orientação e regulação para o setor de mineração;
- introdução de equipamentos e sistemas de segurança nas atividades de mineração e uma crescente conscientização da importância de programas eficazes de prevenção de acidentes envolvendo os gestores das minas e seus funcionários, além de uma maior integração da indústria de mineração, trabalhadores e governo.

14.2 Identificação dos Perigos

14.2.1 Descrição das Instalações

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.

14.2.2 Descrição dos Produtos (Insumos)

Os insumos a serem utilizados nas atividades estão descritos na caracterização do empreendimento, quais sejam: água, energia elétrica, combustíveis, óleos lubrificantes, explosivos e acessórios (reforçadores, cordel detonante, iniciadores, nitrito de sódio, nitrato de amônio, explosivos encartuchados), gás liquefeito de petróleo (GLP), material de escritório, reagentes químicos para tratamento da água (hipoclorito de sódio, barrilha, antracito, fluorsilicato de sódio e hipoclorito de sódio), reagentes químicos para beneficiamento do minério (amil xantato de potássio, ditiofosfato de sódio, leite de cal, sulfeto de sódio, metil isobutil carbinol, álcool poliglicólico), aço, areia, brita, concreto usinado, laje pré-fabricada, pré-moldados de concreto, fôrma, oxigênio, acetileno, argônio, estruturas metálicas.

Dentre esses, a **Tabela 14.2.1** apresenta as características dos produtos perigosos e o comportamento esperado no caso de derramamento para corpos d'água, além dos procedimentos recomendados de acordo com o Sistema Europeu de Classificação (HELCOM, 2002).

TABELA 14.2.1**COMPORTAMENTO ESPERADO EM CASO DE DERRAMAMENTO NA ÁGUA**

Produto	Característica	Comportamento esperado na água	Procedimentos recomendados
Acetileno	Gás inflamável	Evapora imediatamente	Monitoramento dos vapores no ar
Desengraxante	Líquido inflamável	Flutua Evapora Dissolve	Contenção e recolhimento Monitoramento dos vapores no ar Monitoramento do produto na água
Óleo diesel	Líquido inflamável	Flutua Evapora	Contenção e recolhimento Monitoramento dos vapores no ar
Óleo lubrificante	Líquido combustível	Flutua	Contenção e recolhimento
GLP	Gás inflamável	Evapora imediatamente	Monitoramento dos vapores no ar
Solventes	Líquido inflamável	Flutua Evapora Dissolve	Contenção e recolhimento Monitoramento dos vapores no ar Monitoramento do produto na água
Tinta	Líquido inflamável	Dissolve	Monitoramento do produto na água

14.2.3 Identificação e Avaliação Qualitativa dos Eventos Perigosos

A metodologia empregada para identificação e avaliação qualitativa dos eventos perigosos para o público externo (pessoas não envolvidas com a atividade) ou para o meio ambiente do Projeto Alemão foi a Análise Preliminar de Perigos (APP). Para os eventos considerados de severidade mais elevada que apresentem diferentes possibilidades de desdobramentos (como a liberação de líquidos inflamáveis, que pode resultar em incêndio e explosão), uma árvore de eventos foi montada de forma a indicar os possíveis cenários acidentais resultantes.

14.2.3.1 Metodologia empregada

A metodologia empregada para identificação e avaliação qualitativa dos riscos para o público externo ou meio ambiente associados ao Projeto Alemão foi a Análise Preliminar de Perigos (APP). Na APP, 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.

A **Tabela 14.2.2** apresenta a planilha utilizada para a realização da Análise Preliminar de Perigos.

TABELA 14.2.2

**PLANILHA UTILIZADA PARA A REALIZAÇÃO DA
ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS**

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha	
Empreendimento:								
Fase:								
Atividade/Sistema:								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.

Nessa planilha foram empregadas as seguintes definições:

1ª coluna: Perigo

É a propriedade ou condição inerente a uma substância ou atividade capaz de causar danos ao meio ambiente e ao público externo.

2ª coluna: Causas

São eventos simples ou combinados que levam à consumação dos perigos previamente identificados, tais como ruptura de tubulações, falhas de instrumentos, erros humanos, falhas de sistemas de proteção, etc.

3ª coluna: Modos de detecção

São as formas pelas quais é possível detectar a ocorrência do evento acidental.

4ª coluna: Efeitos

São as conseqüências danosas advindas da consumação dos perigos identificados

5ª coluna: Categoria de Frequência

Corresponde à indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência de cada cenário acidental identificado. As categorias de frequência utilizadas nesse trabalho estão apresentadas na **Tabela 14.2.3**.

TABELA 14.2.3

CATEGORIAS DE FREQUÊNCIA DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS

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

6ª coluna: Categoria de Severidade

É a indicação qualitativa do grau de severidade das conseqüências de cada cenário acidental identificado. As categorias de severidade utilizadas nesse trabalho estão apresentadas na **Tabela 14.2.4**.

TABELA 14.2.4**CATEGORIAS DE SEVERIDADE DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS**

Categoria	Denominação	Característica
I	Baixa	- Danos insignificantes ao público externo. - Dano ambiental leve, imediatamente recuperável sem intervenção.
II	Moderada	- Lesões leves a indivíduos do público externo. - Danos localizados ao meio ambiente, com rápida recuperação.
III	Séria	- Lesões sérias a indivíduos do público externo. - Danos localizados ao meio ambiente, com lenta recuperação.
IV	Crítica	- Mortes ou lesões em indivíduos do público externo. - Danos extensos ao meio ambiente.

7ª coluna: Classificação de Risco

É a indicação qualitativa do nível de risco de cada cenário acidental identificado, a partir das indicações anteriores de frequência e severidade. A matriz utilizada para classificação de risco dos cenários acidentais está apresentada na **Tabela 14.2.5**.

TABELA 14.2.5**MATRIZ PARA CLASSIFICAÇÃO DE RISCO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS**

		Severidade			
		I – Baixa	II – Moderada	III – Séria	IV – Crítica
Frequência	A – Muito provável	Risco Médio	Risco Sério	Risco Crítico	Risco Crítico
	B – Provável	Risco Baixo	Risco Médio	Risco Sério	Risco Crítico
	C – Pouco provável	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Médio	Risco Sério
	D – Remota	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Médio

7ª coluna: Medidas preventivas / mitigadoras

Essa coluna contém as medidas de proteção recomendadas para prevenir as causas ou minimizar as conseqüências do evento indesejável identificado.

8ª coluna: Referência

É a identificação do cenário acidental para referência posterior.

A seguir são apresentadas as planilhas da Análise Preliminar de Perigos para as fases de implantação, operação e fechamento do Projeto Alemão.

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 1	
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Infraestrutura de apoio à implantação - Acesso ao projeto / Obras civis – Estradas e acessos								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Vazamento de combustível e óleo lubrificante	Acidentes durante a mobilização de veículos, máquinas e equipamentos Falta de manutenção preventiva nos veículos, máquinas e equipamentos	Visual Olfativo	Contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas	B	II	Médio	R1) Estabelecer limites de velocidade para tráfego e operação de máquinas e equipamentos. R2) Exigir das empresas contratadas o emprego de motoristas devidamente capacitados, habilitados e treinados em direção defensiva. R3) Exigir um programa periódico de manutenção preventiva de veículos, máquinas e equipamentos das empresas contratadas. R4) Estabelecer diretrizes e fornecer orientações de segurança no trânsito para os motoristas de veículos, máquinas e equipamentos.	1

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 2
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Infraestrutura de mão-de-obra – Canteiros de obras e pátios								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Vazamento de GLP	Furo ou ruptura de cilindros ou tubulações	Visual Olfativo	Alteração na qualidade do ar	C	II	Baixo	R5) Estabelecer e implementar procedimento de inspeção e manutenção de cilindros, tubulações, válvulas e conexões.	2
Incêndio/Explosão	Fontes de ignição diversas	Visual Olfativo Auditivo	Alteração na qualidade do ar	C	II	Baixo	R6) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis. R7) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.	3

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 3	
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação e Operação								
Atividade/Sistema: Sistema de energia elétrica / Sistema de alimentação de energia elétrica								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Incêndio/Explosão	Vazamento de óleo Fontes de ignição diversas	Visual Olfativo Auditivo	Alteração na qualidade do ar	C	II	Baixo	R8) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica. R9) Manter conjuntos de proteção ambiental para recolhimento de vazamentos na área. R10) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis. R11) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.	4
Geração de resíduos perigosos	Falta de manutenção	Visual	Contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas	C	II	Baixo	R12) Estabelecer e implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos. R13) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos.	5

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 4	
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Supressão de vegetação								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Incêndio florestal ou nos estoques de madeira proveniente de áreas desmatadas	Fontes de ignição diversas	Visual Olfativo	Afugentamento e morte de indivíduos da fauna Alteração na qualidade do ar	C	III	Médio	R14) Instalar programas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis.	6

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 5
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Terraplenagem e área de empréstimo								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Vazamento de combustível e óleo lubrificante	Acidentes durante a mobilização de máquinas e equipamentos	Visual Olfativo	Contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas	C	II	Baixo	R15) Estabelecer limites de velocidade para tráfego e operação de máquinas e equipamentos. R16) Exigir das empresas contratadas o emprego de motoristas devidamente capacitados, habilitados e treinados em direção defensiva. R17) Exigir um programa periódico de manutenção preventiva de veículos, máquinas e equipamentos das empresas contratadas.	7
	Falta de manutenção preventiva nas máquinas e equipamentos	Visual Olfativo	Contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas	B	I	Baixo	R18) Estabelecer diretrizes e fornecer orientações de segurança no trânsito para os motoristas de veículos, máquinas e equipamentos.	8

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 6
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Terraplenagem e área de empréstimo								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Escorregamento de taludes	Chuvas excepcionais Projeto geotécnico inadequado Falha na execução do projeto geotécnico	Visual	Alteração na qualidade das águas Assoreamento de cursos d'água	B	II	Médio	R19) Exigir das empresas contratadas o fornecimento prévio dos projetos de terraplenagem. R20) Estabelecer e implementar rotina de inspeção para fiscalização da execução de serviços de terraplenagem.	9

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 7
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação e Operação								
Atividade/Sistema: Obras civis de infraestrutura – Oficina central de manutenção / Sistema de manutenção de veículos e equipamentos								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Geração de resíduos perigosos	Falha durante manuseio, transporte e disposição dos resíduos contaminados com óleos e graxas, óleos usados e óleos lubrificantes	Visual	Contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas	C	II	Baixo	R21) Elaborar e implementar rotina de fiscalização dos sistemas de manutenção preventiva de veículos, máquinas e equipamentos das empresas contratadas. R22) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica. R23) A área das oficinas deverá ter piso impermeabilizado e canaletas de drenagem direcionadas para um SAO.	10
Incêndio/Explosão	Fontes de ignição diversas	Visual Olfativo Auditivo	Alteração na qualidade do ar	C	II	Baixo	R24) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis. R25) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.	11

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 8
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Obras civis de infraestrutura – Ambulatório / Primeiros socorros								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Geração de resíduos perigosos	Falha durante manuseio, transporte e disposição de resíduos de serviços de saúde	Visual	Contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas	C	II	Baixo	R26) Estabelecer e implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde. R27) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde.	12

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 9	
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Obras civis de infraestrutura – Sistema de abastecimento de veículos pesados e leves								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Vazamento de combustíveis	Furo ou ruptura de mangote ou tubulação Vazamento em bombas, válvulas ou conexões Furo ou ruptura dos tanques Falha operacional	Visual Olfativo	Contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas Incêndio em poça Incêndio em nuvem Explosão não confinada	B	II	Médio	R28) A área de abastecimento deverá ter piso de concreto e canaletas de drenagem direcionadas para um SAO. R29) Os tanques de armazenamento deverão estar contidos em bacias de contenção impermeabilizadas, interligadas a um SAO. R30) Estabelecer e implementar procedimentos para manuseio de sistema de descarregamento do combustível. R31) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica.	13

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 10	
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Obras civis de infraestrutura – Restaurante central e refeitório na mina / Áreas de serviço no subsolo – Refeitório								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Vazamento de GLP	Furo ou ruptura de cilindros ou tubulações	Visual Olfativo	Alteração na qualidade do ar Incêndio em nuvem Explosão não confinada	C	II	Baixo	R32) Estabelecer e implementar procedimento de inspeção e manutenção de cilindros, tubulações, válvulas e conexões.	14

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 11
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Obras civis de infraestrutura – Subestação principal e secundária								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Incêndio/Explosão	Falta de manutenção nas subestações e linhas de distribuição	Visual Olfativo Auditivo	Alteração na qualidade do ar	C	II	Baixo	R33) Toda a área da subestação possui malha de aterramento sob o piso, com cabos de cobre nu e hastes de cobre. R34) Os equipamentos com óleo isolante, do tipo mineral, serão instalados com sistema de drenagem específico, conforme normas pertinentes. R35) Realizar manutenção periódicas nas subestações e linhas de distribuição.	15

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 12	
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Obras civis de infra-estrutura – Sistema de tratamento de esgotos sanitários / Fossas sépticas e filtros anaeróbios / Áreas de serviço no subsolo – Sanitários / Sistema de controle ambiental – Fossas sépticas e filtros anaeróbios / Estação de Tratamento de Esgoto por Lagoas de Estabilização / Banheiros químicos								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Vazamento de efluente fora de conformidade legal	Avaria da fossa	Visual	Contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas Geração de resíduos	B	II	Médio	R36) Seguir as normas técnicas aplicáveis para o projeto e operação de fossas sépticas. R37) Elaborar e implementar procedimento para inspeção e manutenção das fossas sépticas. R38) Elaborar e implementar programa de monitoramento do efluente final.	16
	Falha no projeto, implantação, operação ou manutenção das fossas sépticas.	Visual	Contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas	C	II	Baixo		17

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 13	
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Obras civis de infra-estrutura – Sistema de tratamento de esgotos sanitários / Fossas sépticas e filtros anaeróbios / Áreas de serviço no subsolo – Sanitários / Sistema de controle ambiental – Fossas sépticas e filtros anaeróbios / Estação de Tratamento de Esgoto por Lagoas de Estabilização / Banheiros químicos								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Geração de resíduo perigoso (lodo)	Falha durante a limpeza da fossa	Visual	Contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas	C	I	Baixo	R39) Estabelecer e implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos. R40) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos.	18

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 14	
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Sistema de transmissão de energia elétrica								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Incêndio/Explosão	Falta de manutenção nas subestações e linhas de distribuição	Visual Olfativo Auditivo	Alteração na qualidade do ar	C	II	Baixo	R41) Realizar manutenção periódicas nas subestações e linhas de distribuição.	19

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 15
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Abertura do poço vertical (shaft)								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Detonação descontrolada	Operação inadequada do plano de fogo	Visual Auditivo	Alteração nos níveis de vibração e ruídos Afugentamento da fauna	D	III	Baixo	R42) Estabelecer e implementar adequadamente o plano de fogo. R43) Seguir as normas de manuseio de produtos explosivos do Ministério da Defesa.	20

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 16	
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Sistema de controle ambiental – Sistema de drenagem								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Rompimento do sistema de drenagem em pontos localizados	Falta de manutenção e limpeza periódica nos sistemas de drenagem Chuvas excepcionais Dimensionamento e/ou execução inadequada	Visual	Assoreamento de corpo hídrico	C	II	Baixo	R44) Assegurar a elaboração de projetos adequados para a construção dos sistemas de drenagem. R45) Elaborar e implementar procedimento para inspeção, manutenção e limpeza do sistema de drenagem.	21

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 17
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Sistema de controle ambiental – Sistema separador de água e óleo (SAO)								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Vazamento de efluente fora de conformidade legal	Falha no projeto ou na operação do SAO Rompimento do SAO	Visual Análise de efluentes	Contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas	C	II	Baixo	R46) Seguir as normas técnicas aplicáveis para o projeto e operação de SAO. R47) Elaborar e implementar procedimento para coleta de óleo e da borra oleosa. R48) Implementar procedimentos para inspeção e manutenção periódica e sistemática do SAO.	22
Geração de resíduos perigosos	Falha durante a coleta da borra oleosa e do óleo pelo caminhão sugador	Visual	Contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas	B	II	Médio	R49) Implementar programas periódicos de monitoramento dos efluentes bruto e tratado.	23

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 18
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Sistema de controle ambiental – Central de materiais descartáveis (CMD)								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Incêndio/Explosão	Presença de materiais combustíveis e substâncias inflamáveis Fontes de ignição diversas	Visual Olfativo Auditivo	Alteração na qualidade do ar	C	I	Baixo	R50) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis. R51) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.	24
Geração de resíduos perigosos	Falha durante manuseio, transporte e disposição de resíduos	Visual	Contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas	C	II	Baixo	R52) Manter os resíduos perigosos armazenados em áreas apropriadas, cobertas e com solo impermeabilizado. R53) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos.	25

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 19
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Sistema de controle ambiental – Disposição de resíduos orgânicos e inorgânicos								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Percolação de chorume no solo	Falha na impermeabilização do solo Falha na operação e falta de monitoramento	Visual	Contaminação do solo, águas subterrâneas e superficiais	C	III	Médio	R54) Seguir as normas técnicas aplicáveis para o projeto de aterros sanitários (NBR 8419/NB 843). R55) Implementar programa de monitoramento da qualidade dos efluentes e das águas. R56) Implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos.	26

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 20	
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Implantação								
Atividade/Sistema: Sistema de controle ambiental – Disposição de resíduos de saúde								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Geração de resíduos perigosos	Falha durante manuseio, transporte e disposição de resíduos de serviços de saúde	Visual	Contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas	C	II	Baixo	R57) Estabelecer e implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde. R58) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde. R59) Os resíduos provenientes do ambulatório médico deverão ser tratados fora da Flona, em autoclave, antes da sua destinação final, para evitar riscos de contaminação	27

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 21
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Operação								
Atividade/Sistema: Lavra subterrânea								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Detonação descontrolada	Operação inadequada do plano de fogo	Visual Auditivo	Alteração nos níveis de vibração e ruídos Afugentamento da fauna	D	III	Baixo	R42) Estabelecer e implementar adequadamente o plano de fogo. R43) Seguir as normas de manuseio de produtos explosivos do Ministério da Defesa.	28

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 22	
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Operação								
Atividade/Sistema: Disposição de estéril / Pilhas temporárias de minério								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Escorregamento de taludes das pilhas de estéril ou das pilhas temporárias de minério	Chuvas excepcionais Projeto geotécnico inadequado Falha na execução do projeto geotécnico	Visual	Alteração na qualidade das águas Assoreamento de cursos d'água	C	II	Baixo	R60) Seguir as orientações do plano geotécnico. R61) Realizar avaliações geotécnicas periódicas dos taludes das pilhas de estéril e das pilhas temporárias de minério.	29

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 23	
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Operação								
Atividade/Sistema: Beneficiamento								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Geração de material particulado	Falta de manutenção preventiva nos sistemas de aspersão fixos	Visual	Alteração na qualidade do ar	B	I	Baixo	R62) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica nos sistemas de aspersão fixos.	30

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 24	
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Operação								
Atividade/Sistema: Beneficiamento - Etapas de concentração (flotação)								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Derramamento de reagentes	Manipulação inadequada de reagentes Estocagem inadequada de reagentes	Visual Olfativo	Lesões pessoais Emissão de gases tóxicos Poluição do solo	C	III	Médio	R63) Estabelecer e implementar procedimentos para estocagem e manuseio de produtos químicos.	31

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 25
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Operação								
Atividade/Sistema: Sistema de disposição de rejeitos								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Rompimento da barragem de rejeitos	Galgamento devido a precipitação superior à PMP considerada no projeto Piping através do barramento Deslizamento para jusante Falha na disposição dos rejeitos	Visual	Assoreamento de corpos hídricos Alteração da qualidade do solo, águas superficiais e subterrâneas Danos à vegetação Danos à fauna	D	IV	Médio	R64) 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, periódicas, auditorias técnicas de segurança abordando os critérios geotécnicos e ambientais. Executar vegetação dos taludes visando evitar ravinamentos e erosão. Implantar sistema de drenagem superficial objetivando disciplinar a condução de águas pluviais.	32

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 26
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Operação								
Atividade/Sistema: Sistema de disposição de rejeitos								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Rompimento da barragem de rejeitos (Continuação)	---	---	---	---	---	---	<p>Executar monitoramento geotécnico e ambiental, considerando:</p> <p>Leituras periódicas das instrumentações: recalques, piezômetros.</p> <p>Inspeções periódicas visuais nos maciços.</p> <p>Medições periódicas de vazões de drenos internos.</p> <p>Monitoramento periódico da qualidade das águas vertentes.</p> <p>Inspeção do sistema de drenagem superficial, verificando-se a integridade das estruturas e dispositivos e os processos de assoreamento.</p> <p>Serviços de batimetria para verificação do assoreamento do reservatório.</p>	32

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 27	
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Operação								
Atividade/Sistema: Sistema de captação de água – Barragem de água								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Rompimento da barragem de água	Galgamento devido a precipitação superior à PMP considerada no projeto Piping através do barramento Deslizamento para jusante	Visual	Assoreamento de corpos hídricos Alteração da qualidade do solo, águas superficiais e subterrâneas Danos à vegetação Danos à fauna	D	IV	Médio	R65) Adotar as seguintes medidas previstas no Plano de Gestão de Barragens da Vale: Promover, periódicas, auditorias técnicas de segurança abordando os critérios geotécnicos e ambientais. Executar vegetação dos taludes visando evitar ravinamentos e erosão. Implantar sistema de drenagem superficial objetivando disciplinar a condução de águas pluviais. Executar monitoramento geotécnico e ambiental, considerando: Leituras periódicas das instrumentações: recalques, piezômetros. Inspeções periódicas visuais nos maciços. Medições periódicas de vazões de drenos internos.	33

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 28
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Operação								
Atividade/Sistema: Sistema de captação de água – Barragem de água								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Rompimento da barragem de água (Continuação)	---	---	---	---	---	---	Inspeção do sistema de drenagem superficial, verificando-se a integridade das estruturas e dispositivos e os processos de assoreamento. Serviços de batimetria para verificação do assoreamento do reservatório.	33

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 29
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Operação								
Atividade/Sistema: Paiol de explosivos								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Incêndio/Explosão	Falha no armazenamento e manuseio de explosivos e acessórios	Visual Auditivo	Alteração na qualidade do ar Alteração no nível de ruído Afugentamento e morte de indivíduos da fauna	D	IV	Médio	<ul style="list-style-type: none"> - Visando reduzir o risco de acidentes e seguindo exigências da norma NR-19, os Paióis de explosivos serão construídos em material incombustível, mal condutor de calor e eletricidade. - Todas as barricadas possíveis serão executadas em escavação, conforme determinação da R-105 (Decreto Federal nº 3665, de 20/11/2000 - Regulamento para fiscalização de produtos controlados). - Todos os paióis de armazenamento serão construídos dentro dos padrões e especificações do Exército Brasileiro. - Os paióis de armazenamento de nitrato de amônio e explosivos encartuchados contarão com arruamento, instalações para iluminação, monitoramento e drenagem. 	34

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 30
Empreendimento: Projeto Alemão								
Fase: Operação								
Atividade/Sistema: Paiol de explosivos								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Incêndio/Explosão (Continuação)	---	---	---	---	---	---	<ul style="list-style-type: none"> - O paiol de acessórios (reforçadores e cordel detonante) será construído em alvenaria com cobertura e será protegido por barricada natural dentro dos padrões e especificações do Exército. - O piso será em concreto, com aplicação de endurecedor de superfície com acabamento liso para evitar centelhamento por atrito ou choques, ou paralelepípedos de granito, no caso dos paióis de nitrato de amônio. - Será instalado um sistema de separador de água e óleo - SAO para o tratamento de efluentes oleosos gerados nesta área. - A área para armazenagem de matérias primas será coberta, seguindo as normas de armazenagem para os seguintes produtos (não controlados pelo Exército): goma-gora, myce e SPA. 	34

14.2.3.2 Resultados

A Análise Preliminar de Perigos resultou na identificação de 34 cenários acidentais com possíveis efeitos externos, principalmente para o meio ambiente. A **Tabela 14.2.6** apresenta a distribuição dos cenários acidentais por classe de risco. Da tabela observa-se que 23 cenários resultaram em risco baixo e 11 em risco médio.

TABELA 14.2.6

DISTRIBUIÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS POR CLASSE DE RISCO

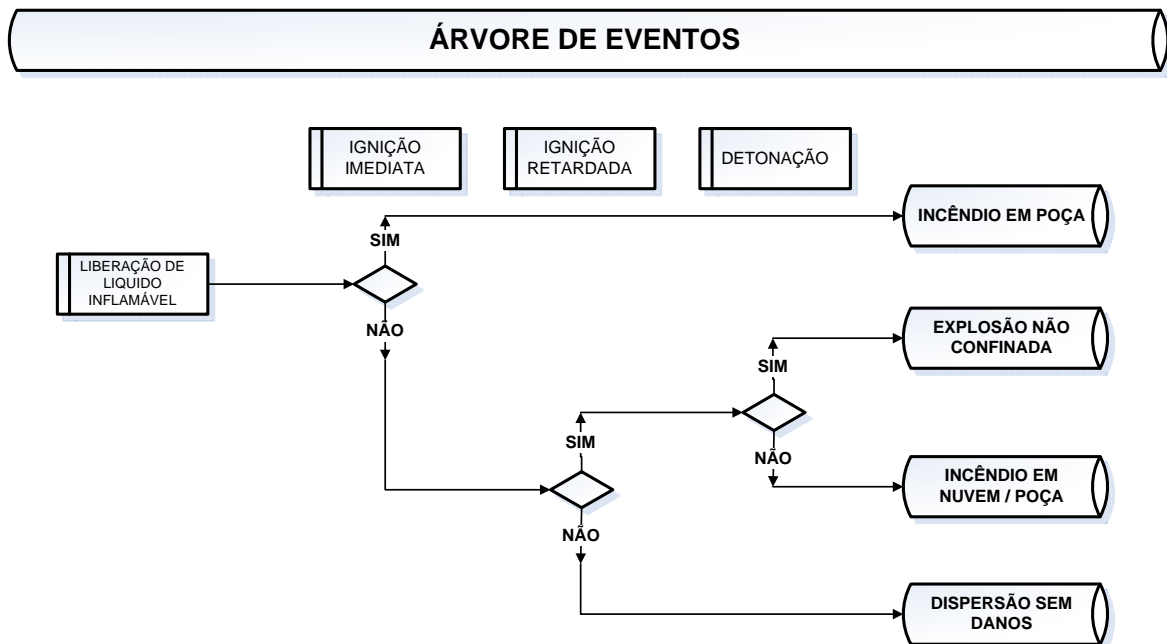
		Gravidade			
		I – Baixa	II – Moderada	III – Séria	IV – Crítica
Frequência	A – Muito provável	---	---	---	---
	B – Provável	2	5	---	---
	C – Pouco provável	2	17	3	---
	D – Remota	---	---	2	3
Risco					
Baixo: 23					
Médio: 11					
Sério: ---					
Crítico: ---					

14.3 Estimativa das Frequências

14.3.1 Cenários acidentais envolvendo líquidos inflamáveis

14.3.1.1 Árvore de Eventos

Para os cenários acidentais envolvendo líquidos inflamáveis foi montada a árvore de eventos apresentada abaixo, ilustrando os possíveis desdobramentos a partir do evento iniciador e das diferentes possibilidades de evolução do acidente.



Os eventos intermediários estão relacionados à ignição imediata, ignição retardada e detonação de nuvem inflamável. No caso de ignição imediata, esta ocorre logo em seguida à liberação, tendo como consequência incêndio em poça. No caso de ignição retardada, a nuvem de vapor inflamável percorre uma determinada distância anteriormente à sua ignição e a consequência é um incêndio em nuvem ou, no caso de detonação, uma explosão não confinada. A ignição retardada também poderá ocasionar um incêndio em poça, como desdobramento do incêndio em nuvem.

14.3.1.2 Cálculos das Frequências

É apresentada a seguir a estimativa da frequência de ocorrência dos eventos relacionados aos cenários acidentais envolvendo líquidos inflamáveis, de acordo com a classificação adotada na Análise Preliminar de Perigos. Essas estimativas se baseiam em referências bibliográficas relevantes.

- Eventos acidentais em tanques de armazenamento de líquidos inflamáveis

Eventos acidentais relacionados a tanques atmosféricos de armazenamento de líquidos inflamáveis incluem:

- a) Transbordamento;
- b) Colapso;
- c) Furo;
- d) Ruptura;
- e) Incêndio;
- f) Explosão.

Entre as causas apontadas na literatura para ocorrência desses eventos estão:

- g) Falha em vent de tanque;
- h) Sobrepressão devido a enchimento muito rápido do tanque;
- i) Sobrepressão devido a aumento de temperatura do líquido armazenado;

- j) Sobrepressão devido a vaporização de água (boilover);
- k) Sobrepressão devido ao desprendimento de ar, vapor ou gás no interior do tanque;
- l) Vácuo devido ao esvaziamento muito rápido do tanque;
- m) Vácuo devido a redução de temperatura do líquido armazenado;
- n) Vácuo devido a condensação do vapor ou consumo do oxigênio contido no tanque;
- o) Corrosão no costado do tanque;
- p) Falha em procedimentos operacionais;
- q) Falha em instrumentação;
- r) Falha em equipamentos auxiliares, tais como bombas;
 - Descarga atmosférica;
 - Eletricidade estática.

O NJDEP (s.d.) indica, para tanques atmosféricos de armazenamento, a frequência de vazamentos sérios de 1×10^{-4} /ano e de ruptura catastrófica de 6×10^{-6} /ano . Kletz apud Lees (1996) estima a frequência de explosões/incêndios em tanques de teto fixo para armazenamento de hidrocarbonetos voláteis como sendo de aproximadamente $1,2 \times 10^{-3}$ /ano. O E&P Forum (1996), por sua vez, indica frequências de $3,0 \times 10^{-4}$ /ano para incêndio em tanque de teto fixo, e de $2,4 \times 10^{-3}$ /ano para incêndio em tanque de teto flutuante.

– Eventos acidentais em tubulações e bombas

Eventos acidentais típicos de tubulações industriais são vazamentos associados a furo, ruptura ou perda de vedação em juntas e conexões. Como causas mais comuns destes eventos são relatados:

- s) Corrosão interna;
- t) Corrosão externa;
- u) Sobrepressão durante bombeio por deslocamento positivo;
- v) Sobrepressão devido à dilatação térmica de líquido confinado;
- w) Impacto mecânico.

Lees (1996) indica para taxa de falha de tubulação o valor de $3,0 \times 10^{-7}$ /m.ano.

Eventos acidentais típicos de bombas são vazamentos na gaxeta ou no lacre, ocorrendo frequentemente ignição quando o produto bombeado é inflamável. Kletz apud Lees (1996) estima entre 10^{-4} e 10^{-5} /ano a frequência de incêndio em bomba de petróleo ou substâncias similares em temperatura ambiente.

14.3.2 Cenários acidentais envolvendo rompimento de barragem

Como causas deste evento encontram-se:

- galgamento;
- piping (erosão interna);
- deslizamento.

Essas causas podem, por sua vez, ser decorrentes de falha no projeto, falha na construção da barragem, em sua manutenção e falha na disposição dos rejeitos, ocorrendo concomitantemente ou de forma isolada.

Em estudos anteriores, Foster et al. (2000a) indicaram a seguinte distribuição percentual entre as principais causas de falhas em grandes barragens no mundo:

- galgamento: 46 %
- piping através do barramento: 31%
- piping através da fundação: 15%
- piping através do barramento até a fundação: 2%
- instabilidade no talude (deslizamentos): 4 %
- terremoto: 2%

A **Tabela 14.3.1** apresenta a distribuição estatística de falhas em grandes barragens até 1986, excluindo barragens no Japão (antes de 1930) e na China, por modo de falha.

TABELA 14.3.1

DISTRIBUIÇÃO ESTATÍSTICA DE FALHAS EM GRANDES BARRAGENS ATÉ 1986

Modos de falha	N° de casos		% de falhas		Frequência média de falhas ($\times 10^{-3}$)	
	Todas as falhas	Falhas em operação	Todas as falhas	Falhas em operação	Todas as falhas	Falhas em operação
Galgamento e correlatos						
Galgamento	46	40	35,9	34,2	4,1	3,6
Através do vertedouro	16	15	12,5	12,8	1,4	1,3
Subtotal	62	55	48,4	47,0	5,5	4,9
Piping						
Através do barramento	39	38	30,5	32,5	3,5	3,4
Através da fundação	19	18	14,8	15,4	1,7	1,6
Do barramento para a fundação	2	2	1,6	1,7	0,18	0,18
Subtotal	59	57	46,1	48,7	5,3	5,1
Deslizamentos						
Jusante	6	4	4,7	3,4	0,54	0,36
Montante	1	1	0,8	0,9	0,09	0,09
Subtotal	7	5	5,5	4,3	0,63	0,45
Liquefação por terremoto	2	2	1,6	1,7	0,18	0,18
Desconhecido	8	7	---	---	---	---
Total de falhas	136	124	---	---	12,2	11,1
N° total de falhas cujos tipos são conhecidos	128	117				
N° de barragens	11.192					

Fonte: Foster *et al.* (2000b)

Nota: Subtotais e totais não somam necessariamente 100% pois algumas falhas foram classificadas como múltiplos modos de falha.

Especificamente com relação a barragens de terra compactada com filtro, Foster et al. (2000b) relatam a ocorrência de 4 eventos de falha, que correspondem a 5% do número total de falhas de barragem registradas. Desses eventos, 2 ocorreram devido a galgamento e 2 devido a piping através do barramento.

Foster et al. (2000b) indicam como frequência média anual de falha de grandes barragens construídas após 1950, considerando todos os modos de falha, o valor de $2,7 \times 10^{-4}$ /ano.

14.4 Cálculos das conseqüências e vulnerabilidade

Este capítulo tem como objetivo calcular a extensão das áreas vulneráveis aos efeitos físicos danosos resultantes dos cenários acidentais considerados de severidade séria ou crítica envolvendo líquidos inflamáveis, de acordo com a classificação adotada na Análise Preliminar de Perigos. Esses cenários estão relacionados à formação de incêndio em poça, incêndio em nuvem ou explosão não confinada resultantes de liberações de produtos inflamáveis. O cálculo do alcance dos efeitos físicos foi feito por meio de modelagem matemática com o emprego do Programa PHAST (Process Hazard Analysis Software Tools) Professional, Versão 6.54, da DNV Technica.

A caracterização dos cenários foi feita com base nas condições operacionais típicas das instalações:

Os cenários acidentais postulados foram:

- Ignição imediata de uma poça de líquido inflamável, resultando em incêndio em poça;
- Ignição retardada de uma nuvem inflamável, resultando em incêndio em nuvem ou explosão não confinada.

A **Tabela 14.4.1** apresenta os tipos e níveis de efeitos físicos pesquisados na modelagem para estimativa das áreas vulneráveis, de acordo com os cenários acidentais.

Os níveis de radiação térmica foram calculados a partir da seguinte equação de Probit (VROM, 2005):

$$Y = - 36,38 + 2,56 \ln(Q^{4/3}.t)$$

na qual:

Y é o probit

t é o tempo de exposição, em segundos

Q é a intensidade da radiação térmica, em W/m^2

No caso de incêndio em poça, os níveis de radiação térmica foram calculados considerando um tempo de exposição de 30 segundos. Para incêndio em nuvem, foi considerado o alcance máximo do limite inferior de inflamabilidade. Para explosão não confinada, foi utilizado o modelo TNT, com uma eficiência de explosão de 10%.

Os níveis de sobrepressão se baseiam em danos a estruturas (Mannan, 2005, Vol. 2, p. 17/190, tabela 17.43).

TABELA 14.4.1**EFEITOS FÍSICOS PESQUISADOS PARA ESTIMATIVA
DAS ÁREAS VULNERÁVEIS**

Cenário	Efeito físico	Níveis pesquisados
Incêndio em poça	Radiação térmica	- 7,3 kW/m ² , correspondente a uma probabilidade de 1% de morte para o tempo de exposição de 30 segundos - 14,4 kW/m ² , correspondente a uma probabilidade de 50% de morte para o tempo de exposição de 30 segundos
Incêndio em nuvem	Concentração inflamável	Limite inferior de inflamabilidade: - 0,8 % (8.000 ppm) para o n-octano - 1,0 % (10.000 ppm) para o n-heptano
Explosão não confinada	Sobrepessão	- 0,1 bar, valor associado à ocorrência de danos a estruturas (paredes, portas, telhados) e conseqüente perigo à vida, correspondendo a uma probabilidade de 1% de fatalidade das pessoas expostas - 0,3 bar, valor associado à ocorrência de danos graves a estruturas (prédios e equipamentos) e conseqüente perigo à vida, correspondendo a uma probabilidade de 50% de fatalidade das pessoas expostas

14.4.1 Caracterização dos Cenários Acidentais

Com base nas premissas discutidas anteriormente, foi feita a caracterização dos cenários acidentais para a modelagem e cálculo do alcance dos efeitos físicos danosos. Essa caracterização está apresentada na **Tabela 14.4.2**.

TABELA 14.4.2**CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS**

Cenário 1 – Ruptura catastrófica do tanque de diesel do posto de abastecimento de veículos leves
Substância envolvida: Diesel Substância representativa: N-octano Tanque atmosférico Capacidade: 15 m ³ Temperatura ambiente Cenários: Incêndio em poça, incêndio em nuvem, explosão não confinada
Cenário 2 – Ruptura catastrófica do tanque de gasolina do posto de abastecimento de veículos leves
Substância envolvida: Gasolina Substância representativa: N-heptano Tanque atmosférico Capacidade: 15 m ³ Temperatura ambiente Cenários: Incêndio em poça, incêndio em nuvem, explosão não confinada
Continua...

...continuação

Cenário 3 – Ruptura catastrófica do tanque de diesel do posto de abastecimento para caminhões e máquinas pesadas

Substância envolvida: Diesel
 Substância representativa: N-octano
 Tanque atmosférico
 Capacidade: 40 m³
 Temperatura ambiente
 Cenários: Incêndio em poça, incêndio em nuvem, explosão não confinada

14.4.2 Resultados

As **Tabelas 14.4.3 e 14.4.4** apresentam as distâncias alcançadas pelos níveis de efeitos físicos pesquisados para cada cenário acidental. Os relatórios da modelagem estão apresentados no Anexo 14.I.

TABELA 14.4.3**DISTÂNCIA ALCANÇADA PELOS NÍVEIS DE RADIAÇÃO TÉRMICA - INCÊNDIO EM POÇA**

Cenário acidental		Distância (m) até os níveis de radiação térmica	
		1% fatal	50% fatal
		7,3 kW/m ²	14,4 kW/m ²
1	Ruptura catastrófica em tanque de diesel do posto de abastecimento de veículos leves	48	32
2	Ruptura catastrófica em tanque de gasolina do posto de abastecimento de veículos leves	48	32
3	Ruptura catastrófica em tanque de diesel do posto de abastecimento para caminhões e máquinas pesadas	73	52

TABELA 14.4.4**DISTÂNCIA ALCANÇADA PELO LIMITE INFERIOR DE INFLAMABILIDADE (LII) – INCÊNDIO EM NUVEM**

Cenário acidental		Distância (m) até o LII
1	Ruptura catastrófica em tanque de diesel do posto de abastecimento de veículos leves	17
2	Ruptura catastrófica em tanque de gasolina do posto de abastecimento de veículos leves	25
3	Ruptura catastrófica em tanque de diesel do posto de abastecimento para caminhões e máquinas pesadas	25

TABELA 14.4.5**DISTÂNCIA ALCANÇADA PELOS NÍVEIS DE SOBREPRESSÃO –
EXPLOSÃO NÃO CONFINADA**

Cenário acidental		Distância (m) até os níveis de sobrepressão	
		1% fatal	50% fatal
		0,1 bar	0,3 bar
1	Ruptura catastrófica em tanque de diesel do posto de abastecimento de veículos leves	29	23
2	Ruptura catastrófica em tanque de gasolina do posto de abastecimento de veículos leves	44	34
3	Ruptura catastrófica em tanque de diesel do posto de abastecimento para caminhões e máquinas pesadas	43	34

Analisando os resultados, verifica-se que, no caso de incêndio em poça, o maior alcance para o nível correspondente a 1% de letalidade (7,3 kW/m²) é de 73 metros e para o nível correspondente a 50% de letalidade (14,4 kW/m²) é de 52 metros. No caso de incêndio em nuvem, o limite inferior de inflamabilidade alcança a distância de 25 metros. No caso de explosão não confinada, o nível de sobrepressão correspondente a 1% de letalidade (0,1 bar) alcança 44 metros e o nível correspondente a 50% de letalidade (0,3 bar) chega a 34 metros.

As Figuras contidas no Anexo 14.II ilustram o alcance dos níveis de efeitos físicos pesquisados.

14.5 Estimativa e Avaliação dos Riscos Ambientais

Dos cenários acidentais modelados não resultaram níveis letais de efeitos físicos capazes de atingir áreas com ocupações humanas. Dessa forma, não foi realizado o cálculo do risco social (curva F-N) e do risco individual (curvas de iso-risco).

14.6 Medidas para Redução e Reavaliação dos Riscos

Estão reunidas a seguir as recomendações resultantes da Análise Preliminar de Perigos (item 14.2.3), visando à redução da probabilidade de ocorrência e/ou da magnitude das conseqüências dos cenários acidentais postulados.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: *Infraestrutura de apoio à implantação - Acesso ao projeto / Obras civis – Estradas e acessos*

Perigo: Vazamento de combustível e óleo lubrificante

R1) Estabelecer limites de velocidade para tráfego e operação de máquinas e equipamentos.

R2) Exigir das empresas contratadas o emprego de motoristas devidamente capacitados, habilitados e treinados em direção defensiva.

R3) Exigir um programa periódico de manutenção preventiva de veículos, máquinas e equipamentos das empresas contratadas.

R4) Estabelecer diretrizes e fornecer orientações de segurança no trânsito para os motoristas de veículos, máquinas e equipamentos.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: Infraestrutura de mão-de-obra – Canteiros de obras e pátios

Perigo: Vazamento de GLP

R5) Estabelecer e implementar procedimento de inspeção e manutenção de cilindros, tubulações, válvulas e conexões.

Perigo: Incêndio/Explosão

R6) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis.

R7) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.

Fase: Implantação e Operação

Atividade/Sistema: Sistema de energia elétrica / Sistema de alimentação de energia elétrica

Perigo: Incêndio/Explosão

R8) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica.

R9) Manter conjuntos de proteção ambiental para recolhimento de vazamentos na área.

R10) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis.

R11) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.

Perigo: Geração de resíduos perigosos

R12) Estabelecer e implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos.

R13) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: Supressão de vegetação

Perigo: Incêndio florestal ou nos estoques de madeira proveniente de áreas desmatadas

R14) Instalar programas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: Terraplenagem e área de empréstimo

Perigo: Vazamento de combustível e óleo lubrificante

R15) Estabelecer limites de velocidade para tráfego e operação de máquinas e equipamentos.

R16) Exigir das empresas contratadas o emprego de motoristas devidamente capacitados, habilitados e treinados em direção defensiva.

R17) Exigir um programa periódico de manutenção preventiva de veículos, máquinas e equipamentos das empresas contratadas.

R18) Estabelecer diretrizes e fornecer orientações de segurança no trânsito para os motoristas de veículos, máquinas e equipamentos.

Perigo: Escorregamento de taludes

R19) Exigir das empresas contratadas o fornecimento prévio dos projetos de terraplenagem.

R20) Estabelecer e implementar rotina de inspeção para fiscalização da execução de serviços de terraplenagem.

Fase: Implantação e Operação

Atividade/Sistema: *Obras civis de infraestrutura – Oficina central de manutenção / Sistema de manutenção de veículos e equipamentos*

Perigo: Geração de resíduos perigosos

R21) Elaborar e implementar rotina de fiscalização dos sistemas de manutenção preventiva de veículos, máquinas e equipamentos das empresas contratadas.

R22) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica.

R23) A área das oficinas deverá ter piso impermeabilizado e canaletas de drenagem direcionadas para um SÃO

Perigo: Incêndio/Explosão

R24) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis.

R25) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: *Obras civis de infraestrutura – Ambulatório / Primeiros socorros*

Perigo: Geração de resíduos perigosos

R26) Estabelecer e implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde.

R27) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: *Obras civis de infraestrutura – Sistema de abastecimento de veículos pesados e leves*

Perigo: Vazamento de combustíveis

R28) A área de abastecimento deverá ter piso de concreto e canaletas de drenagem direcionadas para um SAO.

R29) Os tanques de armazenamento deverão estar contidos em bacias de contenção impermeabilizadas, interligadas a um SAO.

R30) Estabelecer e implementar procedimentos para manuseio do sistema de descarregamento de combustível.

R31) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: *Obras civis de infraestrutura – Restaurante central e refeitório na mina / Áreas de serviço no subsolo – Refeitório*

Perigo: Vazamento de GLP

R32) Estabelecer e implementar procedimento de inspeção e manutenção de cilindros, tubulações, válvulas e conexões.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: *Obras civis de infraestrutura – Subestação principal e secundária*

Perigo: Incêndio/Explosão

R33) Toda a área da subestação possui malha de aterramento sob o piso, com cabos de cobre nu e hastes de cobre.

R34) Os equipamentos com óleo isolante, do tipo mineral, serão instalados com sistema de drenagem específico, conforme normas pertinentes.

R35) Realizar manutenção periódicas nas subestações e linhas de distribuição.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: *Obras civis de infra-estrutura – Sistema de tratamento de esgotos sanitários / Fossas sépticas e filtros anaeróbios / Áreas de serviço no subsolo – Sanitários / Sistema de controle ambiental – Fossas sépticas e filtros anaeróbios / Estação de Tratamento de Esgoto por Lagoas de Estabilização / Banheiros químicos*

Perigo: Vazamento de efluente fora de conformidade legal

R36) Seguir as normas técnicas aplicáveis para o projeto e operação de fossas sépticas.

R37) Elaborar e implementar procedimento para inspeção e manutenção das fossas sépticas.

R38) Elaborar e implementar programa de monitoramento do efluente final.

Perigo: Geração de resíduo perigoso (lodo)

R39) Estabelecer e implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos.

R40) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: *Sistema de transmissão de energia elétrica*

Perigo: Incêndio/Explosão

R41) Realizar manutenção periódicas nas subestações e linhas de distribuição.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: *Desenvolvimento e construção do poço vertical (Shaft)*

Perigo: Detonação descontrolada

R42) Estabelecer e implementar adequadamente o plano de fogo.

R43) Seguir as normas de manuseio de produtos explosivos do Ministério da Defesa.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: *Sistema de controle ambiental – Sistema de drenagem*

Perigo: Rompimento do sistema de drenagem em pontos localizados

R44) Assegurar a elaboração de projetos adequados para a construção dos sistemas de drenagem.

R45) Elaborar e implementar procedimento para inspeção, manutenção e limpeza do sistema de drenagem.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: *Sistema de controle ambiental – Sistema separador de água e óleo (SAO)*

Perigo: Vazamento de efluente fora de conformidade legal / Geração de resíduos perigosos

R46) Seguir as normas técnicas aplicáveis para o projeto e operação de SAO.

R47) Elaborar e implementar procedimento para coleta de óleo e da borra oleosa.

R48) Implementar procedimentos para inspeção e manutenção periódica e sistemática do SAO.

R49) Implementar programas periódicos de monitoramento dos efluentes bruto e tratado.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: *Sistema de controle ambiental – Central Provisória de materiais descartáveis (CMD)*

Perigo: Incêndio/Explosão

R50) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis.

R51) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.

Perigo: Geração de resíduos perigosos

R52) Manter os resíduos perigosos armazenados em áreas apropriadas, cobertas e com solo impermeabilizado.

R53) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: Sistema de controle ambiental – Disposição de resíduos orgânicos e inorgânico

Perigo: Percolação de chorume no solo

R54) Seguir as normas técnicas aplicáveis para o projeto de aterros sanitários (NBR 8419/NB 843).

R55) Implementar programa de monitoramento da qualidade dos efluentes e das águas.

R56) Implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos.

Fase: Implantação

Atividade/Sistema: Sistema de controle ambiental – Disposição resíduos de saúde

Perigo: Geração de resíduos perigosos

R57) Estabelecer e implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde.

R58) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde.

R59) Os resíduos provenientes do ambulatório médico deverão ser tratados fora da Flona, em autoclave, antes da sua destinação final, para evitar riscos de contaminação

Fase: Operação

Atividade/Sistema: Disposição de estéril / Pilhas temporárias de minério

Perigo: Escorregamento de taludes das pilhas de estéril ou das pilhas temporárias de minério

R60) Seguir as orientações do plano geotécnico.

R61) Realizar avaliações geotécnicas periódicas dos taludes das pilhas de estéril e das pilhas temporárias de minério.

Fase: Operação

Atividade/Sistema: Beneficiamento

Perigo: Geração de material particulado

R62) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica nos sistemas de aspersão fixos.

Fase: Operação

Atividade/Sistema: Beneficiamento - Etapas de concentração (flotação)

Perigo: Derramamento de reagentes

R63) Estabelecer e implementar procedimentos para estocagem e manuseio de produtos químicos.

Fase: Operação

Atividade/Sistema: Sistema de disposição de rejeitos

Perigo: Rompimento da barragem de rejeitos

R64) 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, periódicas, auditorias técnicas de segurança abordando os critérios geotécnicos e ambientais.
- Executar vegetação dos taludes visando evitar ravinamentos e erosão.
- Implantar sistema de drenagem superficial objetivando disciplinar a condução de águas pluviais.
- Executar monitoramento geotécnico e ambiental, considerando:
 - Leituras periódicas das instrumentações: recalques, piezômetros.
 - Inspeções periódicas visuais nos maciços.
 - Medições periódicas de vazões de drenos internos.
 - Monitoramento periódico da qualidade das águas vertentes.
 - Inspeção do sistema de drenagem superficial, verificando-se a integridade das estruturas e dispositivos e os processos de assoreamento.
 - Serviços de batimetria para verificação do assoreamento do reservatório.

Fase: Operação

Atividade/Sistema: Sistema de captação de água – Barragem de água

Perigo: Rompimento da barragem de água

R65) Adotar as seguintes medidas previstas no Plano de Gestão de Barragens da Vale:

- Promover, periódicas, auditorias técnicas de segurança abordando os critérios geotécnicos e ambientais.
- Executar vegetação dos taludes visando evitar ravinamentos e erosão.
- Implantar sistema de drenagem superficial objetivando disciplinar a condução de águas pluviais.
- Executar monitoramento geotécnico e ambiental, considerando:
 - Leituras periódicas das instrumentações: recalques, piezômetros.
 - Inspeções periódicas visuais nos maciços.
 - Medições periódicas de vazões de drenos internos.
 - Inspeção do sistema de drenagem superficial, verificando-se a integridade das estruturas e dispositivos e os processos de assoreamento.
 - Serviços de batimetria para verificação do assoreamento do reservatório.

14.7 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.

O PGR contém os seguintes itens:

- Informações de segurança de processo
- Revisão dos riscos de processo
- Gerenciamento de modificações
- Manutenção e garantia da integridade de sistemas críticos

- Procedimentos operacionais
- Procedimentos para realização de serviços não rotineiros
- Capacitação de recursos humanos
- Investigação de incidentes
- Auditorias

14.7.1 Informações de Segurança de Processo

Os documentos relacionados a seguir devem estar disponíveis e atualizados, sendo revistos sempre que ocorrerem modificações que impliquem na sua imprecisão ou desatualização:

- planta geral de situação;
- documentos de engenharia: memorial descritivo, fluxogramas de engenharia, apresentando os principais equipamentos, instrumentação, tubulações e acessórios dos sistemas, folhas de dados dos principais equipamentos e plantas de tubulações e elétrica;
- sistemas de proteção contra incêndio: planta baixa da rede de água de combate a incêndio, informações sobre o tipo, quantidade e localização de extintores e acessórios de combate a incêndio (mangueiras, esguichos, etc.), informações sobre tipo, dimensões e capacidade das fontes de suprimento de água de combate a incêndio e características técnicas e operacionais das bombas de combate a incêndio;
- características de risco das substâncias manuseadas: fichas com as características de risco de todas as substâncias manuseadas.

14.7.2 Revisão dos Riscos de Processo

Uma revisão dos riscos deve ser feita para todas as instalações que envolvam substâncias ou processos perigosos pelo menos uma vez a cada dois anos, ou sempre que ocorrerem modificações que possam afetar a segurança operacional. As técnicas e metodologias a serem utilizadas na revisão dos riscos devem ser definidas para cada situação/condição específica considerando a complexidade do sistema e o inventário de substâncias perigosas.

Quando cabível, devem ser propostas medidas para redução dos riscos identificados, bem como os prazos e os responsáveis pela sua implantação.

14.7.3 Gerenciamento de Modificações

Qualquer modificação na instalação que implique em condições operacionais diferentes das originais deve ser obrigatoriamente precedida pela realização de uma análise em que sejam consideradas e avaliadas:

- as bases técnicas da modificação proposta;
- o tempo necessário para realização da modificação;
- as conseqüências da modificação para a segurança da instalação;
- a necessidade de mudanças em procedimentos operacionais e atualização da documentação técnica pertinente;
- a necessidade de informação e treinamento do pessoal quanto à modificação proposta.

Esta análise deve ser documentada e receber a aprovação do responsável pela instalação anteriormente à realização da modificação proposta.

14.7.4 Manutenção e garantia da integridade de sistemas críticos

A instalação deve possuir um sistema de inspeção e manutenção visando a garantir a integridade de seus equipamentos mecânicos e elétricos. Cada equipamento deve possuir uma ficha na qual sejam registradas todas as inspeções e manutenções realizadas. A frequência da realização de inspeções, manutenções e testes deve ser compatível com as recomendações dos fabricantes e com as boas práticas de engenharia.

14.7.5 Procedimentos operacionais

Devem estar estabelecidos os requisitos para a elaboração e implantação de padrões e procedimentos operacionais que forneçam orientações claras para a condução segura de todas as operações rotineiras. Os padrões e procedimentos devem ser periodicamente atualizados, de forma a assegurar o fornecimento de instruções precisas, claras e objetivas para a condução das atividades operacionais.

14.7.6 Procedimentos para Realização de Serviços Não Rotineiros

Qualquer serviço não rotineiro, tal como serviços de manutenção, montagem, desmontagem, construção, inspeção ou reparo de equipamentos, deve ser precedido pelo preenchimento de uma solicitação de permissão para trabalho, onde deve constar:

- tipo de trabalho a ser executado;
- identificação do solicitante e do executante do serviço;
- local e data de execução do serviço;
- descrição do serviço;
- horário previsto para início e término do serviço.

A solicitação de permissão para trabalho deverá ser encaminhada ao setor apropriado, onde serão feitas as recomendações e restrições julgadas cabíveis.

14.7.7 Capacitação de Recursos Humanos

A instalação deve possuir programas de treinamento operacional e de segurança para seus funcionários, cujos conteúdos deverão ser definidos em função das especificidades dos cargos e tarefas a serem executadas.

Todos os funcionários devem ser submetidos ao treinamento adequado à sua função antes de iniciarem suas atividades. Também devem ser previstos programas de reciclagem periódica, bem como campanhas e outras atividades de promoção de segurança.

Todas as atividades de treinamento devem ser registradas, com a indicação da data, tipo e nome dos participantes. A indicação da data e tipo de treinamento realizado também deve constar da ficha individual de cada funcionário.

14.7.8 Investigação de Incidentes

Devem ser investigados todos os incidentes que tenham ou que poderiam ter resultado em danos significativos a pessoas, instalações ou ao meio ambiente. A investigação deverá ser iniciada tão logo seja possível, no prazo máximo de 48 horas após a ocorrência do incidente.

Ao término da investigação, deverá ser gerado um relatório contendo as seguintes informações:

- data e horário do incidente;
- data do início da investigação;
- descrição do incidente;
- ações emergenciais tomadas;
- identificação das causas e fatores que contribuíram para o acidente;
- relação ou estimativa dos danos causados;
- conclusões e recomendações de ações corretivas.

Todas as recomendações de ações corretivas deverão ser documentadas com a indicação de prazo e responsável pela sua implantação.

14.7.9 Auditorias

Visando à verificação da conformidade de procedimentos e práticas com os requisitos estabelecidos neste Programa, auditorias devem ser realizadas periodicamente. O resultado dessas auditorias deve ser documentado, bem como as ações propostas para as deficiências encontradas, com a indicação de prazo e responsável por sua execução. de prazo e responsável por sua execução.

14.8 Plano de Ação de Emergência (PAE)

14.8.1 Objetivo

Estão apresentadas a seguir as diretrizes do Plano de Ação de Emergência – PAE a ser implantado 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.

Os procedimentos aqui apresentados estão fundamentados nos cenários acidentais identificados e avaliados através da Análise Preliminar de Perigos – APP.

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;
- Promover a integração das ações de resposta às emergências com outras instituições.

14.8.2 Cenários Acidentais

Os seguintes cenários acidentais foram identificados na Análise Preliminar de Perigos – APP e servem de base para este plano:

- Acidentes durante a mobilização de veículos, máquinas e equipamentos.
- Vazamento de GLP nos canteiros de obras.
- Incêndio ou explosão nos canteiros de obras, pátios, restaurante, no sistema de energia elétrica, na subestação principal e secundária, no paiol de explosivos, no sistema de abastecimento de combustíveis, nas oficinas de manutenção ou no CMD.
- Incêndio florestal ou nos estoques de madeira.
- Escorregamento de taludes durante terraplanagem, disposição de estéril e pilhas temporárias de minério.
- Vazamento de efluentes fora de conformidade legal na ETE, SAO ou fossa séptica.
- Vazamento de combustível no sistema de abastecimento.
- Geração de resíduos perigosos no ambulatório médico, na oficina de manutenção, ETE, SAO, fossa séptica, CMD ou disposição de resíduos de saúde.
- Percolação de chorume no solo na área de armazenamento de resíduos orgânicos e inorgânicos.
- Geração de material particulado no beneficiamento.
- Derramamento de reagente no beneficiamento.
- Detonação descontrolada na abertura do poço vertical (shaft) ou na lavra subterrânea.
- Rompimento do sistema de drenagem.
- Rompimento de barragem de água ou de rejeitos.

14.8.3 Rompimento de barragem de água ou de rejeitos. Organização de Emergência

A Estrutura Organizacional de Resposta (EOR) está apresentada na **Figura 14.8.1**.

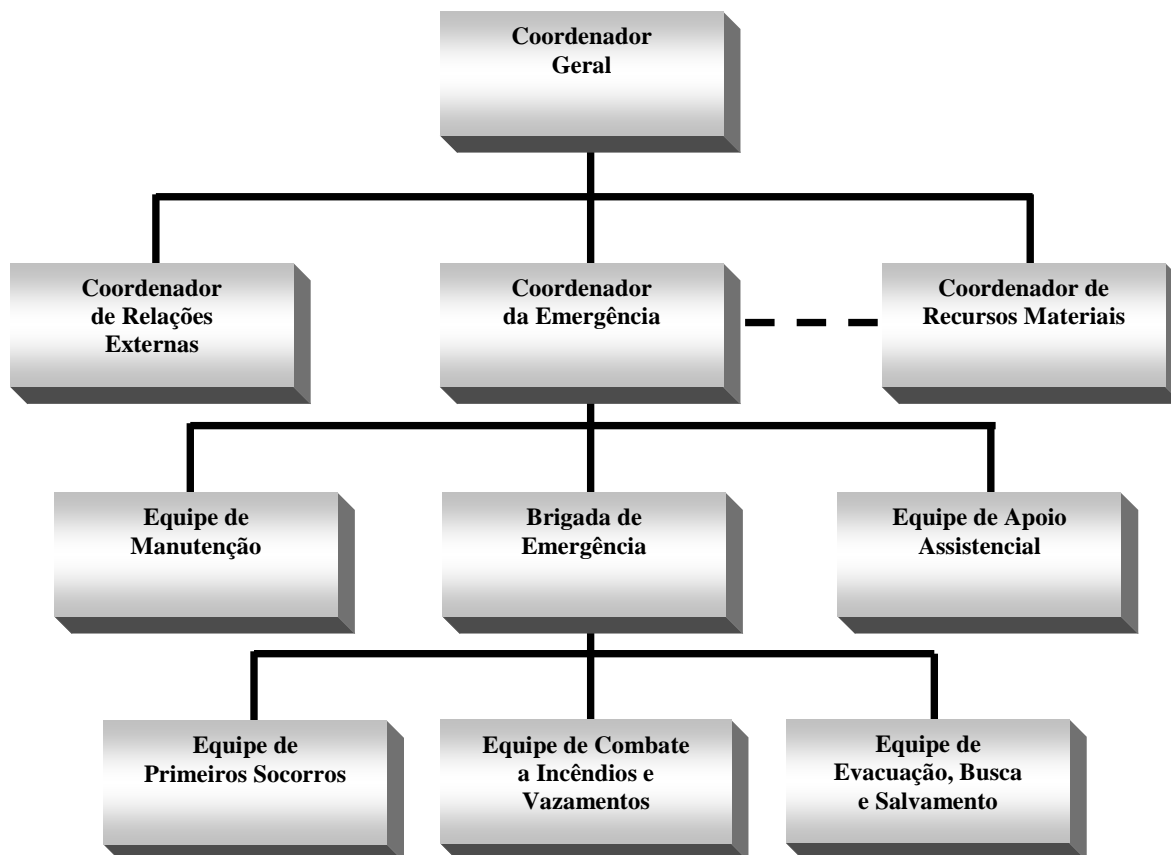


FIGURA 14.8.1 - Estrutura Organizacional de Resposta.

As atribuições e responsabilidades de cada função da Estrutura Organizacional de Resposta estão apresentadas a seguir. Os responsáveis por cada função deverão ser definidos antes do início das atividades do Projeto.

– Coordenador Geral

O Coordenador Geral tem por atribuição o gerenciamento global de todas as operações emergenciais e a comunicação com a direção da empresa, tomando as decisões necessárias, com base nas assessorias prestadas por seus colaboradores, com a finalidade de propiciar as condições ideais para o bom andamento dos trabalhos de combate à emergência.

O Coordenador Geral tem as seguintes atribuições:

- Avaliar a situação e os riscos que se apresentam durante a emergência.
- Avaliar, juntamente com o Coordenador da Emergência, a necessidade de auxílio externo.
- Solicitar ao Coordenador de Relações Externas o apoio de órgãos externos ou de outras unidades da Vale.
- Autorizar a paralisação das unidades, caso possam interferir nos procedimentos emergenciais ou não ofereçam condições seguras aos funcionários.

- Autorizar a evacuação das unidades sob risco em situações emergenciais.
- Acionar os Coordenadores dos Planos de Ação de Emergência das instalações integrantes do PAM – Plano de Auxílio Mútuo. Esta decisão deverá ser tomada em conjunto com o Coordenador da Emergência do PAE.
- Acionar a Área de Comunicação
- Notificar e prover informações necessárias às autoridades federais, estaduais e locais, por meio do coordenador de relações externas.
- Decidir juntamente com autoridades locais a necessidade de evacuação de áreas externas.
- Viabilizar os recursos financeiros, materiais e humanos, internos e externos, em tempo hábil, para o bom andamento das ações de resposta.
- Autorizar a contratação de empresas especializadas para combate e controle à emergência, se necessário.
- Decretar o término da emergência, inspecionar o local sinistrado junto com o Coordenador da Emergência para as investigações e elaborar o relatório.
- Autorizar o Coordenador de Recursos Materiais a realizar a reposição dos recursos utilizados durante o atendimento emergencial.
- Coordenar junto aos demais coordenadores a programação de treinamentos simulados.
- Reportar-se à direção da Vale para relatar o ocorrido e o desencadeamento das ações.

— **Coordenador de Relações Externas**

O Coordenador de Relações Externas ou Assessor de Imprensa é responsável por solicitar o apoio de órgãos externos, mediante solicitação do Coordenador Geral do PAE, e promover a articulação com os diversos veículos da mídia. Deverá programar entrevistas e antecipar a veiculação de notícias, visando evitar relatos incoerentes ou alarmistas, de modo que estas retratem a realidade dos fatos, evitando desencontros de informações e garantindo a integridade da imagem da empresa, além de manter a comunidade e as autoridades bem informadas.

As principais atribuições do Coordenador de Relações Externas são:

- Informar o órgão ambiental estadual sobre a ocorrência, enviando posteriormente o relatório de ocorrência emergencial, conforme procedimento definido neste PAE.
- Acionar o Plano de Auxílio Mútuo (PAM) através do contato com os Coordenadores das instalações integrantes.
- Solicitar o apoio de entidades externas ou de outras unidades da Vale.
- Acompanhar permanentemente as ações de combate ao acidente, junto à coordenação Geral, de forma a se manter atualizado para, periodicamente, informar os órgãos de imprensa.
- Emitir notas oficiais.
- Orientar quanto aos procedimentos a serem adotados quando da realização de depoimentos aos órgãos de imprensa.

- Programar entrevistas e declarações oficiais aos órgãos de imprensa, por parte do Coordenador Geral ou de pessoa por ele designada.

– **Coordenador de Recursos Materiais**

O Coordenador de Recursos Materiais tem por atribuição manter o suprimento dos recursos necessários para um atendimento emergencial. O Coordenador de Recursos Materiais tem as seguintes atribuições:

- Levantar junto ao Coordenador da Emergência, após a ocorrência de um acidente, a necessidade de reposição e de aquisição de novos recursos materiais a serem utilizados em futuras situações emergenciais.
- Reportar ao Coordenador Geral do PAE a necessidade de reposição e aquisição de recursos materiais, bem como o custo envolvido na compra dos mesmos.
- Quando aprovada, realizar a reposição dos recursos necessários.
- Implementar e manter um programa de manutenção dos equipamentos e materiais destinados ao atendimento de emergências.

– **Coordenador da Emergência**

O Coordenador da Emergência tem como responsabilidade gerenciar as ações operacionais para minimização dos impactos causados pelo acidente. O Coordenador da Emergência tem as seguintes atribuições:

- Avaliar o cenário do acidente, acionar as equipes pertinentes e coordenar os trabalhos de combate.
- Coordenar a evacuação, o resgate, o salvamento e o desencadeamento de ações de primeiros socorros, previamente definidas para cada equipe.
- Auxiliar o Coordenador Geral na decisão e acionamento dos Coordenadores dos Planos de Ação de Emergência das instalações integrantes do PAM – Plano de Auxílio Mútuo.
- Articular com outras unidades da empresa e entidades externas as ações a serem desencadeadas para controle do acidente.
- Solicitar ao Coordenador Geral o acionamento e a mobilização dos recursos necessários, de forma a garantir o bom andamento das ações de resposta.
- Informar periodicamente o Coordenador Geral sobre o andamento dos trabalhos.
- Assegurar, juntamente com o Coordenador de Recursos Materiais, que todos os equipamentos de emergência estejam disponíveis para sua utilização quando necessária.
- Orientar as atividades de limpeza pós-acidente.
- Solicitar ao Coordenador Geral a paralisação das unidades durante a emergência, caso necessário.
- Manter o Coordenador Geral informado sobre o desencadeamento das ações de resposta.
- Responsabilizar pela manutenção do respectivo plano e pela programação de exercícios simulados, avaliação da atuação da equipe de emergência e dos brigadistas, definição dos líderes de brigada de cada área específica.
- Coordenar junto com o Coordenador Geral a programação de treinamentos simulados.

– Equipe de Apoio Assistencial

Cabe à Equipe de Apoio Assistencial a responsabilidade pela organização da entrada e saída de veículos na instalação e nas áreas de emergência, pelo apoio à execução de evacuações, pela informação aos funcionários, pela provisão de transporte auxiliar, entre outros. As suas atribuições são:

- Solicitar a retirada de veículos do local de emergência.
- Não permitir a entrada de veículos que não sejam necessários no local de emergência.
- Solicitar à portaria a paralisação do fluxo de entrada de veículos na unidade, com exceção de veículos de apoio emergencial.
- Apoiar a Equipe de Evacuação, Busca e Salvamento durante a evacuação das edificações.
- Apoiar as demais equipes do PAE, segundo a necessidade.
- Fornecer informações de abandono seguro aos funcionários.
- Providenciar transporte para evacuação dos funcionários, caso seja necessário.

– Equipe de Manutenção

A Equipe de Manutenção deverá ser formada pelos funcionários dos diversos setores de manutenção da unidade, sendo responsável por eventuais reparos requeridos durante o combate ao acidente. Suas atribuições são:

- Preparar e solicitar os materiais necessários ao reparo de equipamentos avariados, visando reduzir os danos causados pela emergência.
- Providenciar o corte ou o fornecimento de energia elétrica e o suprimento de água.
- Controlar e informar ao Coordenador da Emergência o tempo gasto para os reparos.
- Realizar plano de manutenção periódica dos equipamentos utilizados no atendimento a emergência.

– Brigada de Emergência

A Brigada de Emergência deverá ser formada pelas seguintes equipes:

- Equipe de Primeiros Socorros
- Equipe de Combate a Vazamentos e Incêndios
- Equipe de Evacuação, Busca e Salvamento

O Líder da Brigada de Emergência e os colaboradores das equipes de Primeiros Socorros, Combate a Vazamentos e Incêndios e Evacuação, Busca e Salvamento deverão ser capacitados por meio de treinamentos específicos para essas funções.

Líder da Brigada de Emergência

O Líder da Brigada de Emergência tem por função adotar as primeiras providências relativas à avaliação das ocorrências, em conjunto com o Coordenador da Emergência, adotar medidas para a prevenção, abandono e combate à situação emergencial, coordenar as ações das equipes formadoras da Brigada de Emergência e, ainda, atuar conjuntamente, em sinistros de maior porte, com o Corpo de Bombeiros.

O Líder da Brigada de Emergência tem as seguintes atribuições:

- Verificar o local exato e o tipo de emergência, juntamente com o Coordenador da Emergência, avaliando a sua extensão.
- Solicitar ao Coordenador da Emergência o acionamento das demais equipes envolvidas no PAE.
- Atuar nas ações de emergência, liderando as equipes da brigada e solicitando os recursos necessários.
- Solicitar recursos adicionais ao Coordenador da Emergência.
- Manter o Coordenador da Emergência informado sobre o andamento das ações de resposta.

– Equipe de Primeiros Socorros

Caberá à Equipe de Primeiros Socorros desenvolver ações voltadas ao atendimento das vítimas do acidente, inicialmente através da prestação de primeiros socorros e, posteriormente, sob orientação da equipe médica. São suas atribuições:

- Mobilizar os recursos disponíveis para os primeiros socorros e permanecer de prontidão para eventual intervenção, caso necessário.
- Prestar primeiros socorros às vítimas envolvidas nos acidentes.
- Prestar os primeiros atendimentos, caso haja vítimas, até a chegada de equipes médicas especializadas.

– Equipe de Combate a Vazamentos e Incêndios

A Equipe de Combate a Vazamentos e Incêndios deverá ser composta por pessoas devidamente treinadas para enfrentar vazamentos de produtos químicos e incêndios nas instalações. São suas atribuições:

- Combater a situação emergencial com o uso dos recursos apropriados.
- Analisar a possibilidade de propagação da situação emergencial, e atuar no sentido de reduzir as eventuais conseqüências.

– Equipe de Evacuação, Busca e Salvamento

Caberá a este grupo atuar em ocorrências que requeiram a evacuação, resgate e salvamento de vítimas envolvidas nos acidentes, de modo a preservar sua saúde e integridade física. São suas atribuições:

- Realizar a evacuação das pessoas presentes na área envolvida no acidente e nas áreas sob risco.
- Realizar o resgate e o salvamento das vítimas envolvidas no acidente.
- Solicitar ao Líder da Brigada de Emergência o acionamento das demais equipes envolvidas no PAE.

14.8.4 Comunicação de Emergência e Acionamento do PAE

A ocorrência de qualquer situação anormal nas instalações do Projeto Alemão deverá ser comunicada, de imediato, ao Coordenador Geral, ou na sua ausência ao Coordenador da Emergência, que, após avaliar a ocorrência decidirá quanto ao acionamento do PAE.

O acionamento do PAE deverá ser feito conforme a **Figura 14.8.2**.

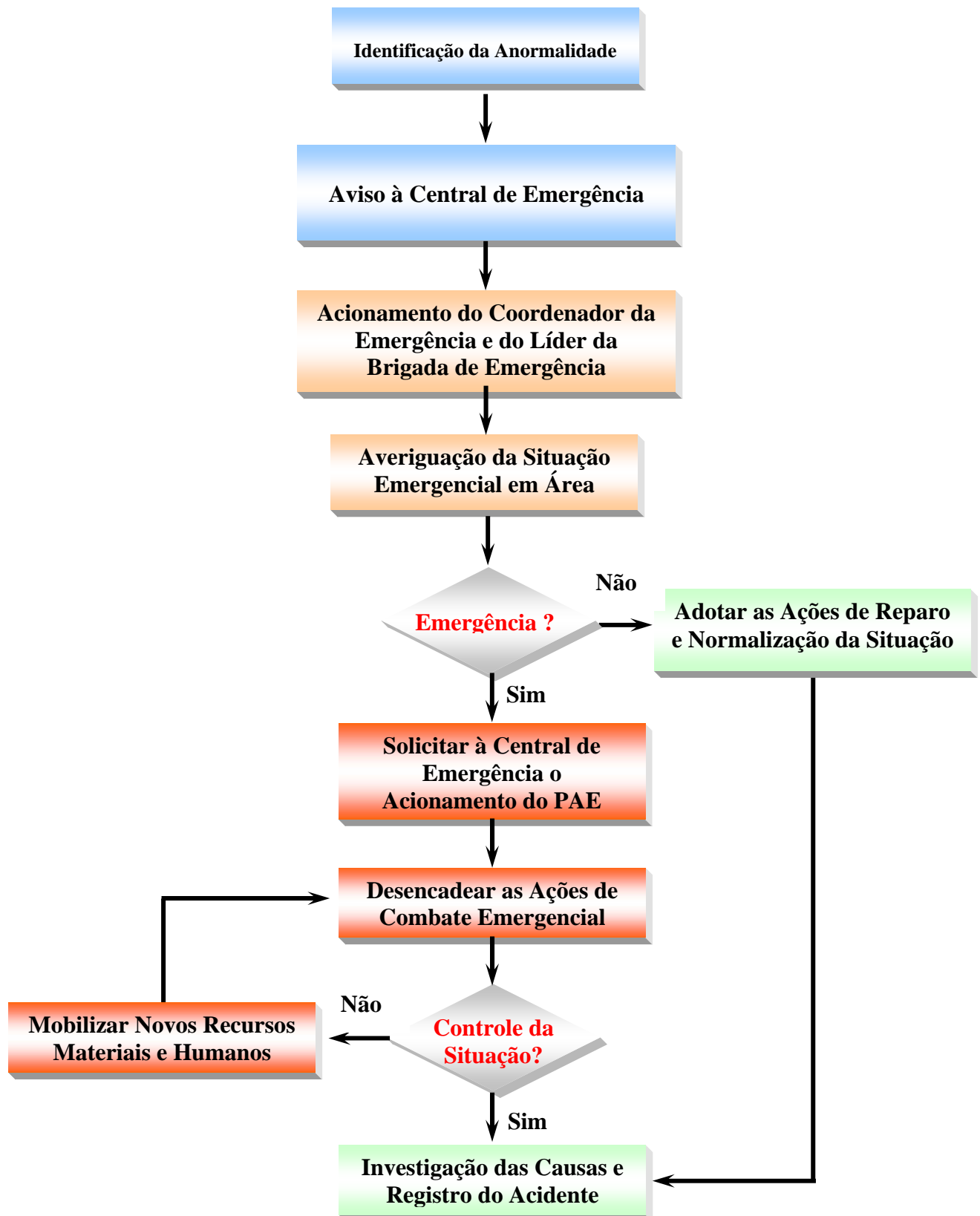


FIGURA 14.8.2 - Fluxograma de acionamento do PAE.

Qualquer funcionário ou prestador de serviços deverá informar a ocorrência de uma situação emergencial à Central de Emergência, que deverá avisar imediatamente o Coordenador da Emergência e o Líder da Brigada de Emergência.

O Coordenador da Emergência e o Líder da Brigada deverão se dirigir para o local da ocorrência e avaliar a situação. Caso a situação esteja sob controle, ou seja, facilmente controlável, o Coordenador da Emergência, juntamente com o Líder da Brigada de Emergência, deverá orientar as devidas ações corretivas para normalização da situação.

Controlada a situação, deverá ser elaborado um relatório de investigação das causas e registro do acidente, o qual será encaminhado posteriormente para análise do Coordenador Geral do PAE juntamente com a gerência da unidade.

Caso a situação esteja fora de controle, o Coordenador da Emergência deverá efetuar o acionamento do PAE, solicitando à Central de Emergência que emita o sinal de alerta por meio da sirene local ou sirene geral da unidade. Após o acionamento do PAE, todos os componentes da EOR deverão se mobilizar para o cumprimento de suas atribuições.

Em caso de necessidade de evacuação da unidade, o Coordenador da Emergência, após autorização do Coordenador Geral, deverá solicitar à Central de Emergência que emita o sinal de abandono por meio da sirene local ou geral da unidade.

Encerrada a emergência, o Coordenador da Emergência, após autorização do Coordenador Geral, deverá solicitar à Central de Emergência que emita o sinal de término da emergência por meio da sirene geral da unidade.

Controlada a situação, deverá ser elaborado um relatório de investigação das causas e registro do acidente, o qual será encaminhado posteriormente para análise do Coordenador Geral do PAE juntamente com a gerência da unidade.

14.8.5 Procedimentos Emergenciais

14.8.5.1 Procedimentos Operacionais de Resposta

Estão descritos a seguir os procedimentos operacionais de resposta previstos para cada cenário acidental identificado.

- a) Cenário acidental: Acidentes durante a mobilização de veículos, máquinas e equipamentos
 - Coordenador da Emergência
 - Avaliar o incidente e, se necessário, acionar a Brigada de Emergência e os demais componentes da Estrutura Organizacional de Resposta.
 - Providenciar o isolamento da área.
 - Se houver vazamento, orientar a Brigada de Emergência nas ações de contenção e recolhimento do produto vazado.
 - Providenciar a limpeza das áreas afetadas e a coleta e disposição dos resíduos gerados.
 - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.

- Brigada de Emergência
 - Efetuar a contenção e recolhimento do produto vazado seguindo as orientações do Coordenador da Emergência.
 - Em área terrestre, efetuar a contenção com a construção de diques ou canaletas, para posterior recolhimento do produto.
 - Caso o produto atinja algum corpo d'água, efetuar a contenção com o emprego de barreiras. O produto deverá ser direcionado para a margem para posterior recolhimento.
 - Monitorar a existência de atmosfera explosiva no local.
 - Efetuar o salvamento das vítimas e proceder aos primeiros socorros;
 - Providenciar transporte e/ou atendimento médico para as vítimas.

- b) Cenário acidental: Vazamento de GLP nos canteiros de obras
 - Coordenador da Emergência
 - Avaliar o incidente, acionar a Brigada de Emergência e, se necessário, os demais componentes da Estrutura Organizacional de Resposta.
 - Providenciar o isolamento da área e a supressão de todas as possíveis fontes de ignição.
 - Orientar as ações da Brigada de Emergência.
 - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.

 - Brigada de Emergência
 - Atuar seguindo as orientações do Coordenador da Emergência.
 - Se necessário, orientar a evacuação da área;
 - Efetuar o salvamento das vítimas e proceder aos primeiros socorros;
 - Providenciar transporte e/ou atendimento médico para as vítimas.
 - Providenciar o desligamento da energia elétrica do local afetado;
 - Identificar a fonte e, se possível, providenciar a interrupção do vazamento.
 - Resfriar áreas sujeitas a incêndio

- c) Cenário acidental: Incêndio ou explosão nos canteiros de obras, pátios, restaurante, no sistema de energia elétrica, na subestação principal e secundária, no paiol de explosivos, no sistema de abastecimento de combustíveis, nas oficinas de manutenção ou no CMD.
 - Coordenador da Emergência
 - Avaliar o incidente, acionar a Brigada de Emergência e, se necessário, os demais componentes da Estrutura Organizacional de Resposta.
 - Providenciar o isolamento da área.
 - Identificar o tipo de produto envolvido e os locais atingidos pelo incêndio.
 - Orientar as ações da Brigada de Emergência.
 - Na medida do possível providenciar a contenção da água utilizada no combate ao incêndio.
 - Providenciar a limpeza das áreas afetadas e a coleta e disposição dos resíduos gerados.
 - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.

 - Brigada de Emergência
 - Efetuar o combate ao incêndio seguindo as orientações do Coordenador da Emergência;
 - Acionar os sistemas fixos e móveis de combate disponíveis.
 - Providenciar o desligamento da energia elétrica do local afetado;

- Se possível, providenciar a retirada de materiais inflamáveis ou combustíveis do local afetado.
 - No caso de linhas de mangueiras, efetuar o combate empregando pelo menos duas linhas: uma de ataque e uma de proteção. Efetuar o combate, sempre que possível, a favor do vento.
 - Efetuar o resfriamento de instalações próximas.
 - Efetuar o salvamento das vítimas e proceder aos primeiros socorros;
 - Providenciar transporte e/ou atendimento médico para as vítimas.
- d) Cenário acidental: Incêndio florestal ou nos estoques de madeira
- Coordenador da Emergência
 - Avaliar o incidente e, se necessário, acionar os demais componentes da Estrutura Organizacional de Resposta.
 - Avaliar as condições de propagação do incêndio e as áreas vulneráveis.
 - Orientar as ações da Brigada de Emergência.
 - Se necessário, acionar apoio aéreo para lançamento de água.
 - Disponibilizar os suprimentos requeridos pela equipe de combate;
 - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.
 - Brigada de Emergência
 - Efetuar o combate ao incêndio seguindo as orientações do Coordenador da Emergência.
 - Iniciar o combate direto empregando abafadores manuais e bombas costais.
 - Se possível, efetuar o combate com linha de mangueira pressurizada pela rede de incêndio ou por veículo de combate a incêndio.
 - Efetuar construção de aceiros na direção de propagação do incêndio.
 - Providenciar o desligamento de redes de energia elétrica próximas à área afetada;
 - Resfriar áreas e estruturas passíveis de serem atingidas pelo incêndio, particularmente aquelas que podem contribuir para aumentar o incêndio, como: reservatórios de combustíveis ou depósitos de materiais inflamáveis.
- e) Cenário acidental: Escorregamento de taludes durante terraplenagem, disposição de estéril e pilhas temporárias de minério.
- Coordenador da Emergência
 - Avaliar o incidente e, se necessário, acionar os demais componentes da Estrutura Organizacional de Resposta.
 - Providenciar o isolamento da área.
 - Avaliar ou mobilizar profissionais capacitados para avaliar a possibilidade de novos deslizamentos e tomar as medidas necessárias para evitar a sua ocorrência.
 - Providenciar a retirada do material e a recuperação das áreas afetadas.
 - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.
 - Brigada de Emergência
 - Efetuar o salvamento das vítimas e proceder aos primeiros socorros;
 - Providenciar transporte e/ou atendimento médico para as vítimas.

- f) Cenário acidental: Vazamento de efluentes fora de conformidade legal na ETE, SAO ou fossa séptica.
- Coordenador da Emergência
 - Avaliar o incidente e, se necessário, acionar a Brigada de Emergência e os demais componentes da Estrutura Organizacional de Resposta.
 - Providenciar o isolamento da área.
 - Orientar a Brigada de Emergência nas ações de contenção e recolhimento do produto vazado.
 - Providenciar a limpeza das áreas afetadas e a coleta e disposição dos resíduos gerados.
 - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.
 - Brigada de Emergência
 - Efetuar a contenção e recolhimento do produto vazado seguindo as orientações do Coordenador da Emergência.
 - Em área terrestre, efetuar a contenção com a construção de diques ou canaletas, para posterior recolhimento do produto.
 - Caso o produto atinja algum corpo d'água, efetuar a contenção com o emprego de barreiras. O produto deverá ser direcionado para a margem para posterior recolhimento.
 - Identificar a fonte e, se possível, providenciar a interrupção do vazamento.
- g) Cenário acidental: Vazamento de combustível no sistema de abastecimento
- Coordenador da Emergência
 - Avaliar o incidente e, se necessário, acionar a Brigada de Emergência e os demais componentes da Estrutura Organizacional de Resposta.
 - Providenciar o isolamento da área.
 - Orientar a Brigada de Emergência nas ações de contenção e recolhimento do produto vazado.
 - Providenciar a limpeza das áreas afetadas e a coleta e disposição dos resíduos gerados.
 - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.
 - Brigada de Emergência
 - Efetuar a contenção e recolhimento do produto vazado seguindo as orientações do Coordenador da Emergência.
 - Em área terrestre, efetuar a contenção com a construção de diques ou canaletas, para posterior recolhimento do produto.
 - Caso o produto atinja algum corpo d'água, efetuar a contenção com o emprego de barreiras. O produto deverá ser direcionado para a margem para posterior recolhimento.
 - Identificar a fonte e, se possível, providenciar a interrupção do vazamento.
- h) Cenário acidental: Geração de resíduos perigosos no ambulatório médico, na oficina de manutenção, ETE, SAO, fossa séptica, CMD ou disposição de resíduos de saúde
- Coordenador da Emergência
 - Avaliar o incidente e, se necessário, acionar a Brigada de Emergência e os demais componentes da Estrutura Organizacional de Resposta.
 - Providenciar o isolamento da área.
 - Identificar a fonte e o produto vazado e, se possível, providenciar a interrupção do vazamento.

- Orientar a Brigada de Emergência nas ações de contenção e recolhimento do produto vazado.
 - Providenciar a limpeza das áreas afetadas e a coleta e disposição dos resíduos gerados.
 - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.
- Brigada de Emergência
- Identificar o produto vazado;
 - Avaliar em conjunto com o Coordenador da Emergência os riscos associados ao produto vazado;
 - Efetuar a contenção e recolhimento do produto vazado seguindo as orientações do Coordenador da Emergência, as recomendações constantes na ficha de segurança do produto e o Manual para Atendimento de Emergências com Produtos Perigosos, da ABIQUIM.
- i) Cenário acidental: Percolação de chorume no solo na área do aterro sanitário
- Coordenador da Emergência
 - Avaliar o incidente e tomar as ações necessárias para seu controle.
 - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.
- j) Cenário acidental: Geração de material particulado no beneficiamento
- Coordenador da Emergência
- Avaliar o incidente e tomar as ações necessárias para seu controle.
 - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.
- k) Cenário acidental: Derramamento de reagente no beneficiamento
- Coordenador da Emergência
- Avaliar o incidente e, se necessário, acionar a Brigada de Emergência e os demais componentes da Estrutura Organizacional de Resposta.
 - Providenciar o isolamento da área.
 - Orientar a Brigada de Emergência nas ações de contenção e recolhimento do produto vazado.
 - Providenciar a limpeza das áreas afetadas e a coleta e disposição dos resíduos gerados.
 - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.
- Brigada de Emergência
- Efetuar a contenção e recolhimento do produto vazado seguindo as orientações do Coordenador da Emergência.
 - Identificar a fonte e, se possível, providenciar a interrupção do vazamento.
- l) Cenário acidental: Detonação descontrolada na abertura do poço vertical (shaft) ou na lavra subterrânea
- Coordenador da Emergência
- Avaliar o incidente, acionar a Brigada de Emergência e, se necessário, os demais componentes da Estrutura Organizacional de Resposta.
 - Providenciar o isolamento da área.
 - Orientar as ações da Brigada de Emergência.

- Providenciar a limpeza das áreas afetadas e a coleta e disposição dos resíduos gerados.
 - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.
- Brigada de Emergência
- Atuar seguindo as orientações do Coordenador da Emergência.
 - Se necessário, evacuar a área;
 - Efetuar o salvamento das vítimas e proceder aos primeiros socorros;
 - Providenciar transporte e/ou atendimento médico para as vítimas.
 - Em caso de incêndio, providenciar o desligamento da energia elétrica do local afetado;
 - Combater eventuais focos de incêndio.
- m) Cenário acidental: Rompimento do sistema de drenagem
- Coordenador da Emergência
- Avaliar o incidente e tomar as ações necessárias para seu controle.
 - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.
- n) Cenário acidental: Rompimento de barragem de água ou de rejeitos
- Coordenador da Emergência
- Acionar todos os componentes da Estrutura Organizacional de Resposta.
 - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes e o aviso às comunidades situadas nas áreas a jusante sob risco.
 - Avaliar, por meio de sobrevôo, a extensão das áreas afetadas e atuar juntamente com as autoridades no atendimento ao público e na recuperação das áreas afetadas.

14.8.5.2 Procedimentos para Comunicação às Autoridades e Outras Entidades Externas

A comunicação da ocorrência às autoridades deverá ser realizada pelo Coordenador de Relações Externas, inicialmente por meio de contato telefônico. Posteriormente deverá ser enviado o relatório de ocorrência de emergência, a ser preenchido pelo Coordenador de Relações Externas, em conjunto com o Coordenador Geral e o Coordenador da Emergência.

Nesse relatório deverá ser informado o tipo de ocorrência, as causas que possam ter acarretado a mesma, as ações tomadas, o tempo de controle, as áreas afetadas, os danos ambientais, entre outras informações adicionais que auxiliem a compreensão do fato ocorrido. O modelo do relatório de ocorrência de emergência está apresentado a seguir.

— Relatório de Ocorrência de Emergência

Instruções de preenchimento:

Local: Identificar a área da instalação onde ocorreu o acidente.

Data: Identificar o dia da ocorrência.

Dia da semana: Identificar o dia da semana.

Hora: Lançar a hora que ocorreu o acidente, e se não for possível estimar horário.

Acionamento do PAM: Marcar um X caso o PAM tenha sido acionado.

Descrição: Descrever sucinta e objetivamente a ocorrência.

Causa provável do acidente: Relatar sucintamente as causas prováveis.

Descrição da ação do combate: Descrever materiais e os métodos que foram utilizados para atender a ocorrência.

Substâncias envolvidas: Relacionar as substâncias químicas envolvidas no início do acidente e as posteriormente afetadas, que tenham sido liberadas ou geradas.

Duração do acidente: Informar o tempo de duração do acidente.

Áreas internas afetadas: Relacionar as áreas internas à instalação que foram afetadas.

Danos ao meio ambiente: Descrever os danos provocados ao meio ambiente.

Vítimas: Relacionar os tipos de lesões ocorridas nos colaboradores da instalação e na população local.

Entidades externas de apoio acionadas: Relacionar as entidades externas acionadas.

Análise das ações do combate: Descrever se a ação (meios e métodos) foi adequada ou não.

Gerenciamento de resíduos: Descrever os meios: armazenamento, transporte e destino do resíduo.

Informações adicionais: Relacionar informações adicionais que auxiliem na compreensão da situação ocorrida.

REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE EMERGÊNCIA		Folha 1/2
VALE		
PROJETO ALEMÃO		
Local:		
Data: / /	Dia da semana:	Hora:
<input type="checkbox"/> Houve acionamento do PAM		<input type="checkbox"/> Não houve acionamento do PAM
Descrição:		
Causa provável do acidente:		
Descrição da ação de combate:		
Substâncias envolvidas:		
Duração do acidente:		
Áreas internas afetadas:		
Danos ao meio ambiente:		

REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE EMERGÊNCIA		Folha 2/2
VALE PROJETO ALEMÃO		
Vítimas:		
Entidades externas de apoio acionadas:		
Análise das ações de combate:		
Gerenciamento de resíduos:		
Informações adicionais:		
Assinaturas/Nomes:		
_____	_____	_____
Coordenador Geral	Coordenador da Emergência	Coordenador de Relações Externas

Os relatórios de ocorrência de emergência deverão ser arquivados pelo Coordenador Geral e pelo Coordenador da Emergência.

Em caso de incêndio na instalação, independentemente das proporções, o Corpo de Bombeiros local deverá ser informado de imediato pelo Coordenador de Relações Externas.

Caso exista a possibilidade de vítimas, o Coordenador de Relações Externas deverá informar os hospitais locais, para que estes se mantenham em alerta. Caso haja vítimas que necessitem de atendimento especializado, o Coordenador de Relações Externas deverá solicitar o envio de ambulância pelos hospitais locais.

A seguir, é apresentada a lista de contato com as autoridades e outras entidades externas de apoio. A lista deverá ser preenchida com os telefones de contato anteriormente ao início das atividades do Projeto e ser mantida atualizada pelo Coordenador de Relações Externas.

LISTA DE ACIONAMENTO EXTERNO			
Hospitais			
Nome	Endereço	Telefone	Horário
Hospital Canaã dos Carajás	Rua do Hospital s/n	(94) 3358-1671	24h
Hospital Yutaka Takeda	Av. Karajá s/n Núcleo Urbano Carajás	(94) 3327-5200	24h
Hospital das Clínicas de Parauapebas	Rua H Nº 248 Bairro União	(94) 3346-1775	24h

Continua...

...continuação

LISTA DE ACIONAMENTO EXTERNO			
Hospitais			
Nome	Endereço	Telefone	Horário
Hospital São Luiz de Parauapebas	Rua Araguaia nº 20 Bairro Rio Verde	(94) 3356-1448	24h
Corpo de Bombeiros			
Nome	Endereço	Telefone	Horário
Parauapebas	Av. Presidente Kennedy s/n Bairro Beira Rio	(94) 3356-4088	24h
Marabá	Av. Transamazônica Km01 Bairro Cidade Nova	(94) 3324-2100	24h
Curionópolis	Av Sergipe s/n	190	24h
Prefeitura Municipal			
Nome	Endereço	Telefone	Horário
Canaã dos Carajás	Rua Tancredo Neves S/Nº	(94) 3358-1404	Administrativo
Parauapebas	Rua F, 244 – Bairro União	(94) 3346-2141	Administrativo
Órgão de Controle Ambiental			
Nome	Endereço	Telefone	Horário
IBAMA - Parauapebas	Rua "J" N. 202 - Bairro União	(94) 3346-3522	Administrativo
IBAMA - Carajás	Rua Guamá, N.23	(94) 3328-1901 / 1906	Administrativo
IBAMA - Marabá	Rua das Palmeiras S/Nº	(94) 3324-1122 / 2000	Administrativo
IBAMA - Belém	Av. Conselheiro Furtado N. 1303 - Batista Campos	(91) 3224-5899	Administrativo
SEMA	Travessa Lomas Valentina, 2717	(91) 3184-3318 / 3319 (91) 3341-3360	Administrativo
Polícia			
Nome	Endereço	Telefone	Horário
Militar Parauapebas	Rua "F" Quadra Especial S/N - Bairro União	(94) 3346-1187 / 4037 190	24h
Militar Canaã dos Carajás	Rua D'Ouro S/N - Centro	(94) 3358-1704	24h
Militar Marabá	Av. Transamazônica S/N - Bairro Nova Marabá	(94) 3322-1942	24h
Civil Parauapebas	Rua 24 de Março, N.25 - Bairro Rio Verde	(94) 3356-10502	24h
Civil Canaã dos Carajás	Rua D'Ouro S/N - Centro	(94) 3392-4509	24h
Civil Marabá	Folha 30, Quadra Especial - Bairro Nova Marabá	(94) 3322-1720	24h
Militar Curionópolis	Av. Sergipe s/n	190	24h

LISTA DE ACIONAMENTO INTERNO		
Ligações externas - discar 0 para obter linha		
Ligações Igarapé Bahia-Mina do Sossego-Carajás - discar o ramal direto		
Ligações carrier (Vale-Vale) - discar 851+ramal para Belo Horizonte		
Vale - Belo Horizonte		
Nome/Cargo	Área	Telefone
XXX- Coord. do Projeto		
XXXX - Técnico Segurança		
Medicina do Trabalho - Mina xxxxx		
Nome/Cargo		
Ambulatório médico –		
Segurança Patrimonial – Projeto Alemão		
Nome/Cargo	Área	- Telefone
Inspetor –		
Bombeiros Industriais		
Nome/Cargo	- Área	
Nome/Cargo	Área	Telefone
Base 01 galpão N5		
Meio Ambiente		
Nome/Cargo	Área	Telefone

14.8.5.3 Procedimentos para Evacuação da Unidade

Ao ouvirem o sinal de alerta de emergência, todos os funcionários não envolvidos com as ações de resposta deverão se deslocar para o ponto de encontro mais próximo e aguardar orientações.

Caso seja dado o sinal para abandono da unidade, os integrantes da Equipe de Evacuação, Busca e Salvamento devem orientar os funcionários para que se dirijam à portaria da unidade, através das rotas de fuga previamente estabelecidas. Os funcionários deverão permanecer em local apropriado, fora da instalação, até que seja dado o sinal de término da emergência.

14.8.5.4 Procedimentos para Coleta e Disposição dos Resíduos

Quaisquer resíduos provenientes de uma ocorrência emergencial deverão ser estocados, preservados, transferidos e manuseados de acordo com o Programa de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS) da Vale.

14.8.6 Treinamentos e Exercícios

Todos os componentes da Estrutura Organizacional de Resposta deverão receber treinamento periódico visando a capacitá-los para o desempenho das atribuições previstas neste PAE. Os componentes da Brigada de Emergência deverão receber treinamento específico, teórico e prático.

Também deverão ser realizados exercícios simulados de emergência com periodicidade mínima semestral, envolvendo todos os componentes da EOR.

Após a realização de cada exercício, devem ser discutidas as ações necessárias para o aperfeiçoamento do desempenho do PAE. A responsabilidade pela execução dos treinamentos e exercícios simulados, e pela implementação das modificações necessárias no PAE é do Coordenador Geral.

O coordenador geral será responsável por garantir os recursos para realização dos treinamentos e simulados e por avaliar criticamente os atendimentos e os simulados, em conjunto com os demais coordenadores. Pela programação e realização dos treinamentos e simulados, o responsável será o coordenador técnico.

15. AÇÕES DE CONTROLE, DE MITIGAÇÃO E DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

15.1 Sistemas de controle da qualidade ambiental

Para as fases de implantação e operação da Mina do Alemão, estão previstas medidas de controle ambiental que serão adotadas com o objetivo de controlar os principais aspectos ambientais gerados pelo empreendimento. A seguir são listados os Sistemas de Controle da Qualidade Ambiental já previstos no projeto conceitual da Mina do Alemão para as fases de implantação e operação.

15.1.1 Fase de Implantação

Com o objetivo de controlar os diversos aspectos ambientais gerados nas diferentes tarefas a serem desenvolvidas na fase de implantação do empreendimento, serão instaladas as seguintes estruturas e Sistemas de Controle da Qualidade Ambiental:

- Sistema de Drenagem;
- Fossas Sépticas e Filtros Anaeróbicos;
- Estação de Tratamento de Esgoto por Lagoas de Estabilização;
- Banheiros Químicos;
- Sistema Separador Água e Óleo – SAO;
- Central de Materiais Descartáveis – CMD;
- Sistema de Aspersão;
- Bacias de contenção em sistema de armazenamentos de combustíveis inflamáveis;
- Estação de Tratamento de Água Potável.

15.1.2 Fase de Operação

Na fase de operação serão instalados os seguintes Sistemas de Controle da Qualidade Ambiental:

- Sistema de Drenagem;
- Sistema de Tratamento de Esgoto Sanitário;
- Estação de tratamento de esgoto por lagoas de estabilização,
- Fossas sépticas e filtros anaeróbios;
- Sistema Separador Água-Óleo – SAO;
- Sistema de Aspersão
- Central de Materiais Descartáveis – CMD;
- Sistema de Despoeiramento e Lavador de Gases;
- Sistema de Exaustão de Poeiras;

- Sistema de captação, adução e lançamento da água dos igarapés situados a montante da barragem de rejeitos;
- Bacias de contenção em sistema de armazenamentos de combustíveis inflamáveis;
- Estação de Tratamento de Água Potável.

Além desses sistemas, serão adotados procedimentos e monitoramentos que terão como objetivo o bom funcionamento da Mina do Alemão, a segurança dos trabalhadores e também o controle de aspectos ambientais. Dentre as ações de monitoramento, aquelas que se destacam pela interface com as ações de controle ambiental estabelecidas neste documento são:

- Monitoramento da subsidência a partir de uma rede de extensômetros;
- Monitoramento da velocidade de veículos automotores.

15.2 Programas Ambientais

Conforme apresentado no capítulo referente à avaliação de impactos, foram estabelecidos critérios para a definição dos diferentes tipos de ações a serem adotadas mediante a manifestação de um impacto ou mesmo para o controle de um aspecto que possa converter em interferências ambientais indesejáveis.

As ações de controle ambiental, os planos de gestão ambiental, as medidas mitigadoras, assim como as medidas de proteção ambiental, estão inseridos nos programas descritos a seguir.

Cabe ressaltar que todos os programas foram elaborados considerando-se as fases de implantação, operação e fechamento da Mina do Alemão.

As ações foram agrupadas por áreas e objetivos afins, com a intenção de possibilitar um melhor gerenciamento das informações e das interrelações entre os programas propostos. A estruturação dos programas ambientais indicados para a Mina do Alemão, pode ser assim apresentada:

- **Planos e Programas Associados ao Meio Físico**
 - Plano de Gestão de Recursos Hídricos
 - Programa de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos
 - Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas
 - Programa de Gestão do Uso da Água
 - Programa de Monitoramento Hidrométrico
 - Programa de Monitoramento da Dinâmica Hídrica Subterrânea
 - Plano de Gestão da Qualidade do Ar
 - Programa de Controle das Emissões para a Atmosfera
 - Programa de Monitoramento Climático e da Qualidade do Ar
 - Plano de Gestão de Resíduos
 - Programa de Monitoramento de Vibrações
- **Planos e Programas Associados ao Meio Biótico**
 - Plano de Mitigação de Impactos Sobre a Flora
 - Programa de Resgate e de Reintrodução de Flora

- Programa Operacional de Supressão (POS) e Aproveitamento de Recursos Florestais
 - Programa de Prevenção e Combate a Incêndio Florestal
 - Plano de Monitoramento e Mitigação dos Impactos sobre a Fauna
 - Programa de Monitoramento dos Impactos sobre Grupos Faunísticos Bioindicadores
 - Subprograma de Monitoramento dos Impactos sobre a Herpetofauna
 - Subprograma de Monitoramento dos Impactos sobre a Avifauna
 - Subprograma de Monitoramento dos Impactos sobre a Mastofauna Não Voadora
 - Subprograma de Monitoramento dos Impactos sobre a Mastofauna Voadora (Quiropteroфаuna)
 - Subprograma de Monitoramento dos Impactos sobre a Ictiofauna
 - Subprograma de Monitoramento dos Impactos sobre a Biota Aquática
 - Programa de Salvamento Dirigido a Espécies da Fauna
 - Programa de Controle de Atropelamento da Fauna
 - Programa de Despesca das Espécies de Peixes Exóticas da Barragem de Água Bruta
 - Plano de Prevenção de Interações Negativas com a Fauna
 - Programa de Prevenção de Interações Negativas Envolvendo Quirópteros
 - Programa de Monitoramento de Insetos Vetores
- **Programas Associados ao Meio Socioeconômico**
- Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos
 - Programa de Educação Ambiental e Patrimonial
 - Programa de Fomento ao Desenvolvimento Local
 - Programa de Capacitação de Mão-de-Obra
 - Programa de Desenvolvimento de Fornecedores – PDF
 - Programa de Apoio à Infraestrutura
 - Programa de Comunicação Social
 - Programa de Saúde
 - Programa de Arqueologia Preventiva

Além desses planos e programas, estão apresentados, em nível conceitual, o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD e o Plano de Fechamento de Mina.

15.2.1 Programas Associados ao Meio Físico

15.2.1.1 Plano de Gestão de Recursos Hídricos - PGRH

– Justificativa

A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

- I- a água é um bem de domínio público;
- II- a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

- III- em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV- a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V- a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI- a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Diante desses fundamentos e considerando os impactos prognosticados para a Mina do Alemão, a elaboração e execução de um Plano de Gestão de Recursos Hídricos se justifica como instrumento para assegurar a utilização racional dos recursos hídricos localizados nas bacias hidrográficas afetadas pelo empreendimento.

O PGRH em questão abrange os seguintes programas:

- Programa de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos;
- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas;
- Programa de Gestão do Uso da Água;
- Programa de Monitoramento Hidrométrico;
- Programa de Monitoramento da Dinâmica Hídrica Subterrânea.

Descrição dos Programas

15.2.1.1.1 Programa de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos

- Objetivos

- Controlar os aspectos ambientais: geração de efluentes líquidos, através de procedimentos operacionais específicos.
- Monitorar as fontes responsáveis pela geração de efluentes líquidos, como forma de verificar a eficácia dos sistemas de controle intrínsecos e os procedimentos operacionais.

- Diretrizes

Durante as fases de implantação e operação do empreendimento, as seguintes medidas de controle deverão ser adotadas:

- Controle dos Aspectos:
 - Manutenção e limpeza dos sistemas de controle;
 - Monitoramento periódico das condições de operação dos sistemas de controle e definição das melhores práticas e rotinas de operação e limpeza dos sistemas de controle;
 - Capacitação técnica dos responsáveis pela identificação da eficiência, pela operação e pela manutenção dos sistemas de controle.

- **Monitoramento dos Efluentes Líquidos:**
 - Monitoramento periódico do efluente bruto e tratado, com o objetivo de avaliar o desempenho do sistema de tratamento e aferir o atendimento aos padrões de lançamento;
 - Monitoramento periódico da vazão do efluente bruto e tratado, juntamente com a amostragem para análises físico-químicas e bacteriológicas.

– **Fases de Execução**

Esse programa será executado durante as fases de implantação e operação da Mina do Alemão.

– **Duração**

O Programa deverá iniciar quando os sistemas de controle entrarem em operação e cessar quando os sistemas de controle forem desativados.

– **Desempenho Esperado**

- Funcionamento adequado dos sistemas de controle durante todas as fases do empreendimento, buscando a otimização das condições operacionais destes;
- Alcance da eficiência esperada no tratamento dos efluentes brutos, conforme projeto executivo;
- Atendimento aos padrões estabelecidos para lançamento de efluentes pela Resolução CONAMA N° 357/2005 - Artigo 34 e Resolução CONAMA N° 397/2008;
- Atendimento aos padrões estabelecidos para os corpos receptores pela Resolução CONAMA N° 357/2005 após a zona de mistura do efluente com o corpo receptor.

– **Abrangência**

Todos os efluentes líquidos gerados pelo empreendimento, em suas diversas fases e tarefas, deverão possuir ações de controle e monitoramento, conforme previsto neste Programa.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

O empreendedor será o responsável pela execução deste programa, podendo contratar empresas especializadas para a execução do monitoramento.

15.2.1.1.2 Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas

– **Objetivos**

- Caracterizar a situação de qualidade físico-química e bacteriológica das águas superficiais e subterrâneas a serem diretamente afetadas pelo empreendimento, antes do início das obras de implantação;
- Acompanhar as transformações decorrentes das ações de implantação sobre a qualidade das águas;
- Acompanhar as variações sazonais naturais dos principais constituintes físico-químicos e bacteriológicos das águas;

- Caracterizar e acompanhar a evolução da condição de qualidade das águas na área de influência do projeto;
- Acompanhar os efeitos da implantação e operação do empreendimento sobre a condição de qualidade das águas na área de influência do projeto;
- Fornecer subsídios para a identificação de problemas ambientais que exijam o desenvolvimento de estudos específicos detalhados;
- Fornecer subsídios para a avaliação da eficácia de programas de controle ambiental implantados;
- Fornecer subsídios para a identificação da necessidade da adoção de medidas para a minimização de eventuais problemas ambientais.

– **Diretrizes**

Na execução do Programa as seguintes diretrizes deverão ser adotadas:

- Definição da rede de amostragem considerando-se o conjunto das estações de amostragem de águas superficiais e subterrâneas estudadas por ocasião do desenvolvimento do Estudo de Impacto Ambiental;
- Definição da rede de amostragem para monitoramento do efeito dos efluentes a serem lançados pelo empreendimento nos corpos de água;
- As coletas de amostras, análises laboratoriais e tratamento dos resultados deverão atender a procedimentos definidos previamente;
- Os parâmetros a serem analisados devem indicar a presença de sólidos, nutrientes, materiais orgânicos e fecais, nível de oxigenação, metais e de poluentes que podem ser gerados pelos processos de implantação e operação do empreendimento;
- Recomenda-se contemplar o cálculo do Índice de Qualidade das Águas, no tratamento de dados analíticos do monitoramento;
- Periodicamente, deverá ser considerada a necessidade de readequações da rede de amostragem, considerando locação das estações, frequência das análises e parâmetros analisados.

– **Fases de execução**

Esse programa será executado durante as fases de implantação, operação e fechamento do Projeto Alemão.

– **Duração**

O Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas deverá ter início na fase de implantação e se manter por um período após o fechamento, período este a ser definido a partir dos resultados do monitoramento.

– **Desempenho Esperado**

- Verificação da qualidade das águas sob a influência do empreendimento, fornecendo subsídios para o adequado gerenciamento das fases do empreendimento e das ações ambientais previstas para o controle dos aspectos ambientais associados;

- Atendimento aos padrões estabelecidos para corpos de água pela Resolução CONAMA N° 357/2005;
- Atendimento aos padrões da Portaria do Ministério da Saúde N° 518 de 25 de março de 2004, para água potável.

– **Abrangência**

O monitoramento da qualidade das águas deverá considerar os cursos de água e aquíferos sob a influência do empreendimento localizados na bacia hidrográfica do ribeirão Águas Claras e Igarapé Pojuca.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

A responsabilidade de execução desse programa é do próprio empreendedor, podendo contratar uma empresa especializada para a sua execução.

15.2.1.1.3 Programa de Gestão do Uso da Água

– **Objetivos**

O programa proposto tem por objetivo indicar uma série de procedimentos necessários à adequada gestão dos recursos hídricos, considerando-se os impactos prognosticados no Estudo de Impacto Ambiental, como forma de se estabelecer seu controle e promover sua mitigação.

– **Diretrizes**

- Realização periódica do balanço hídrico do uso das águas no empreendimento;
- Estabelecimento de procedimentos para minimização do uso de água nova e maximização da reutilização da água industrial;
- Estabelecimento de procedimentos para garantir a qualidade e a quantidade (vazão mínima) das águas a jusante da barragem de captação de água/barragem de rejeitos;
- Estabelecimento de procedimentos e definição de dispositivos para lançamento das vazões provenientes do sistema de bombeamento da mina subterrânea;
- Instalação de dispositivos para medição de vazão no sistema de abastecimento de água;
- Adoção de um programa de manutenção do sistema de captação, adução, reservação e distribuição de água potável e industrial para garantir a eficácia e a eficiência prevista no projeto.

– **Fase de Execução**

Este programa deverá ser executado nas fases de implantação e operação da Mina do Alemão.

– **Duração**

Este programa deverá ter duração permanente durante as etapas de implantação e operação da Mina do Alemão.

– **Desempenho Esperado**

- Controle e monitoramento da quantidade e qualidade da água captada, tratada e distribuída para consumo humano e industrial;
- Maximização dos volumes recirculados, reduzindo os usos consuntivos e garantindo a disponibilidade hídrica necessária nos cursos de água a jusante do empreendimento.

– **Abrangência**

Este Programa deverá considerar todas as captações de água do empreendimento, bem como todas as instalações que possuírem abastecimento de água industrial e/ou potável.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

A responsabilidade de execução desse programa é do empreendedor.

15.2.1.1.4 Programa de Monitoramento Hidrométrico

– **Objetivos**

O programa proposto tem por objetivo monitorar as vazões dos cursos de água sob influência direta do empreendimento, com o objetivo de, em conjunto com o Programa de Gestão do Uso da Água, garantir a manutenção da vazão residual a jusante do empreendimento e monitorar o impacto da alteração da disponibilidade hídrica nos cursos de água.

– **Diretrizes**

- Implantação de uma estação fluviométrica no igarapé Bahia a jusante da Barragem de Rejeito e de Água;
- Implantação de uma estação fluviométrica no igarapé Alemão a jusante do ponto de lançamento das vazões provenientes do desaguamento da mina;
- Implantação de uma estação fluviométrica no igarapé Bahia a jusante da confluência do igarapé Alemão com esse igarapé;
- Implantação de réguas linimétricas no reservatório da barragem de água e, posteriormente, no reservatório da barragem de rejeitos e realização de leituras de níveis de água diariamente, preferencialmente no mesmo horário;
- Implantação de monitoramento de evaporação direta, medida em tanques de evaporação tipo Classe A;
- Implantação de monitoramento pluviométrico, com a implantação de pluviômetros ou pluviógrafos na área do empreendimento.

– **Fase de Execução**

Este programa deverá ser executado nas fases de implantação e operação da Mina do Alemão.

– **Duração**

Este programa deverá ter duração permanente durante as fases de implantação e operação da Mina do Alemão.

– **Desempenho Esperado**

Espera-se obter dados que comprovem a conformidade legal do empreendimento, no que diz respeito a manutenção da vazão residual a jusante do barramento, e monitorar o impacto de alteração da disponibilidade hídrica nos cursos de água sujeitos a esse impacto.

– **Abrangência**

Este Programa deverá considerar os cursos de água da sub-bacia hidrográfica do igarapé Bahia para os quais foram identificados impactos ambientais associados à disponibilidade hídrica.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

A responsabilidade de execução desse programa é do empreendedor.

15.2.1.1.5 Programa de Monitoramento da Dinâmica Hídrica Subterrânea

– **Objetivos**

São objetivos deste programa:

- Acompanhar as potenciais alterações na carga hidráulica decorrente das ações do empreendimento, em todas as suas fases, em relação às variações sazonais naturais;
- Fornecer subsídios para a identificação de problemas ambientais que exijam o desenvolvimento de estudos específicos e mais detalhados, caso necessário;
- Fornecer subsídios para a identificação da necessidade da adoção de medidas para a minimização de eventuais problemas ambientais que estejam relacionados à alteração da dinâmica hídrica subterrânea, tais como a diminuição das cotas de surgência e de vazões em nascentes.

– **Diretrizes**

- O monitoramento do nível d'água dos aquíferos deve contemplar a definição de dispositivos e procedimentos de controle hídrico que permitam avaliar as condições de circulação hídrica subterrânea nas áreas de influência do empreendimento antes, durante e após a sua implantação.
- Os dispositivos propostos são poços de monitoramento, e marcos topográficos em nascentes, voltados à caracterização das oscilações de nível da água subterrânea, de cargas hidráulicas e de vazões, os quais se constituem em dados essenciais para dar subsídio ao acompanhamento das alterações na dinâmica aquífera.
- Os resultados obtidos do monitoramento fornecerão subsídios técnicos para compreender a abrangência e magnitude dos impactos sobre a dinâmica hídrica. A partir disso, serão propostas as medidas mitigadoras cabíveis para cada caso, tais como a reposição de vazão em cursos de água que porventura tenham suas vazões diminuídas.

– **Fase de Execução**

Este programa deverá ser executado nas fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento.

– **Duração**

Este programa deverá ter duração permanente durante as fases de implantação e operação da Mina do Alemão.

– **Desempenho Esperado**

Fornecimento de informações que permitam a avaliação da necessidade de adoção de medidas para minimização de eventuais problemas ambientais que estejam relacionados à modificação das taxas de recarga e à alteração das disponibilidades hídricas subterrâneas.

– **Abrangência**

Este Programa deverá abranger os aquíferos sobre influência direta da Mina do Alemão.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

A responsabilidade de execução desse programa é do empreendedor.

15.2.1.2 Plano de Gestão da Qualidade do Ar

– **Justificativa**

O monitoramento das emissões atmosféricas é instrumento fundamental da gestão da qualidade do ar, permitindo a verificação sistemática e periódica do desempenho dos sistemas de controle adotados, propiciando a pronta atuação sobre eventuais desvios que venham a ser identificados.

O monitoramento da qualidade do ar permite a avaliação dos efeitos do empreendimento em sua área de influência, através do monitoramento de parâmetros de qualidade do ar específicos na região.

O Plano de Gestão da Qualidade do Ar visa, a partir de ações de controle das fontes geradoras de emissões atmosféricas e do monitoramento, garantir a efetividade das medidas adotadas em relação à qualidade do ar da área de influência do empreendimento, durante as fases de implantação e operação.

O Plano de Gestão da Qualidade do Ar é composto pelos seguintes programas:

- Programa de Controle das Emissões para a Atmosfera;
- Programa de Monitoramento Climático e da Qualidade do Ar.

Descrição dos Programas

15.2.1.2.1 Programa de Controle das Emissões para Atmosfera

– Justificativa

As tarefas desenvolvidas nas etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento do Alemão apresentam potencial de alteração da qualidade do ar, devido aos aspectos ambientais relacionados com a emissão de material particulado e, em menor escala, com a emissão de gases de combustão. Assim, para o adequado controle destes aspectos faz-se necessária a adoção de medidas de gestão e acompanhamento, de forma a garantir a eficácia da prevenção e mitigação dessas emissões, preservando a qualidade do ar da AID do empreendimento dentro dos padrões de qualidade do ar aplicáveis.

– Objetivo

O objetivo deste programa é promover o controle dos aspectos ambientais relacionados com a emissão de material particulado e gases de combustão, durante a etapa de implantação, operação e fechamento do empreendimento, através de procedimentos operacionais e ações específicas.

– Diretrizes

Durante as fases de implantação, operação e fechamento do Projeto Alemão, as seguintes ações de controle e acompanhamento deverão ser adotadas:

- Umectação das vias de acesso internas não pavimentadas;
- Lavagem de vias de acesso pavimentadas (quando necessário);
- Definição de limites de velocidade de veículos nas vias de tráfego;
- Permissão de circulação apenas para veículos autorizados nas áreas envolvidas;
- Estabelecimento de um programa de manutenção dos caminhões e equipamentos dotados de motores a diesel;
- Implantação de um programa de manutenção para garantir a eficácia e a eficiência operacional de máquinas e sistemas de controle ambiental.

– Fase de Execução

As ações definidas no programa de controle de emissões atmosféricas deverão ser iniciadas juntamente com as tarefas que possam desencadear os aspectos ambientais a serem controlados. Assim, estas ações deverão ser adotadas nas fases de implantação e operação da Mina do Alemão.

– Duração

As ações definidas no Programa de Controle das Emissões Atmosféricas devem iniciar juntamente com a fase de implantação e perdurar até o fechamento do empreendimento.

– **Desempenho Esperado**

Com a aplicação do programa de controle das emissões atmosféricas espera-se que as concentrações de poluentes na atmosfera da AID sejam mantidas dentro dos limites de qualidade ambiental preconizados pela Resolução CONAMA 03/1990.

– **Abrangência**

As ações do Programa de Controle das Emissões Atmosféricas são limitadas às fontes emissoras situadas na área interna do empreendimento do Alemão.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

A responsabilidade pela implementação e execução do programa é do empreendedor.

15.2.1.2.2 Programa de Monitoramento Climático e da Qualidade do Ar

– **Justificativa**

As atividades do empreendimento do Projeto Alemão são potencialmente geradoras de poluentes atmosféricos, com destaque para as partículas conforme já estudados no Prognóstico da Qualidade do Ar do Projeto Alemão. Assim, faz-se necessário acompanhar os impactos de alteração da qualidade do ar ocorridos na atmosfera da área de influência direta do empreendimento.

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar (PMQA), ora proposto, baseia-se nas premissas estabelecidas nas Resoluções CONAMA 05/89 e 03/90, incluindo ações de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia da área de influência do empreendimento.

O monitoramento da qualidade do ar deve proporcionar a avaliação de curto, médio e longo prazo das alterações das concentrações de poluentes experimentadas pela baixa atmosfera da área de influência direta do empreendimento analisado.

A dispersão dos poluentes atmosféricos é dependente das condições meteorológicas. Além disso, para o caso das fontes difusas (como exemplo pilhas de materiais, vias de tráfego) as variáveis meteorológicas estão também diretamente relacionadas aos mecanismos de emissão do material particulado. O monitoramento da meteorologia da região deve ser realizado como forma de obter o conhecimento das condições que influenciam nos regimes de emissão de poluentes e na sua dispersão na atmosfera.

Além da escolha adequada das variáveis representativas e auxiliares a serem monitoradas, vale ressaltar que a sistematização do processo de medição é de fundamental importância para alcançar os resultados esperados. Para serem representativas, as séries de dados devem ser geradas com frequência e duração de amostragem adequadas para cada variável, envolvendo períodos normalmente longos (abrangendo ciclos sazonais completos) e com o menor índice possível de ausência de dados (falhas ou ausência de medição).

– **Objetivo**

Este programa tem o objetivo de acompanhar a qualidade ambiental da atmosfera da área de influência direta do empreendimento, através do monitoramento da qualidade do ar e das condições meteorológicas.

– **Diretrizes**

Para a área de influência direta da Mina do Alemão recomenda-se o monitoramento dos parâmetros de qualidade do ar e meteorologia relacionados a seguir:

Qualidade do ar

- partículas totais em suspensão (PTS);
- partículas inaláveis menores que 10 µm (PI).

Meteorologia

- direção e velocidade do vento;
- temperatura do ar;
- umidade relativa do ar;
- radiação solar;
- pressão atmosférica;
- precipitação pluviométrica.

Recomenda-se que o monitoramento dos parâmetros relacionados seja realizado com a instalação de uma estação dotada de tecnologia automática.

– **Fase de Execução**

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar e Meteorologia deve ser iniciado 6 meses antes do início da fase de implantação da Mina do Alemão com o propósito de mensurar os parâmetros de qualidade do ar e meteorologia de interesse sem a influência das emissões atmosféricas que ocorrerão nas fases de implantação e operação, e em seguida monitorar cada fase prevista.

– **Duração**

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar e Meteorologia deverá ser iniciado 6 meses antes do início da etapa de implantação, mantendo-se em operação até a etapa de fechamento do empreendimento.

– **Desempenho Esperado**

O programa de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia propiciará, com a utilização de estação de monitoramento estrategicamente posicionada na área de influência direta da Mina do Alemão, a constante verificação dos níveis de concentrações de partículas na atmosfera, permitindo a adequada caracterização da qualidade do ar da AID e identificando os fenômenos meteorológicos interferentes nos mecanismos de emissão e dispersão dos poluentes atmosféricos gerados pelo processo de mineração de minério de cobre da Mina do Alemão.

Além disso, o monitoramento da qualidade do ar possibilita a rápida detecção de alterações significativas da qualidade do ar, que ao serem percebidas, devem desencadear ações e procedimentos de correção ou mitigação da geração de poeira, caso esta tenha origem na área da Mina do Alemão. Vale ressaltar que este mecanismo de verificação é reativo e utilizado em caráter complementar, não dispensando a adoção rotineira das ações de controle descritas no Programa de Controle das Emissões Atmosféricas.

– **Abrangência**

Este Programa tem abrangência em toda a Área de Influência Direta para o tema qualidade do ar da Mina do Alemão.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

A responsabilidade pela implementação e execução do programa é do empreendedor.

15.2.1.3 Plano de Gestão de Resíduos

– **Justificativa**

As atividades de implantação, operação e fechamento da Mina do Alemão irão proporcionar a geração de resíduos sólidos que deverão ser classificados como “inertes”, “não inertes” e “perigosos”, conforme Norma NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Portanto, o adequado gerenciamento dos resíduos gerados, envolvendo coleta, armazenamento, reutilização, destinação e disposição final deverá ser definido em um Plano de Gestão de Resíduos.

– **Objetivos**

- Minimizar a geração de resíduos;
- Inventariar os resíduos;
- Promover a segregação dos resíduos em função das características e destinação a ser adotada (coleta seletiva);
- Classificar e separar os resíduos para disposição adequada à sua classificação;
- Adotar a estocagem temporária como procedimento de controle a ser seguido até que sejam identificadas alternativas viáveis de reuso e/ou reprocessamento e/ou disposição final;
- Buscar o reuso e/ou o reprocessamento dos resíduos gerados;
- Garantir a disposição final adequada.

– **Diretrizes**

- O Plano de Gestão de Resíduos deverá ser desenvolvido e implementado com base no que estabelecem as Resoluções CONAMA 05/03, 09/93, 313/02, 257/99, 258/99, as normas técnicas ABNT aplicáveis, bem como nos demais requisitos legais aplicáveis estabelecidos em nível federal, estadual e municipal e nas diretrizes e critérios gerais estabelecidos no Plano de Gestão de Resíduos da Vale.

- Deverão ser disponibilizados indicadores que propiciem o monitoramento do desempenho das ações propostas, abrangendo a gestão dos resíduos domésticos e industriais do empreendimento.

– **Fase de Execução**

O Plano de Gestão de Resíduos deverá ser executado durante as fases de implantação, operação e fechamento da Mina do Alemão.

– **Duração**

O Plano de Gestão de Resíduos deverá ser contínuo ao longo das fases de implantação, operação e fechamento da Mina do Alemão.

– **Desempenho Esperado**

- Minimização da geração de resíduos;
- Priorização do reuso e/ou do reprocessamento dos resíduos gerados;
- Adequado gerenciamento dos resíduos, envolvendo coleta, armazenamento, reutilização, destinação e disposição final.

– **Abrangência**

Todos os resíduos gerados pelo empreendimento, em suas diversas fases e tarefas, deverão ser gerenciados a partir do Plano de Gestão de Resíduos.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

A responsabilidade pela execução do programa será do empreendedor.

15.2.1.4 Programa de Monitoramento de Vibrações

– **Justificativa**

A utilização de explosivos para o desenvolvimento da mina subterrânea e o método de abatimento por blocos forçado têm o potencial de gerar vibrações que poderão ser percebidas na superfície do terreno. Em relação à utilização de explosivos, por se tratar de uma mina subterrânea, espera-se que os efeitos decorrentes das detonações no subsolo sejam percebidos na superfície apenas nas etapas iniciais de desenvolvimento do poço vertical, galeria e rampa de acesso. Com relação ao método de abatimento por blocos forçado, o projeto, além de considerar as áreas sujeitas ao efeito de subsidência, considerou uma área de segurança, adotando um ângulo de 60° a partir da base do painel -108, que será devidamente isolada visando restringir qualquer tipo de uso industrial ou mesmo trânsito de equipamentos. Apesar de todas as medidas de controle adotadas, está sendo proposto um programa de monitoramento de vibrações com o objetivo de monitorar e confirmar a extensão dos efeitos na superfície das vibrações decorrentes da implantação e operação da Mina do Alemão.

– **Objetivos**

Este programa tem como objetivo avaliar as vibrações geradas pelo empreendimento na superfície e, se necessário, propor medidas de mitigação e controle de impactos.

– **Diretrizes**

- Deverá ser realizado um monitoramento periódico de vibrações no entorno da área definida como área de segurança dos efeitos da subsidência, para confirmação da delimitação dos efeitos na superfície do método de abatimento por blocos forçado.
- O monitoramento de vibrações deverá incluir, em caráter preventivo, as cavidades ALE-01 e ALE-12 durante a etapa de desenvolvimento da mina e repotenciação da linha de transmissão.
- Após a implantação do empreendimento, deverá ser estabelecido um prazo de, pelo menos, três anos de monitoramento preventivo. Os monitoramentos serão efetuados pelo menos duas vezes por semana e será feita uma avaliação a cada três meses.
- Deverão ser utilizados sismógrafos e/ou analisadores de espectros com acelerômetros. Os equipamentos deverão possuir certificados de calibração com prazos de validade em vigor durante a realização das medições.

– **Fase de Execução**

Este Programa deverá ser executado durante as fases de implantação e operação da Mina do Alemão.

– **Duração**

O Plano de Monitoramento de Vibrações deverá ser realizado na fase de implantação e até o 3º ano de operação, quando a necessidade de sua continuidade deverá ser avaliada.

– **Desempenho Esperado**

Espera-se com a adoção deste programa a geração de informações sobre a extensão dos efeitos na superfície das vibrações decorrentes da implantação e operação da Mina do Alemão.

– **Abrangência**

Este programa deverá considerar o entorno da área de segurança associada ao efeito de subsidência esperado na área da Mina do Alem e, durante a fase de implantação (desenvolvimento da mina) as cavidades ALE-01 e ALE-12.

– **Responsabilidade pela Execução do Plano**

A responsabilidade pela execução deste programa será do empreendedor.

15.2.2 Programas Associados ao Meio Biótico

15.2.2.1 Plano de Mitigação de Impactos Sobre a Flora

15.2.2.1.1 Programa de Resgate e Reintrodução da Flora

– Justificativa

A supressão de vegetação nativa, como as florestas ombrófilas densas e abertas implicará na perda de indivíduos de populações de espécies vegetais nativas presentes nas áreas a serem suprimidas.

A minimização deste impacto pode ser alcançada por meio do resgate de flora que inclui a coleta de material (sementes, frutos, indivíduos jovens etc.) para propagação e produção de mudas que serão utilizadas na recuperação de áreas degradadas.

– Objetivos

- Resgatar parte do material genético de espécies vegetais ameaçadas de extinção, de valor para o homem (medicinais, madeiras, ornamentais, fornecedoras de alimento) e para a fauna de forma a minimizar os impactos sobre a biodiversidade local.
- Utilizar as mudas produzidas a partir do material resgatado para a recomposição de superfícies degradadas.

– Diretrizes

As ações de resgate deverão ser estendidas ao maior número de espécies com relevância para conservação.

Deverá ser dada ênfase às espécies registradas na área durante os estudos florísticos e fitossociológicos como as ameaçadas de extinção e protegidas por lei, além daquelas de valor para o homem (alimento, madeira, ornamental, medicinal) e para a fauna. As epífitas também deverão ser priorizadas.

O material a ser coletado compõe-se de sementes e outras formas de propagação (estacas, mudas, transplante de indivíduos) das espécies vegetais arbóreas, arbustivas, herbáceas e epífitas.

Para espécies arbóreas e arbustivas, deve-se priorizar a coleta de sementes e frutos. Em casos especiais, o transplante de mudas também poderá ser utilizado tanto para espécies arbóreas e arbustivas, quanto para espécies herbáceas.

No caso das epífitas, as plantas deverão ser retiradas cuidadosamente das árvores hospedeiras e transplantadas em locais preservados, sendo fixadas em árvores apropriadas existentes nas áreas que não serão alvo de intervenções.

Deve-se buscar coletar material de um maior número possível de árvores, por meio de amostras de cada indivíduo, visando ampliar a diversidade genética do material a ser resgatado.

As mudas produzidas deverão ser utilizadas em programas de recuperação de áreas degradadas.

– Fases de Execução

O resgate de material genético deverá ocorrer antes da supressão de vegetação nas áreas destinadas à implantação das diversas estruturas. Desta forma, no caso das áreas a serem impactadas no primeiro ano da implantação, as coletas deverão ser iniciadas ainda na fase de planejamento/mobilização. Nas demais áreas, as coletas ocorrerão durante as fases de implantação e operação do empreendimento.

A produção de mudas será realizada concomitantemente ao resgate de propágulos e sementes, sendo que o plantio nas áreas degradadas deverá seguir o cronograma específico do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

– Responsabilidade pela Execução do Programa

A implementação deste programa é de responsabilidade do empreendedor.

15.2.2.1.2 Programa Operacional de Supressão (POS) e Aproveitamento de Recursos Florestais

– Justificativa

Estimativas feitas com base nos inventários florestais realizados na área do projeto mostram que a supressão florestal irá gerar 307.124,42 m³ de madeira e resíduos vegetais, sendo que destes 118.001,14 m³ são de madeira comercial (DAP >30 cm).

Observa-se que, além do material lenhoso retirado das áreas suprimidas, será gerada uma grande quantidade de material com potencial para recuperação de áreas degradadas, como o solo orgânico, serrapilheira e resíduos (galhos e material lenhoso sem aproveitamento comercial).

Ações adequadas de supressão da vegetação podem contribuir para redução dos impactos sobre a vegetação de entorno, representadas pela queda de árvores abatidas. A realização de ações de resgate de flora durante a supressão florestal, sobretudo o salvamento de epífitas, também contribui para a conservação da biodiversidade.

A Vale utiliza uma metodologia desenvolvida pelo Instituto Ambiental Vale (IAV, 2008) para supressão de vegetação, onde para cada área a ser suprimida é elaborado um Plano Operacional de Supressão (POS), considerando as características específicas de cada local, o volume de material a ser gerado em decorrência da supressão e potencial de uso deste material nos processos de recuperação.

Neste sentido, o Programa Operacional de Supressão (POS) e Aproveitamento de Recursos Florestais justifica-se por indicar procedimentos a serem adotados durante a supressão da vegetação, de modo a garantir o melhor aproveitamento dos recursos vegetais bem como a conservação da flora local.

– **Objetivo Geral**

O presente programa apresenta como objetivo geral indicar os procedimentos a serem adotados no momento da supressão de vegetação, de forma a otimizar uso dos produtos e subprodutos resultantes da remoção da cobertura vegetal. Além desse, indica-se o resgate da flora local, visando contribuir para a conservação da diversidade florística e para a recuperação de áreas degradadas.

– **Objetivos Específicos**

- Ordenar e conduzir as frentes das atividades de supressão, favorecendo o afugentamento de espécimes da fauna;
- Facilitar o monitoramento e acompanhamento das operações de supressão por parte dos técnicos locais;
- Armazenar os produtos e subprodutos vegetais gerados e coletados, de tal forma que seja minimizada a perda de material retirado;
- Ordenar e conduzir o salvamento de propágulos, sementes, mudas e indivíduos adultos de espécies da Flora local, de forma a contribuir para a conservação desta;
- Otimizar o processo de recuperação das áreas degradadas utilizando material coletado e preparado a partir dos produtos da supressão.

– **Diretrizes**

Inicialmente, deverá ser realizado o detalhamento do plano operacional de supressão para cada área alvo de desmate, bem como o cronograma de execução, incluindo a implantação dos acessos necessários, definição das áreas de estocagem, destino dos resíduos florestais e do solo orgânico, direcionamento passivo da fauna e as ações de resgate de flora e fauna.

Concomitantemente à realização do “broqueamento” nos talhões de exploração (corte da vegetação de porte baixo e de cipós) deverá ser feita a localização, identificação, avaliação e marcação das árvores de valor comercial (acima de 40 cm de DAP). Da mesma forma, as árvores que apresentarem ninhos de aves e de epífitas, também necessitarão de demarcação prévia ao desmate, permitindo a adoção de ações de resgate.

As árvores de valor madeireiro (DAP>40cm) deverão ser abatidas com motosserras e retiradas da área com uso de tratores florestais. As toras serão transportadas até os pátios de estocagem, em local pré-estabelecido, onde serão armazenadas até sua destinação final.

Após a retirada da madeira comercial/aproveitável, as árvores remanescentes de cada talhão serão abatidas com motosserras e retiradas da área. Recomenda-se que todo este material, juntamente com serrapilheira, solo orgânico e galhadas, seja também utilizado na recuperação de áreas alteradas pelas atividades da antiga Mina do Igarapé Bahia, tais como a área do antigo Pond e das pilhas de estéril, as quais não serão utilizadas para a operação da Mina do Alemão. Este material poderá ser distribuído nas áreas alvo de recuperação de forma a criar nichos de alimentação, abrigo e locais de reprodução, agilizando o processo de sucessão nestas áreas.

Caso a biomassa vegetal gerada pela supressão da vegetação não seja utilizada de forma imediata, a mesma deverá ser armazenada de maneira apropriada em locais destinados para tal, conforme plano diretor da Mina do Alemão.

Embora grande parte das ações de resgate de flora ocorrerá antes do início da supressão, algumas atividades também serão desenvolvidas durante o desmatamento como o resgate de epífitas estabelecidas nas árvores de grande porte e a coleta de sementes nas árvores em frutificação.

Para que as atividades aqui recomendadas alcancem o objetivo esperado, é de suma importância o treinamento prévio da equipe que participará da atividade de supressão vegetal, de forma a instruí-los dos procedimentos que serão adotados durante todo o processo.

– **Fases de Execução**

Este programa será executado enquanto ocorrerem as atividades de supressão vegetal, ou seja, na fase de implantação e operação do empreendimento.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

A implementação deste programa é de responsabilidade do empreendedor.

15.2.2.1.3 Programa de Prevenção e Combate a Incêndio Florestal

– **Justificativa**

A implantação e operação da Mina do Alemão implicarão no aumento do contingente de trabalhadores e do trânsito de veículos, sobretudo na estrada Pojuca, fato este que levará a um aumento do risco de ocorrência de incêndios florestais.

Dependendo da dimensão de um incêndio florestal, pode haver um grande impacto sobre a biota local, com capacidade de comprometimento de uma área superior àquela sob intervenção pelo próprio empreendimento.

Desta forma, a implantação do programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais torna-se uma medida de fundamental importância no contexto da Mina do Alemão e de toda a FLONA de Carajás.

– **Objetivos**

- Reduzir o risco de ocorrências de incêndios florestais na área da Mina do Alemão e em seu entorno por meio da adoção de ações preventivas, de monitoramento, de detecção e de combate aos focos de incêndio.
- Capacitar os empregados da Vale e de empresas contratadas na prevenção e combate de incêndios florestais.

– **Diretrizes**

O presente programa deverá incluir ações a serem desenvolvidas em consonância com as ações já adotadas pela Vale na região de Carajás, englobando atividades como: campanhas publicitárias de prevenção internas e externas, cursos internos para formação de brigadas de combate a incêndios florestais, construção e manutenção de aceiros e detecção de focos de calor

e emissão de níveis de alertas utilizando, para tanto, o SDI Vale – Sistema Vale de Detecção de Incêndios Florestais.

O sucesso no controle dos incêndios florestais implica na adoção de ações preventivas, ações de monitoramento e de detecção e de combate aos focos de incêndio.

As ações preventivas incluem a realização de campanhas educativas com uso de meios de comunicação como rádio e televisão, realização de palestras em escolas, em sindicatos e em órgãos de extensão, inclusão do tema no programa de treinamento em SSO, dentre outros.

Entre as ações de monitoramento deve-se utilizar a avaliação climatológica com a análise dos dados gerados por estações climatológicas e cálculo do grau de risco de ocorrência de incêndios florestais.

Para o controle efetivo dos incêndios florestais há a necessidade de implantação de um sistema eficiente de detecção e localização de focos de incêndio. O sistema de detecção poderá ser fixo, através de torres de observação, ou móvel por meio de rondas realizadas por Grupos de Combate a Incêndios Florestais – GCIF's.

– **Fases de Execução**

O Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais deverá abranger os períodos mais críticos quanto à ocorrência de incêndios, ou seja, os meses como menor incidência de chuvas. Portanto, recomenda-se o início no mês de abril de cada ano, estendendo até o mês de novembro (início do período chuvoso). O Programa tem início com a implantação do empreendimento e duração até o encerramento das atividades da fase de fechamento da Mina do Alemão.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

A implementação deste programa é de responsabilidade do empreendedor.

15.2.2.2 Plano de Monitoramento e Mitigação dos Impactos sobre a Fauna

15.2.2.2.1 Programa de Monitoramento dos Impactos sobre Grupos Faunísticos Bioindicadores

– **Justificativa**

A fauna registrada durante os levantamentos realizados, mostrou-se rica e diversificada, abrangendo desde elementos amazônicos típicos a táxons generalistas e de distribuição geográfica ampla. As particularidades constatadas quanto à composição de espécies ressaltam a importância da grande heterogeneidade de ambientes disponíveis e suas espécies associadas.

As atividades previstas durante a implantação e operação do empreendimento irão provocar a redução de habitats para o desenvolvimento de atividades diárias usuais de diversas espécies, como abrigo, forrageamento e reprodução, devido à supressão de áreas florestadas e alteração de ambientes. A supressão de áreas naturais poderá causar uma diminuição local na abundância dos indivíduos dessas populações.

Em relação às comunidades aquáticas, a alteração da dinâmica hídrica, assim como as intervenções a serem geradas nas etapas de implantação e operação, tais como a adequação da estrada Pojuca e a utilização da barragem de água para disposição de rejeitos, podem comprometer localmente as comunidades aquáticas.

Portanto, torna-se necessária a realização do monitoramento das comunidades faunísticas nas áreas de influência da Mina do 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.

– **Objetivo Geral**

Medir e monitorar os impactos ambientais em relação à fauna nas áreas de influência da Mina do Alemão e avaliar a eficácia das medidas mitigadoras propostas, bem como a necessidade de medidas complementares.

15.2.2.2.1 Subprograma de Monitoramento dos Impactos sobre a Herpetofauna

– **Objetivos Específicos**

- Verificar as prováveis interferências nas dinâmicas populacionais nas áreas atingidas, sobretudo em termos de alterações na distribuição espacial;
- Monitorar a resposta das espécies frente às alterações ambientais, verificando quais poderão ser prejudicadas e/ou beneficiadas em virtude das intervenções previstas;
- Observar eventuais flutuações populacionais e, caso existam, verificar a relação com as intervenções previstas, além da distribuição estacional;
- Analisar os dados referentes à riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade das espécies, além da distribuição nos ambientes/locais amostrados, permitindo comparações com os dados obtidos nas diferentes fases do monitoramento;
- Propor recomendações para a prevenção de acidentes ofídicos e fornecer suporte técnico para a elaboração de material educativo para as atividades a serem desenvolvidas nas fases de implantação e operação da Mina do Alemão, tendo como base o Programa de Educação Ambiental e Patrimonial.

– **Diretrizes**

As metodologias a serem realizadas deverão corresponder a: amostragem por meio de busca ativa diurna e noturna, transectos limitados por tempo e emprego de armadilhas de interceptação e queda (*pitfall traps*). A metodologia de instalação de armadilhas de plataformas para amostragem das espécies de dossel poderá ser avaliada de acordo com as espécies alvos que forem definidas para o estudo.

Deverão ser estudadas ações específicas para o monitoramento de táxons bioindicadores, além do resgate e acompanhamento da população de jacarés residente na área da barragem de captação de água, o jacaré-tinga (*Caiman crocodilus*), conforme apresentado no diagnóstico.

Neste contexto cabe ressaltar que outra espécie de jacaré, o jacaré-açu (*Paleosuchus trigonatus*), foi também registrada em alguns pontos amostrados na área do empreendimento, sendo que essa espécie é potencialmente capaz de colonizar a área da barragem.

Assim, tornam-se necessárias ações específicas voltadas à identificação das espécies que ocupam a área do reservatório da barragem de água, em período anterior ao início das obras de implantação da Mina do Alemão, para o devido dimensionamento das medidas que deverão ser executadas, seja resgate, relocação e monitoramento.

Outros quatro táxons bioindicadores (duas espécies de anfíbios e duas de répteis) deverão ser indicados para que sejam realizadas ações específicas de acompanhamento, permitindo uma avaliação da qualidade ambiental futura, da seguinte forma:

- Anfíbios: uma espécie estritamente arborícola e dependente de microambientes específicos relacionados ao dossel e uma espécie exclusivamente relacionada à serrapilheira, ou mesmo aos igarapés inseridos em Floresta Ombrófila (e.g. gêneros *Allobates*, *Osteocephalus*, *Tachycephalus*, *Rhaebo*, *Proceratophrys*, *Pipa*, *Caecilia*).

- Répteis: uma espécie de lagarto estritamente arborícola e dependente de microambientes específicos relacionados ao dossel e uma espécie exclusivamente relacionada à serrapilheira em Floresta Ombrófila (e.g. gêneros *Coleodactylus*, *Bachia*, *Cercosaura*, *Plica*, *Neusticurus*).

Deverão ser coligidos e fixados exemplares para formação de material testemunho. Todo o material deverá ser depositado em coleção científica.

Os procedimentos de captura, coleta e transporte da herpetofauna deverão ser devidamente autorizados pelo IBAMA, sendo que a realização dos trabalhos em campo deverá ser precedida da anuência por parte do ICMBio, órgão gestor da FLONA de Carajás.

– Fases de Execução

Esse subprograma será executado durante as fases de implantação e operação do empreendimento.

Na fase de implantação, o programa deverá ter início antes das atividades de supressão de vegetação, com periodicidade trimestral (quatro campanhas/ano) até o primeiro ano após a conclusão da supressão da vegetação. Após esse período e a partir dos resultados obtidos, a continuidade do monitoramento ambiental e a frequência de monitoramento deverão ser avaliadas.

Na fase de operação, o programa deverá ser executado durante o primeiro ano, com periodicidade definida a partir dos resultados do monitoramento realizado durante a fase de implantação. Após esse período e a partir dos resultados obtidos, a continuidade do monitoramento ambiental e a frequência de monitoramento deverão ser avaliadas.

Em função das atividades de supressão de vegetação na fase de operação do empreendimento, a serem realizadas no 5º e no 12º ano, o programa de monitoramento deverá cobrir o período que antecede essas atividades e o primeiro ano após a conclusão da supressão da vegetação. Após esse período e a partir dos resultados obtidos, a continuidade do monitoramento ambiental deverá ser avaliada. A frequência de monitoramento deverá ser definida a partir dos resultados obtidos durante a fase de implantação do empreendimento.

– **Responsabilidade pela Execução do Subprograma**

A Vale será responsável pela execução deste sub-programa, podendo contratar empresas especializadas para a execução das atividades.

15.2.2.2 Subprograma de Monitoramento dos Impactos sobre a Avifauna

– **Objetivos Específicos**

- Levantar por meio de métodos diretos (observação direta, transectos, captura e coleta) a avifauna nas áreas de influência do empreendimento;
- A partir dos resultados obtidos, verificar as relações entre a ocorrência das espécies, o tipo de vegetação e o grau de conservação desses ambientes e as implicações para o manejo da área;
- Monitorar os impactos sobre a avifauna, sobretudo frente à resposta das espécies bioindicadoras.

– **Diretrizes**

Nesse monitoramento, deverá ser dado um enfoque para as espécies de aves indicadoras de qualidade ambiental e com alta sensibilidade à distúrbios antrópicos, como por exemplo, insetívoros de sub-bosque e que forrageiam em troncos de árvores, os quais sugerem-se os representantes das famílias *Thamnophilidae* e *Dendrocolaptidae*.

As aves indicadoras de qualidade ambiental poderão dar respostas em curto prazo para as alterações ambientais previstas para o projeto. Além dos exemplos citados acima, deverão ainda ser consideradas como espécies bioindicadoras:

- (1) *Anodorhynchus hyacinthinus* (arara-azul-grande): por tratar-se de uma espécie ameaçada de extinção e xerimbabo, e em Carajás aparenta apresentar uma população representativa, especialmente nas proximidades do rio Itacaiúnas;
- (2) *Harpia harpyja* (gavião-real): predador de topo de cadeia alimentar. Destaca-se que foi registrado ninho ativo na área do empreendimento.
- (3) Tinamídeos e Cracídeos: espécies com valor cinegético.

Recomenda-se que eventuais aves resgatadas durante as atividades de supressão sejam relocadas para áreas alvo do monitoramento dos impactos sobre a avifauna.

Entre as técnicas sugeridas para avaliação da redução de hábitat nas comunidades avifaunísticas, como cracídeos, tinamídeos, insetívoros de sub-bosque e que forrageiam em troncos de árvores recomenda-se transectos com pontos de escuta e captura com redes-de-neblina, instaladas no sub-bosque e dossel. Deverão ser estabelecidas áreas controle e áreas de translocação para consequente monitoramento, com metodologia (espacial e temporal) padronizada.

Em relação à *Harpia harpyja* (gavião real) e *Anodorhynchus hyacinthinus* (arara azul grande), recomenda-se que os dados levantados sejam repassados para os programas já em andamento na Floresta Nacional, conduzidos pelo ICMBio/Vale/INPA.

Os procedimentos de captura, coleta e transporte da avifauna deverão ser devidamente autorizados pelo IBAMA, sendo que a realização dos trabalhos em campo deverá ser precedida da anuência por parte do ICMBio, órgão gestor da FLONA de Carajás.

– Fases de Execução

Esse subprograma será executado durante as fases de implantação e operação do empreendimento.

Na fase de implantação, o programa deverá ter início antes das atividades de supressão de vegetação, com periodicidade trimestral (quatro campanhas/ano) até o primeiro ano após a conclusão da supressão da vegetação. Após esse período e a partir dos resultados obtidos, a continuidade do monitoramento ambiental e a frequência de monitoramento deverão ser avaliadas.

Na fase de operação, o programa deverá ser executado durante o primeiro ano, com periodicidade definida a partir dos resultados do monitoramento realizado durante a fase de implantação. Após esse período e a partir dos resultados obtidos, a continuidade do monitoramento ambiental e a frequência de monitoramento deverão ser avaliadas.

Em função das atividades de supressão de vegetação na fase de operação do empreendimento, a serem realizadas no 5º e no 12º ano, o programa de monitoramento deverá cobrir o período que antecede essas atividades e o primeiro ano após a conclusão da supressão da vegetação. Após esse período e a partir dos resultados obtidos, a continuidade do monitoramento ambiental deverá ser avaliada. A frequência de monitoramento deverá ser definida a partir dos resultados obtidos durante a fase de implantação do empreendimento.

– Responsabilidade pela Execução do Subprograma

A Vale será responsável pela execução deste subprograma, podendo contratar empresas especializadas para a execução das atividades.

15.2.2.2.3 Subprograma de Monitoramento dos Impactos sobre a Mastofauna Não Voadora

– Objetivos Específicos

- Monitorar as flutuações populacionais da mastofauna frente à implantação do empreendimento;
- Investigar e acompanhar as comunidades de mamíferos em setores florestais, advindas do desmatamento e alterações ambientais inerentes à implantação das obras do empreendimento;
- Subsidiar medidas de manejo consideradas necessárias à conservação de comunidades de mamíferos mais frágeis na área de influência do empreendimento.

– Diretrizes

A escolha das áreas de amostragem deverá corresponder aos diferentes setores florestais de floresta ombrófila e seus microhabitats, comparando ambientes que sofrerão intervenção com aqueles sem supressão (controle).

A fauna de pequenos mamíferos deverá ser monitorada através do método de captura-marcação-recaptura (CMR), utilizando armadilhas de gaiola (*live traps*) com iscas atrativas e armadilhas de queda (*pitfall traps*). Os animais deverão receber anilhas numeradas, específicas para esse grupo, fixadas na orelha para identificação do indivíduo no caso de recapturas.

Para o levantamento das espécies de médio e grande porte deverão ser utilizados os métodos de busca ativa por evidências diretas e indiretas e armadilhas fotográficas (*camera trap*). Para a localização dos grupos de primatas, deve-se lançar mão do método de *play back*, metodologia empregada para o levantamento da fauna de mamíferos não voadores.

Os procedimentos de captura, coleta e transporte da mastofauna deverão ser devidamente autorizados pelo IBAMA, sendo que a realização dos trabalhos em campo deverá ser precedida da anuência por parte do ICMBio, órgão gestor da FLONA de Carajás.

– Fases de Execução

Esse subprograma será executado durante as fases de implantação e operação do empreendimento.

Na fase de implantação, o programa deverá ter início antes das atividades de supressão de vegetação, com periodicidade trimestral (quatro campanhas/ano) até o primeiro ano após a conclusão da supressão da vegetação. Após esse período e a partir dos resultados obtidos, a continuidade do monitoramento ambiental e a frequência de monitoramento deverão ser avaliadas.

Na fase de operação, o programa deverá ser executado durante o primeiro ano, com periodicidade definida a partir dos resultados do monitoramento realizado durante a fase de implantação. Após esse período e a partir dos resultados obtidos, a continuidade do monitoramento ambiental e a frequência de monitoramento deverão ser avaliadas.

Em função das atividades de supressão de vegetação na fase de operação do empreendimento, a serem realizadas no 5º e no 12º ano, o programa de monitoramento deverá cobrir o período que antecede essas atividades e o primeiro ano após a conclusão da supressão da vegetação. Após esse período e a partir dos resultados obtidos, a continuidade do monitoramento ambiental deverá ser avaliada. A frequência de monitoramento deverá ser definida a partir dos resultados obtidos durante a fase de implantação do empreendimento.

– Responsabilidade pela Execução do Subprograma

A Vale será responsável pela execução deste subprograma, podendo contratar empresas especializadas para a execução das atividades.

15.2.2.4 Subprograma de Monitoramento dos Impactos sobre a Mastofauna Voadora (Quiropterofauna)

– Objetivos

Estabelecer subprograma de monitoramento da comunidade de quirópteros, a fim de monitorar os impactos causados pela supressão da cobertura vegetal do empreendimento sobre esse grupo zoológico, utilizando como parâmetros indicadores índices de riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade das espécies.

– Diretrizes

A escolha das áreas de amostragem deverá corresponder aos diferentes setores florestais de floresta ombrófila e seus microhabitats, comparando ambientes que sofrerão intervenção com aqueles sem supressão (controle).

A principal metodologia utilizada para a amostragem de quirópteros será a interceptação dos animais em vôo, com auxílio de redes-de-neblina, e deverão ser coletados os dados biológicos (reprodutivos, razão sexual, etc), biométricos, faixa etária e demais informações úteis para caracterização da comunidade como um todo.

Os animais capturados deverão ser anilhados com anilhas específicas para esse grupo e soltos no local de captura. Espécimes não identificados deverão ser devidamente preparados e depositados em coleção científica para posterior identificação, assim como indivíduos da amostra para servir de material-testemunho.

Os dados obtidos serão analisados e servirão de base para avaliação da influência dos impactos previstos sobre os morcegos. Caso necessário, ações de controle para os impactos deverão ser apontadas.

Os procedimentos de captura, coleta e transporte da quiropterofauna deverão ser devidamente autorizados pelo IBAMA, sendo que a realização dos trabalhos em campo deverá ser precedida da anuência por parte do ICMBio, órgão gestor da FLONA de Carajás.

– Fases de Execução

Esse subprograma será executado durante as fases de implantação e operação do empreendimento.

Na fase de implantação, o programa deverá ter início antes das atividades de supressão de vegetação, com periodicidade trimestral (quatro campanhas/ano) até o primeiro ano após a conclusão da supressão da vegetação. Após esse período e a partir dos resultados obtidos, a continuidade do monitoramento ambiental e a frequência de monitoramento deverão ser avaliadas.

Na fase de operação, o programa deverá ser executado durante o primeiro ano, com periodicidade definida a partir dos resultados do monitoramento realizado durante a fase de implantação. Após esse período e a partir dos resultados obtidos, a continuidade do monitoramento ambiental e a frequência de monitoramento deverão ser avaliadas.

Em função das atividades de supressão de vegetação na fase de operação do empreendimento, a serem realizadas no 5º e no 12º ano, o programa de monitoramento deverá cobrir o período que antecede essas atividades e o primeiro ano após a conclusão da supressão da vegetação. Após esse período e a partir dos resultados obtidos, a continuidade do monitoramento ambiental deverá ser avaliada. A frequência de monitoramento deverá ser definida a partir dos resultados obtidos durante a fase de implantação do empreendimento.

– **Responsabilidade pela Execução do Sub-programa**

A Vale será responsável pela execução deste sub-programa, podendo contratar empresas especializadas para a execução das atividades.

15.2.2.2.5 Subprograma de Monitoramento dos Impactos sobre a Ictiofauna

– **Objetivos Específicos**

- Determinar as características da estrutura da comunidade de peixes antes das intervenções sobre as drenagens;
- Determinar as mudanças nas populações de peixes e suas relações com fatores antrópicos, por meio de índices de riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade;
- Avaliar por meio do monitoramento da ictiofauna os impactos sobre a comunidade para, caso necessário, indicação de medidas de controle visando a conservação de peixes na área de influência da Mina do Alemão.

– **Diretrizes**

Os estudos referentes a ciclos reprodutivos e hábitos alimentares serão desenvolvidos para as espécies com número de exemplares suficientes para esta análise e obtidos ao longo do monitoramento. Também serão avaliadas a diversidade de espécies, equitabilidade e similaridade entre áreas de amostragem.

Os peixes capturados serão fixados e devidamente acondicionados, separados por local e apetrechos de pesca. Em laboratório, todo o material será triado e etiquetado. Todos os exemplares serão identificados, pesados, medidos (comprimento total e padrão) e avaliados quanto aos aspectos de biologia reprodutiva e alimentar.

A análise do fator de condição (hábitos alimentares, razão sexual, etc) será realizada para as espécies com maior abundância de indivíduos, considerando-se o monitoramento da ictiofauna nas áreas de influência da Mina do Alemão.

Os procedimentos de captura, coleta e transporte da ictiofauna deverão ser devidamente autorizados pelo IBAMA, sendo que a realização dos trabalhos em campo deverá ser precedida da anuência por parte do ICMBio, órgão gestor da FLONA de Carajás.

– Fases de Execução

Esse subprograma será executado durante as fases de implantação e operação do empreendimento.

Na fase de implantação, o programa deverá ter início antes das principais intervenções na área do empreendimento.

No primeiro ano de monitoramento o programa deverá considerar campanhas trimestrais. A partir dos resultados desse primeiro ano, a frequência de monitoramento deverá ser reavaliada.

– Responsabilidade pela Execução do Subprograma

A Vale será responsável pela execução deste subprograma, podendo contratar empresas especializadas para a execução das atividades.

15.2.2.2.6 Subprograma de Monitoramento dos Impactos sobre as Comunidades Hidrobiológicas

– Objetivos

- Acompanhar a evolução das comunidades aquáticas dos sistemas lóticos e lênticos das áreas de influência do empreendimento, por meio da composição específica e abundância de indivíduos das biocenoses de algas perifíticas, plânctos e macro invertebrados bentônicos;
- Verificar a eficiência das ações de controle propostas;
- Acompanhar o estabelecimento ou não de espécies indesejáveis, como cianobactérias.

– Diretrizes

- Amostragens dos leitos dos igarapés, barragem de água/barragem de rejeitos, e cavas da Mina do Igarapé Bahia situados nas áreas de influências do empreendimento. As amostragens deverão ocorrer nas estações seca e chuvosa, de forma a acompanhar a evolução dos processos de colonização desses organismos.
- Localização dos pontos selecionados para coletas em conformidade ao Programa de Monitoramento da Qualidade de Águas, gerando como subsídio para as análises das comunidades hidrobiológicas os parâmetros físico-químicos obtidos.
- Realização de trabalhos de laboratório e escritório, de forma a identificar e quantificar os organismos coletados, assim como proceder às análises de dados, interpretação de resultados, para, se for o caso, a indicação de medidas preventivas e/ou corretivas, ou a adequação de premissas do programa.
- Os procedimentos de captura, coleta e transporte do material hidrobiológico deverão ser devidamente autorizados pelo IBAMA, sendo que a realização dos trabalhos em campo deverá ser precedida da anuência por parte do ICMBio, órgão gestor da FLONA de Carajás.

– Fases de Execução

O programa deverá ser iniciado na fase de implantação, contemplando no mínimo um ciclo de amostragem (fim do período seco, início e fim de período chuvoso), acompanhando basicamente o cronograma do Programa de Qualidade de Águas; e estendendo-se durante a etapa de operação.

Nesta última fase, a malha amostral poderá ser revista, em razão dos resultados obtidos na fase anterior e a partir das estruturas e áreas utilizadas pelo empreendimento.

– Responsabilidade pela Execução do Programa

A Vale será responsável pela execução deste subprograma, podendo contratar empresas especializadas para a execução das atividades.

15.2.2.2.7 Programa de Salvamento Dirigido a Espécies da Fauna

– Justificativas

De forma geral, as espécies da fauna são dependentes de ambientes florestais e utilizam estas áreas para as suas necessidades vitais como abrigo, sítios de reprodução e obtenção de recursos. Portanto, levando-se em conta os elementos faunísticos associados e especializados ao uso das florestas, observa-se que os mesmos tendem a se submeter aos efeitos da supressão vegetal das áreas onde vivem, com a consequente redução do habitat.

Neste sentido, ações de salvamento executadas de maneira organizada e direcionada podem funcionar como ferramenta efetiva para o deslocamento passivo de grande parte dos animais para as áreas florestais em conectividade com as áreas sob intervenção. Porém, alguns grupos de animais apresentam dificuldades de dispersão, seja por desnorreamento em função do *stress* ou ferimentos, de forma que as ações de salvamento contribuirão para a redução da taxa de mortalidade ao longo das atividades de supressão da vegetação.

Portanto, a proposta de um plano de salvamento que inclua o acompanhamento das ações de supressão e o próprio resgate da fauna visa à minimização da eventual perda de espécimes.

– Objetivo Geral

O Plano de Salvamento Dirigido a Espécies da Fauna tem como objetivo geral minimizar a interferência direta sobre a fauna durante a supressão vegetal, e apresentar as ações a serem implantadas e executadas frente ao acompanhamento dos grupos zoológicos durante estas atividades.

– Objetivos Específicos

- Avaliar previamente as áreas potenciais para soltura da fauna indicando os locais de destinação dos espécimes resgatados;

- Acompanhamento das ações de desmate, conduzindo e/ou relocando os exemplares faunísticos dos grupos terrestres que se apresentarem incapazes de se deslocar sozinhos, por ferimentos ou desnorreamento;
- Resgatar e relocar os ninhos e filhotes de aves durante as ações de acompanhamento da supressão;
- Resgatar e relocar colméias de abelhas da família Euglossinae eventualmente encontradas;
- Orientar os funcionários envolvidos sobre a destinação da fauna, incluindo solturas e encaminhamento para instituições de pesquisa e ensino devidamente credenciadas e instituições de pesquisa e/ou produção de soro antitoxinas, dentre outras;
- Realizar as ações e salvamento em estreito relacionamento com as equipes responsáveis pelo supressão da vegetação, considerando os procedimentos adequados a serem adotados frente as espécies eventualmente encontradas durante as atividades, incluindo procedimentos preventivos quanto possíveis acidentes com espécies peçonhentas (ofídios e aracnídeos);
- Indicar os locais de destinação dos espécimes resgatados durante as atividades de supressão;
- Destinar os animais eventualmente feridos ao Parque Zoobotânico de Carajás (PZC) para tratamento e posterior soltura, contudo, a depender da capacidade e condições de restabelecimento do indivíduo ao hábitat natural;
- Espécimes não relocados poderão servir como matriz em programas de reprodução;
- Destinar os indivíduos que não sobreviverem ao resgate às instituições de ensino para aproveitamento científico.

– Diretrizes

Efetuar as tramitações necessárias referentes à autorização de manejo de fauna diretamente aos órgãos ambientais competentes (IBAMA), assim como anuência para realização das atividades no interior da FLONA de Carajás (ICMBio.);

Realizar parcerias com instituições de ensino e pesquisa (universidades, museus), por meio de cartas de aceite, indicando o interesse em receber o material proveniente das ações de resgate;

Treinamento dos funcionários responsáveis pelas ações de supressão da vegetação, em conjunto e consonância com a equipe responsável pelo execução do salvamento de espécimes da fauna;

Acompanhamento das frentes de desmate pelos profissionais treinados;

Elaboração de relatórios semanais sobre o acompanhamento das atividades de supressão da vegetação, para controle e registro do número de espécimes das espécies resgatadas e ações adotadas para cada caso.

– Fases de Execução

Este programa será executado enquanto ocorrerem as atividades de supressão vegetal, ou seja, na fase de implantação e operação do empreendimento.

– Responsabilidade pela Execução do Programa

A Vale será responsável pela execução deste programa, podendo contratar empresas especializadas para a execução das atividades.

15.2.2.2.8 Programa de Prevenção de Atropelamentos da Fauna

– Justificativas

Rodovias e outros empreendimentos lineares são apontados como um dos fatores causadores dos principais impactos antrópicos à conservação da biodiversidade. Embora o atropelamento de animais silvestres seja pouco estudado no Brasil, é uma importante causa de mortalidade para as espécies da fauna.

As taxas de mortalidade nas rodovias parecem ser influenciadas por alguns parâmetros como paisagem do entorno, características da estrada, volume de tráfego e velocidade dos veículos. Diversos táxons possuem características biológicas que os deixam mais expostos aos atropelamentos, sobretudo os répteis, aves e mamíferos não voadores.

Como a estrada Pojuca será o acesso principal para a Mina do Alemão, torna-se necessário a realização do Programa de Prevenção de Atropelamentos da Fauna ao longo de seu traçado, visando a identificação dos trechos com maior potencial de atropelamentos, com o objetivo de propor ações de controle para a redução deste impacto sobre a fauna local.

– Objetivo Geral

O presente programa tem por objetivo propor ações e estratégias de controle do impacto Alteração do Número de Atropelamentos da Fauna, em função da implantação e operação da estrada Pojuca.

– Objetivos Específicos

- Monitorar durante processo de implantação e operação da estrada Pojuca as espécies que se acidentam com maior frequência, com atenção para espécies ameaçadas de extinção e/ou com alta sensibilidade a distúrbios antrópicos;
- Avaliar a relação entre o número de atropelamentos, características ambientais da paisagem, traçado da estrada e o tipo e frequência de tráfego;
- Identificar os pontos com maior frequência ou potencial de atropelamentos, associando à época do ano, o número de indivíduos atropelados distribuídos por espécie, para determinação das taxas de atropelamento, buscando detectar possíveis padrões de mortalidade;
- Propor ações de controle para diminuição dos atropelamentos nos pontos identificados como de maior incidência.

– Diretrizes

Como forma de diminuir a ocorrência de atropelamentos da fauna nas vias de acesso e trânsito da estrada Pojuca, recomenda-se implementar o programa para prevenção de atropelamentos da fauna ao longo desta via.

Os espécimes encontrados atropelados serão identificados, fotografados e georreferenciados, possibilitando a identificação de locais com maior frequência de atropelamentos e as espécies mais susceptíveis. Essas informações irão compor um banco de dados quanto aos atropelamentos na estrada Pojuca. As informações possibilitarão identificar padrões de ocorrência dos atropelamentos em função da paisagem.

Outro meio eficaz para o controle dos atropelamentos é o envolvimento dos funcionários (por exemplo, motoristas) como parte do processo de identificação dos trechos com maior frequência de avistamento da fauna e das espécies, informações importantes que também irão compor a base de dados. Um fator importante para a prevenção de atropelamentos é a sensibilização dos profissionais que conduzem os veículos automotores.

A partir dessas informações, será possível compreender o impacto de atropelamentos da fauna na estrada Pojuca, auxiliando nas medidas de controle, que deverão ser adotadas nos acessos ao empreendimento. Incluem-se como medidas a instalação de sinalização de trânsito, como placas educativas e placas de regulamentação, estabelecendo em 60 km/h o limite de velocidade máxima permitido; o controle de velocidade por meio de dispositivos eletrônicos instalados nos veículos, redutores de velocidade e sonorizadores nos pontos de maior incidência de atropelamento identificados.

– Fases de Execução

O programa será conduzido durante as fases de implantação e operação da Mina do Alemão, contudo, durante a fase de implantação, o Programa de Prevenção de Atropelamentos da Fauna deverá ocorrer com periodicidade diária durante os dias úteis da semana.

Durante a etapa de operação, o programa deverá se estender por mais dois anos, devendo ser realizada duas vezes por semana.

– Responsabilidade pela Execução do Programa

A Vale será responsável pela execução deste programa, podendo contratar empresas terceirizadas para a execução das atividades.

15.2.2.2.9 Programa de Despesca das Espécies de Peixes Exóticas da Barragem de Água Bruta

– Justificativas

Durante os levantamentos da ictiofauna na área de estudo da Mina do Alemão foi registrada a ocorrência de duas espécies exóticas às bacias hidrográficas da região, a tilápia (*Colossoma macropomum*) e o tambaqui (*Oreochromis niloticus*). Ambas as espécies foram registradas na área onde está implantada a barragem de captação de água que atendia a Mina do Igarapé Bahia.

Embora a tilápia e o tambaqui estejam confinadas aos limites do lago, uma vez que essas espécies não foram registradas em outros pontos de amostragem, as intervenções previstas na barragem de captação de água poderão promover a dispersão dessas espécies para outras bacias presentes na área da Mina do Alemão. Por outro lado, a modificação do ambiente aquático em função da implantação do sistema de disposição de rejeitos em barragem poderá promover a morte dos espécimes ali estabelecidos.

Todas as espécies que se tornam invasoras são altamente eficientes na competição por recursos, na capacidade reprodutiva e de dispersão, o que as leva a dominar as espécies nativas originais. Na grande maioria dos casos, a dominância da espécie invasora na comunidade leva a uma condição ecologicamente inferior à original, com perda de biodiversidade e de processos ecológicos.

Diante do exposto, torna-se necessário a despesca dos indivíduos de tilápia e tambaqui estabelecidos na área da barragem de água, procedimento que visa a retirada dos espécimes para fins de manejo ou estudos e em casos de emergências ambientais. Essas ações visam manter a integridade dos sistemas ecológicos nos ambientes nativos conforme sua composição original.

– **Objetivo Geral**

Promover a retirada dos indivíduos das espécies de tilápia e tambaqui da barragem de captação da água, por meio da despesca, de forma a prevenir a colonização dessas espécies nas bacias hidrográficas presentes na região da Mina do Alemão.

– **Objetivos Específicos**

- Erradicar os espécimes de tilápia e tambaqui por meio da despesca, evitando a mortandade desses peixes em função das alterações físico-químicas da água, pela disposição de rejeitos, e a perda do ambiente aquático na área da barragem;
- Evitar a dispersão das espécies exóticas presentes na represa para áreas adjacentes à sua jusante, quando iniciarem-se as obras;
- Garantir a integridade ambiental dos ecossistemas aquáticos na região da Mina do Alemão e a conservação da biota associada à estes ambientes.

– **Diretrizes**

Recomenda-se que, antes do início das obras para a implantação do sistema de disposição de rejeitos em barragem, seja realizada a despesca das duas espécies (*Colossoma macropomum* - tambaqui e *Oreochromis niloticus* - tilápia).

A retirada dos indivíduos poderá ser realizada por meio de redes de arrasto e os pescados poderão ser reaproveitados nutricionalmente, uma vez que esses peixes, embora exóticos à região, possuem valor comercial e importância nutricional.

O Plano de Despesca da Tilápia e do Tambaqui é visto como a medida adequada para se evitar a propagação destas espécies para as áreas adjacentes situadas à jusante, impedindo a invasão biológica nos ambientes nativos.

O plano de despesca aqui apresentado deverá ser realizado em consonância com o subprograma de monitoramento da ictiofauna.

– **Fases de Execução/Cronograma**

A despesca das espécies exóticas (*Colossoma macropomum* - tambaqui e *Oreochromis niloticus* - tilápia) da barragem de água deverá ocorrer preliminarmente à implantação do sistema de disposição de rejeitos em barragem, prevista no 5º ano da fase de operação da Mina do Alemão.

A implementação do programa deverá ocorrer durante os dois primeiros anos da fase de implantação, com periodicidade semestral (duas campanhas/ano). Ressalta-se que os pescados poderão ser aproveitados como valor nutricional aos operários contratados para a implantação do empreendimento.

Como forma de garantia da retirada dos espécimes, recomenda-se novo esforço de despesca anterior às atividades de instalação do sistema de disposição de rejeitos em barragem (5º Ano da fase de operação). A partir dos resultados obtidos, será avaliada a necessidade de novos esforços de despesca no reservatório da barragem.

– **Responsabilidade pela Execução do Subprograma**

A Vale será responsável pela execução deste subprograma, podendo contratar empresas especializadas para a execução das atividades.

15.2.2.3 Plano de Prevenção de Interações Negativas com a Fauna

15.2.2.3.1 Programa de Prevenção a Interações Negativas Envolvendo Quirópteros

– **Justificativas**

Para os quirópteros, os abrigos, recursos quase tão importantes quanto o alimento, podem determinar a sua ocorrência em uma área. Espécies consideradas mais “sensíveis” têm necessidades específicas quanto aos abrigos e podem perecer quando destituídas destes. Por outro lado, o uso de abrigos artificiais é comum para outras espécies, as quais geralmente podem se adaptar a mais de um tipo de abrigo. Dentre estas, estão algumas espécies de morcegos frugívoros e insetívoros, além do morcego hematófago popularmente conhecido como vampiro comum (*Desmodus rotundus*).

Para as espécies mais sensíveis, o monitoramento da utilização de abrigos pode subsidiar ações de proteção destas espécies, como, por exemplo, na manutenção das populações ou comunidade, ao examinar padrões de deslocamento e escolha de abrigos.

No caso do vampiro comum, a localização de abrigos é de grande importância para o controle de suas populações, especificamente no caso da implantação de um empreendimento que irá mudar condições existentes quanto a oferta de alimento e abrigo para estes animais.

Os morcegos estão em segundo lugar na relação de maiores transmissores de raiva humana no Brasil e na América Latina, logo após os cães. O aumento da importância do ciclo “silvestre” da raiva, cujos reservatórios e transmissores principais são os morcegos, é consequência de alterações ambientais que desequilibram as populações de espécies de quirópteros. As principais alterações ambientais correlacionadas a estes desequilíbrios são consequências diretas ou indiretas da supressão de vegetação, que acarreta na perda de abrigo e alimento, sendo o fator seletivo de espécies.

Em última análise, o deslocamento de populações de morcegos para áreas utilizadas pelo homem favorece o contato entre as diferentes espécies de quirópteros, sejam insetívoros, frugívoros ou hematófagos. O presente programa pretende, portanto, centralizar esforços para prevenção de interações entre trabalhadores e a quiropterofauna local, diante da potencial utilização de abrigos antrópicos por esses animais.

– **Objetivos**

- Prospectar, avaliar, mapear e acompanhar a utilização dos abrigos naturais ou artificiais pelas espécies que ocorrem na área de influência da Mina do Alemão;
- Promover ações preventivas de esclarecimentos aos trabalhadores sobre morcegos e interações com os mesmos;
- Acompanhar eventuais interações entre quirópteros e seres humanos no decorrer da implantação de operação do empreendimento.

– **Diretrizes**

- Manter uma interface entre o programa aqui descrito e o subprograma de monitoramento de impactos sobre a quiropteroфаuna, buscando subsidiar, a partir das informações coletadas, as ações de controle para prevenção de interações negativas entre quirópteros e o homem.
- Averiguar se as estruturas construídas e existentes na área do empreendimento possuem características que permitam a colonização por quirópteros (por exemplo, cômodos com ausência de luz), visando ações de controle que impeçam a utilização dessas estruturas por morcegos.
- Identificar e mapear abrigos que sejam utilizados também por morcegos hematófagos, visando obter a distribuição espacial das ocorrências para fins de planejamento das ações de prevenção.
- Produção de material educativo para difundir informações e orientações aos funcionários e operários do empreendimento para evitarem: perturbação de eventuais animais encontrados em abrigos artificiais, tocar em qualquer tipo de morcego e a entrada em locais escuros ou cavernas.

– **Fases de Execução**

Esse subprograma será executado durante as fases de implantação e operação do empreendimento.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

A Vale será responsável pela execução deste programa, podendo contratar empresas especializadas para a execução das atividades.

15.2.2.3.2 Programa de Monitoramento de Insetos Vetores

– **Justificativas**

A implantação da Mina do Alemão irá alterar ambientes naturais onde são encontrados os insetos vetores das famílias Culicidae e Psychodidae. Em função das atividades de supressão de vegetação, poderá haver interferência nas fontes alimentares naturais destes insetos, além de alterações nos padrões de dispersão e densidade populacionais e na composição das comunidades. A supressão de vegetação e redução de habitats poderá repercutir no deslocamento da fauna silvestre de pequenos animais que são fontes de sangue para as fêmeas

hematófagas desses vetores. A presença de populações humanas na área poderá então vir a constituir fonte adicional de repasto sanguíneo para estes insetos.

O estudo da entomofauna de importância sanitária na etapa de viabilidade indicou a ocorrência de 13 espécies de importância epidemiológica (cinco vetores principais e oito vetores secundários), principalmente no que se refere à transmissão de patógenos causadores de malária e leishmaniose. Dessa forma, faz-se necessário um programa de monitoramento destes grupos nas fases de implantação e operação do empreendimento.

– **Objetivos**

- Avaliar os efeitos da implantação e operação do empreendimento sobre os insetos vetores;
- Analisar os dados referentes às capturas quanto à diversidade das espécies dos grupos estudados, sua abundância e distribuição em pontos a serem definidos no Plano de Controle Ambiental;
- Monitorar o surgimento de criadouros de larvas de insetos vetores e formação de ambientes atrativos a dípteros adultos nas áreas de maior movimentação de trabalhadores, como canteiros de obras e alojamentos, e áreas de disposição de resíduos;
- Propor recomendações para o controle de insetos vetores tendo como base o Programa de Saúde; e
- Fornecer apoio técnico na elaboração de material educativo a ser utilizado em atividades do Programa de Educação Ambiental.

– **Diretrizes**

Para as amostragens da entomofauna vetora de doenças deverão ser utilizadas armadilhas luminosas em horários de maior incidência destes insetos.

Em todos os pontos de amostragem deverão ser registrados dados de temperatura e umidade relativa do ar.

Os pontos de amostragem deverão ser determinados na primeira campanha de campo, considerando a presença de acessos terrestres e de ambientes favoráveis ao aparecimento de insetos vetores de doenças das famílias Culicidae e Psychodidae. Deverão ser amostradas todas as fitofisionomias existentes.

Deverão também ser verificadas condições de criadouros para insetos vetores das famílias Culicidae e Psychodidae nas áreas de maior movimentação de trabalhadores como canteiros de obras, alojamentos, áreas de disposição de resíduos e demais estruturas necessárias a Mina do Alemão.

Os ambientes a serem vistoriados referem-se a coleções de águas paradas, calhas, recipientes de máquinas de trabalho, abrigos para insetos em locais sombreados úmidos e armazenamento de materiais; locais de depósito de resíduos sólidos e emissão de resíduos líquidos provenientes dos canteiros de obras.

– **Fases de Execução**

Esse programa será executado durante as fases de implantação e operação do empreendimento.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

A Vale será responsável pela execução deste programa, podendo contratar empresas especializadas para a execução das atividades.

15.2.3 Programas Associados ao Meio Socioeconômico

15.2.3.1 Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos

– **Justificativa**

A instalação e a operação de empreendimentos, bem como sua posterior ampliação, alteram a dinâmica socioeconômica da região onde se implantam, devido a fatores que se inter-relacionam, como o potencial de desenvolvimento econômico ocasionado pela injeção de recursos na economia e a possibilidade de incremento do fluxo migratório, em função das expectativas de oportunidades de emprego e de melhoria de condições socioeconômicas, proporcionadas pelo desenvolvimento dos setores produtivos.

O Projeto Alemão apresenta potencial para ocasionar impactos positivos e negativos e, portanto, é importante monitorar indicadores relacionados ao meio antrópico dos municípios onde se localiza, para identificar e caracterizar esses possíveis impactos sobre a região, subsidiando o planejamento de ações para nela controlar e mitigar as interferências do projeto.

O Programa de Monitoramento Socioeconômico do Projeto Alemão busca a compreensão sistemática dos efeitos do empreendimento sobre as diversas dimensões econômicas, sociais e infraestruturais da área de influência do citado empreendimento, por meio de dados e informações objetivamente mensuráveis. Essa iniciativa, além de buscar conhecer as variações e a dinâmica dos processos socioeconômicos nos municípios da área de influência, constitui um importante instrumento norteador do planejamento de ações e procedimentos, tanto de adequação quanto corretivos, que se façam necessários.

Outro aspecto importante que justifica a implantação do programa de monitoramento dos indicadores socioeconômicos é o adensamento urbano que faz parte da dinâmica histórica e demográfica da área de influência do Projeto Alemão. A notícia da instalação e da ampliação de empreendimentos na região pode levar ao incremento dos movimentos migratórios em sua direção, já que as pessoas são motivadas, ao mesmo tempo, pela busca por melhores condições socioeconômicas e pela falta de oportunidades em seus locais de origem. Assim sendo, é necessário monitorar o adensamento populacional do distrito sede de Parauapebas, bem como das vilas Sanção e Paulo Fonteles.

– **Objetivo**

O principal objetivo deste programa é monitorar os aspectos da dinâmica socioeconômica da área de influência do Projeto Alemão, de modo a compreender essas alterações e seus elementos causadores, como forma de apoiar a potencialização de fatores positivos e a diminuição dos negativos, decorrentes da presença do empreendimento.

– Diretrizes

O Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos do Projeto Alemão contempla, primordialmente, a obtenção de informações que permitam a comparação com informações e dados presentes no diagnóstico socioeconômico do EIA do empreendimento, que servirão como referência inicial para o programa.

Deverão ser coletadas informações secundárias em fontes como órgãos públicos Municipais (Prefeitura, Secretarias e outros), Estaduais (EMATER, Secretarias, Tribunal de Contas dos Municípios e outros) e Federais (IBGE, INCRA e outros), bem como em Organizações Não Governamentais (IPAM, AMAZON e outras.), entre outras disponíveis.

Quando essenciais e não disponíveis nas fontes secundárias, serão coletados dados primários na sede municipal de Parauapebas e nas vilas Sanção e Paulo Fonteles, durante os meses propostos para a execução dessa atividade, utilizando método de amostragem aleatória que tem como pressuposto a premissa de que todos os elementos do universo pesquisado têm a mesma probabilidade de serem incluídos. A amostragem será representativa e proporcional à população em estudo.

Os dados deverão ser coletados objetivando a composição de indicadores, que representam ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis, cuja associação revelem significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem.

Os indicadores definidos para a composição deste Programa de Monitoramento estarão relacionados aos seguintes temas e variáveis: Dinâmica Demográfica (taxa de crescimento da população, taxa de mortalidade infantil, taxa de natalidade, adensamento urbano e fluxo migratório), Condições de Infraestrutura (habitação, abastecimento de água, acesso a esgotamento sanitário, sistema de coleta e destinação final de resíduos sólidos), Segurança Pública, Acesso a Serviços de Educação, Acesso a Serviços de Saúde, Atividades Econômicas, Finanças Públicas – Receita e Despesa Municipal e Novos Investimentos.

O monitoramento desses indicadores revelará as conseqüências causadas pela implantação e operação do empreendimento ao longo de sua vida útil, indicando as necessidades e prioridades de ações de minimização de impactos dele decorrentes.

– Público-alvo

O público-alvo deste programa é o município da área de influência direta do empreendimento, ou seja, Parauapebas e suas vilas Sanção e Paulo Fonteles.

– Desempenho esperado

Estima-se que o Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos possibilite identificar alterações na dinâmica socioeconômica da área de influência do empreendimento, proporcionando, quando necessária, a mitigação de impactos relacionados a determinadas variáveis selecionadas, como: fluxo migratório, nível de emprego, pressão sobre a infraestrutura básica, equipamentos e serviços sociais, aumento da vulnerabilidade social e da ocupação irregular e propagação de doenças infecto-contagiosas.

– **Abrangência**

As ações do Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos deverão ser implementadas no município da área de influência direta do Projeto Alemão, ou seja, em Parauapebas e nas vilas Sanção e Paulo Fonteles.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

O programa é de responsabilidade da Vale, que deverá estabelecer as parcerias necessárias para sua operacionalização.

– **Fase de Execução**

Serão realizadas campanhas para coleta de informações, a partir do início da fase de implantação da mina.

Cada campanha deverá ser acompanhada por um relatório descritivo e, ao final de cada ano, será necessário elaborar um relatório analítico anual, que contenha a análise dos dados dos impactos no meio socioeconômico e da dinâmica econômica ocorrida no município, em decorrência das atividades do Projeto Alemão.

De posse dos relatórios de monitoramento, a Vale deverá avaliar a necessidade de dar continuidade ou não ao programa, em função do grau de alterações socioeconômicas identificadas.

15.2.3.2 Programa de Educação Ambiental e Patrimonial

– **Justificativa**

A instalação de um empreendimento minerador em determinado território traz consigo transformações ao meio ambiente, com impactos socioeconômicos, físicos e bióticos, principalmente na área de influência direta do empreendimento.

Portanto, todas as pessoas relacionadas ao empreendimento devem ser orientadas quanto à melhor maneira de contribuir para a eliminação ou mitigação daqueles impactos negativos, bem como em relação à potencialização dos positivos.

– **Objetivo**

O Programa objetiva sensibilizar o público-alvo com relação a aspectos ambientais, como produção e disposição de resíduos, usos e qualidade da água, caça e coleta de espécies de valor comercial (fauna e flora), perseguição de animais, resgate e conservação de aspectos culturais e patrimoniais, doenças sexualmente transmissíveis e exploração sexual infanto-juvenil para desenvolver um processo de adoção de valores, formação de conceitos e aquisição de competências que motivem o comportamento de defesa, conservação e melhoria do meio ambiente, tendo como referencial a legislação ambiental vigente.

– Diretrizes

As ações do presente programa deverão estar em consonância com as diretrizes do Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA) do Ministério do Meio Ambiente e com avanços observados no processo de gestão ambiental nos anos mais recentes.

Para se alcançar os objetivos propostos, é importante que toda a comunidade envolvida com o empreendimento, em suas fases de implantação, de operação e de fechamento, seja reconhecida como parte interessada e tenha os espaços de participação garantidos. Para tanto, são propostas as seguintes estratégias de execução:

- identificação de todos os grupos de interesse, seja quanto ao meio biótico ou socioeconômico, por intermédio de amplo levantamento, caracterizando seu papel perante a comunidade e perante o empreendimento;
- implementação de parcerias, por meio de apoio técnico e logístico, com as instituições representativas dos grupos de interesse envolvidos, assim como com aquelas cujas atuações estão relacionadas aos temas a serem abordados;
- articulação das ações de Educação Ambiental e Patrimonial com a Gerência de Meio Ambiente da Vale e com o poder público municipal;
- articulação do Programa de Educação Ambiental e Patrimonial com os demais programas e projetos ambientais propostos, considerando especialmente os planos de manejo existentes;
- articulação do programa com as questões de saúde e segurança.

Devem ser programadas ações com resultados de curto prazo, que procurem reduzir os impactos ambientais potenciais das atividades do empreendimento e aqueles pertinentes à própria presença humana, principalmente ligados à produção, disposição de resíduos e ameaça sobre a flora e fauna local.

As ações ambientais que são rotina da Vale devem ser estendidas a todas as empreiteiras e contempladas no contrato. Deverão ser repassadas aos funcionários das empreiteiras não apenas as normas do controle dos resíduos e de sua destinação, mas também a compreensão do motivo que gera tal ação. O conhecimento das consequências de negligências, assim como a destinação dos resíduos, deve ser de domínio de todos.

O Programa será implementado por meio de atividades pedagógicas e recursos de divulgação que sejam ao mesmo tempo didáticos, informativos e lúdicos, facilitando o processo de assimilação do conteúdo. São exemplos deles: cartilhas, folders, cartazes, vídeos, teatros, visitas guiadas, oficinas, palestras e fóruns de discussão.

Tanto as atividades quanto os materiais de divulgação do Programa deverão ser elaborados com o uso de linguagem acessível ao público-alvo definido.

– Público-alvo

Considerando a importância da adequação da linguagem e dos temas a serem abordados para cada público-alvo, distinguem-se, nas áreas do projeto, os seguintes grupos de interesse:

- Funcionários (diretos e terceirizados);
- Comunidades da área de influência direta (Parauapebas, vilas Sanção e Paulo Fonteles).

– **Desempenho esperado**

Estima-se que, com a implementação do programa, serão controlados impactos relacionados aos incômodos à população e às questões de saúde e segurança na AID, como: propagação de doenças de transmissão vetorial, acidentes de trabalho e aumento de incidentes causados por animais peçonhentos e venenosos, incidência de doenças infecciosas transmissíveis e de notificação obrigatória e propagação de doenças sexualmente transmissíveis.

– **Abrangência**

As ações do Programa de Educação Ambiental e Patrimonial deverão ser implementadas nos canteiros de obras, na sede municipal de Parauapebas e nas vilas Sanção e Paulo Fonteles.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

Este programa é de responsabilidade da Vale, que deverá estabelecer os convênios necessários para sua execução, bem como pelo monitoramento de seus resultados.

O programa deverá ser executado por uma equipe que tenha em seu corpo técnico um profissional com experiência comprovada em educação ambiental, sendo fundamental o apoio e a participação da equipe de Comunicação Social e de profissionais ligados à Gerência de Meio Ambiente da Vale.

– **Fase de Execução**

Este programa terá início na fase de implantação e deverá continuar durante a fase de operação, em apoio aos demais programas e ações do empreendimento.

15.2.3.3 Programa de Fomento ao Desenvolvimento Local

– **Justificativa**

A Vale já possui presença relevante no contexto econômico e social da área de inserção do Projeto Alemão, o Sudeste do Pará. Assim, é importante que a empresa propicie uma conjuntura favorável à realização de investimentos, promovendo benefícios que venham a ser percebidos e efetivamente apropriados pelo conjunto da sociedade da região, visto que as conseqüências permanecerão nos municípios e na relação que se estabelece com o empreendedor.

– **Objetivo**

O Programa de Fomento ao Desenvolvimento Local visa induzir o desenvolvimento econômico e social local, por meio da integração dos investimentos e das iniciativas de relacionamentos sociais e econômicos a serem definidos e implantados na área de influência do Projeto Alemão.

– **Diretrizes**

A rede de relacionamentos estabelecida pela implantação de um empreendimento propicia uma condição essencial para se alcançar o desenvolvimento sustentável de sua área de influência.

Assim, para responder positivamente às questões concernentes ao desenvolvimento sustentável, a implementação deste plano deve considerar as seguintes diretrizes:

- o programa deverá se alinhar a outros programas existentes, voltados para a proteção e utilização sustentável da fauna e da flora silvestres;
- o fomento ao desenvolvimento socioeconômico sustentável deve considerar os macro-objetivos de desenvolvimento planejados pelos governos federal, estadual e municipal;
- as ações adotadas devem induzir ao empreendedorismo e à otimização dos ativos locais, estimulando iniciativas geradas pelas oportunidades econômicas que o empreendimento propiciará;
- a gestão do desenvolvimento socioeconômico sustentável deve criar oportunidades para a participação de todos os setores da sociedade local, promovendo o fortalecimento da sociedade civil e os processos de gestão pública;
- a promoção de ações de comunicação, durante todas as fases do empreendimento, deve estabelecer a transparência da postura institucional da Vale, consolidar sua credibilidade e induzir a co-responsabilidade por parte de todos os envolvidos.

– **Público-alvo**

O público-alvo do Programa de Fomento ao Desenvolvimento Local é formado pelo Poder Público, pela Iniciativa Privada e pela Sociedade Civil Organizada da Área de Influência do Projeto Alemão.

– **Desempenho esperado**

Estima-se que, com a implantação do programa descrito, impactos positivos provenientes do Projeto Alemão, como a dinamização da economia, o aumento da renda e do poder aquisitivo da população, o aumento da arrecadação municipal, serão potencializados e poderão ser melhor absorvidos pelas comunidades da área de influência do empreendimento.

– **Abrangência**

As ações do Programa de Fomento ao Desenvolvimento Local deverão ser implementadas principalmente na sede do município de Parauapebas e nas vilas Sanção e Paulo Fonteles.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

Este programa é de responsabilidade da Vale, que executará as ações necessárias para o atendimento das diretrizes estabelecidas, tais como convênios para a realização de treinamentos, bem como o acompanhamento e a avaliação dos resultados. Entretanto, considerando que o desenvolvimento socioeconômico sustentável é, fundamentalmente, um processo participativo, outros atores podem compartilhar a responsabilidade pela execução do programa.

– **Fase de Execução**

Será desenvolvido ao longo das fases de implantação e operação do Projeto Alemão.

15.2.3.4 Programa de Capacitação de Mão-de-Obra

– **Justificativa**

A implantação do Projeto Alemão demandará um efetivo de 3.000 funcionários no pico das obras, entre mão-de-obra para as obras civis e para a montagem eletromecânica. Para a operação e a manutenção do projeto, será necessária a contratação de 530 funcionários diretos e 478 indiretos.

Conforme política adotada pela Vale, a empresa priorizará a ocupação dos postos de trabalho por pessoal recrutado na região do empreendimento, como forma de internalizar os efeitos positivos da geração de emprego.

Pelas características mineradoras da região em que o Projeto se insere, é esperado que exista um contingente de mão-de-obra no mercado de trabalho com experiência adquirida no Complexo Minerador de Carajás e em outros projetos minerários da região, para assumir atividades nas fases de implantação e operação.

Sob essa ótica é que se torna necessária a implementação de mecanismos que criem oportunidades para a profissionalização e a habilitação dos trabalhadores na região do empreendimento, de modo a viabilizar sua efetiva absorção e aproveitamento.

– **Objetivo**

O principal objetivo do Programa de Capacitação de Mão-de-Obra do Projeto Alemão é estabelecer mecanismos para proceder à mobilização e à habilitação da mão-de-obra regional, visando a seu aproveitamento nas atividades inerentes ao empreendimento.

– **Diretrizes**

O projeto prevê a contratação de mão-de-obra, direta e indireta, nos municípios da área de influência do empreendimento, principalmente em Parauapebas, visando o aproveitamento e incorporação de trabalhadores disponíveis na área, garantindo continuidade ao Programa de Capacitação de Mão-de-Obra implementado pela Vale no âmbito de outros projetos na região.

A Vale fornecerá treinamentos específicos em saúde e segurança do trabalhador e em meio ambiente a todos os trabalhadores das empresas contratadas para o empreendimento.

Os procedimentos de recrutamento e seleção da equipe para o Projeto Alemão deverão envolver entidades como o SINE. Para implementação do programa, a Vale deverá manter convênios com diversas instituições de capacitação, tais como universidades, Escolas Técnicas, SENAI, SENAC e SEBRAE.

Por intermédio do Programa de Comunicação Social e utilizando-se dos meios de comunicação disponíveis localmente, deverá ser promovida a divulgação da qualificação, do perfil e da quantidade de mão-de-obra a ser contratada na fase de implantação do empreendimento, observando o tempo necessário à qualificação dos selecionados.

– **Público-alvo**

O público prioritário deste programa são os moradores na área de influência direta do empreendimento, ou seja, o município de Parauapebas.

– **Desempenho esperado**

Estima-se que, com a implantação do programa descrito, impactos positivos provenientes do Projeto Alemão, como a geração de empregos e a melhoria das condições de empregabilidade da população, serão potencializados e melhor absorvidos pelas comunidades da área de influência do empreendimento.

– **Abrangência**

As ações do Programa de Capacitação de Mão-de-Obra deverão ser implementadas na sede do município de Parauapebas e nas vilas Sanção e Paulo Fonteles.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

Este programa é de responsabilidade da Vale, que deverá estabelecer os convênios necessários para a execução dos treinamentos, bem como pelo monitoramento e avaliação de seus resultados.

– **Fase de Execução**

Em função das ações seqüenciais pertinentes ao Programa de Capacitação da Mão-de-Obra, seu tempo de execução tem início no período anterior às obras de implantação e continua ao longo dessa fase e da etapa de operação.

Ao final das obras, a mão-de-obra utilizada para a implantação do empreendimento será desmobilizada e poderá vir a ser aproveitada na implantação de outros empreendimentos da Vale na região.

15.2.3.5 Programa de Desenvolvimento de Fornecedores - PDF

– **Justificativa**

A implantação e a operação do Projeto Alemão irão requerer a aquisição de bens e a contratação de serviços em diversos setores, exigindo, em determinadas tarefas, qualificações específicas.

Assim, o Programa de Desenvolvimento de Fornecedores tem como diretriz a capacitação da cadeia produtiva regional para o fornecimento de insumos e serviços nas fases de implantação e operação do empreendimento.

Por intermédio desse programa, a Vale incentiva o aproveitamento da mão-de-obra e de empresas locais, para dar oportunidades ao empresariado paraense de se inserir no mercado, em especial as empresas localizadas na área de influência do empreendimento, nos municípios de Marabá, Canaã dos Carajás, Eldorado dos Carajás, Canaã dos Carajás e, principalmente, Parauapebas.

– **Objetivo**

O programa tem como objetivo contribuir para o aquecimento da economia na área de influência, criando condições de competitividade, adequando e capacitando o empresariado, fortalecendo assim os grupos empresariais para que eles possibilitem a geração de empregos diretos e indiretos e de renda para população da área.

Essas ações facilitam a participação mais efetiva nos grandes investimentos que estão sendo realizados no Estado do Pará, proporcionando o aumento da igualdade de oportunidades, para que os fornecedores locais e regionais possam atender às demandas do mercado.

– **Diretrizes**

O programa permanecerá em execução ao longo da implantação e da operação do Projeto Alemão, devendo ser adaptado de acordo com as novas tendências do mercado.

O PDF deverá dar continuidade às ações e diretrizes definidas em etapas anteriores do programa, implementadas no âmbito de outros projetos da Vale na região, desenvolvendo a capacitação, a certificação e a promoção dos fornecedores locais; melhorando a logística de abastecimento; reduzindo os custos para clientes; propiciando a geração de emprego e renda no âmbito regional.

Entre as ações de capacitação de fornecedores e empresários, estão incluídas a realização de workshops, palestras e cursos técnicos, cursos gerenciais, reuniões e rodas de negócios com compradores, fornecedores e entidades do Pará.

As empresas cadastradas têm seus nomes divulgados no site do PDF e no Informativo do programa, distribuído gratuitamente. Assim, tanto a Vale quanto outros interessados em contratações de serviços têm acesso a informações sobre as empresas e oportunidade de realizar negócios.

Em relação ao empreendimento objeto desse licenciamento, a Vale realizará:

- levantamento das necessidades quanto à compra de insumos, contratação de serviços e locação de equipamentos;
- formatação das especificações de cada item identificado no levantamento e exigências para contratação;
- encaminhamento das demandas à Coordenação do PDF, para que ela faça a coleta do número de empresas, do perfil e das referências para o atendimento das exigências;
- consulta às empresas cadastradas no processo de contratação, obedecendo ao perfil necessário para cada caso.

O PDF, por intermédio da Comissão de Acompanhamento, constituída por representantes das empresas conveniadas, realizará reuniões de apresentação de resultados e discussão de possíveis melhorias.

– **Público-alvo**

O público prioritário deste programa é constituído pelo empresariado que atua na área de influência do empreendimento, nos diferentes setores e atividades da economia que serão demandados pelo Projeto Alemão.

– **Desempenho esperado**

Estima-se que, com a implantação do programa descrito, impactos positivos provenientes do Projeto Alemão, como o fortalecimento das empresas, a geração de oportunidades de novos negócios e a dinamização da economia, serão potencializados e melhor absorvidos pelas comunidades da área de influência do empreendimento.

– **Abrangência**

As ações do Programa de Desenvolvimento de Fornecedores deverão ser implementadas nos municípios da área de influência do Projeto Alemão, principalmente em Parauapebas.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

Idealizado pela Vale e articulado pelo Governo do Estado do Pará, representado pela Secretaria Especial de Produção e Secretaria Executiva de Indústria, Comércio e Mineração – SEICOM, o programa tem a Federação das Indústrias do Estado do Pará - FIEPA como Coordenação Executiva. O PDF foi formalizado em 2001, por meio de um convênio com 25 órgãos e empresas, entre as quais participam SEMA, CIP, SIMEPA, SINDUSCON, FECOMÉRCIO, FACIAPA, ACIP, ACIM, ACP, ACS, ACBA, FCDL, SEBRAE/PA, VALE, ALBRÁS, ALUNORTE, MRN, MSS e PARÁ PIGMENTOS.

– **Fase de Execução**

O programa será desenvolvido ao longo da implantação e da operação do Projeto Alemão, devendo ser adaptado às alterações de demanda do mercado.

15.2.3.6 Programa de Apoio à Infraestrutura

– **Justificativa**

O aumento do fluxo migratório e o conseqüente incremento populacional ocasionam pressão sobre a infraestrutura básica (habitação, abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos e resíduos sólidos, infraestrutura viária), pois a demanda aumenta rapidamente e o município necessita de tempo para adequar a estrutura existente às novas necessidades.

Pelos motivos mencionados, mostra-se necessário estruturar um Programa de Apoio à Infraestrutura que deverá ter como instrumento de acionamento os resultados gerados pelo Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos.

– **Objetivo**

O objetivo do Programa de Apoio à Infraestrutura é minimizar o impacto da pressão sobre a infraestrutura básica (habitação, abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos e de resíduos sólidos, infraestrutura viária).

– **Diretrizes**

O Programa de Apoio à Infraestrutura é direcionado para ações de fomento à ampliação da infraestrutura das localidades influenciadas diretamente pelo empreendimento, ou seja, a cidade de Parauapebas e as vilas Sanção e Paulo Fonteles.

Devem ser priorizados temas como habitação, coleta e disposição de lixo, drenagem e esgotamento sanitário, tratamento e distribuição de água, em parceria com a administração pública municipal. Neste sentido, as ações e intervenções propostas devem estar em consonância com as diretrizes do Plano Global Específico – PGE (parceria firmada entre a Prefeitura Municipal de Parauapebas e a Vale), que tem como objetivo orientar e priorizar as intervenções do poder público nas vilas Sanção e Paulo Fonteles apontando soluções que as conduzam a um crescimento ordenado.

Para o direcionamento das ações a serem realizadas, deverá ser utilizado os resultados do Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos.

– **Público-alvo**

O público-alvo deste programa é a sede do município de Parauapebas e as vilas Sanção e Paulo Fonteles.

– **Desempenho esperado**

Estima-se que, com a implantação do programa descrito, seja possível mitigar a pressão sobre a infraestrutura básica (habitação, abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos e de resíduos sólidos, infraestrutura viária).

– **Abrangência**

As ações do Programa de Apoio à Infraestrutura deverão ser implementadas na sede do município de Parauapebas e nas vilas Sanção e Paulo Fonteles.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

O programa é de responsabilidade da Vale, que deverá estabelecer as parcerias necessárias para sua operacionalização.

– **Fase de Execução / Cronograma**

As ações de Programa de Apoio à Infraestrutura deverão ser implementadas durante a etapa de instalação do Projeto Alemão, pois essa é a fase do empreendimento na qual poderá ser observado o maior incremento do fluxo migratório e, conseqüentemente, aquela em que ocorrerá maior pressão sobre a infraestrutura básica.

15.2.3.7 Programa de Comunicação Social

– Justificativa

O Programa de Comunicação Social (PCS) do Projeto Alemão busca manter um diálogo transparente com os diferentes públicos sob influência direta e indireta do empreendimento. Em função disso, é fundamental promover a integração entre as atividades deste Programa e as demais ações de comunicação dos outros projetos da Vale na Região do Sudeste do Pará, com o objetivo de contribuir para uma gestão integrada do processo.

O PCS tem por base a legislação pertinente e as práticas de responsabilidade socioambiental, considerando sempre a ética e a transparência em torno das informações relativas ao projeto.

– Objetivos

Desenvolver uma comunicação contínua e transparente entre a Vale e a comunidade, especialmente no município de Parauapebas, possibilitando o fortalecimento das iniciativas de diálogo entre a empresa e seus públicos.

Desta forma, será possível viabilizar o conhecimento sobre o Projeto Alemão e o esclarecimento em relação às fases de implantação, bem como informar acerca de seus impactos ambientais, sociais e econômicos, visando, inclusive, à minimização de expectativas geradas em relação ao empreendimento.

– Objetivos Específicos

- Informar aos públicos de interesse, ou seja, moradores de Parauapebas e vilas Sanção e Paulo Fonteles, de maneira transparente, a abrangência das atividades da Vale, relativas ao Projeto Alemão, e os possíveis impactos provenientes do empreendimento. Da mesma forma, serão apresentadas as ações de mitigação e/ou potencialização contempladas nos programas ambientais a serem desenvolvidos e nos programas sociais a serem criados ou continuados, no caso daqueles já apoiados pela Vale;
- Conciliar interesses, com vistas à formação de uma rede de parcerias com os agentes de intervenção local;
- Esclarecer questões relativas à mão-de-obra, incluindo a divulgação do real contingente previsto e as qualificações necessárias, a fim de contribuir para a diminuição do fluxo migratório em direção à região do empreendimento;
- Considerar a percepção e o posicionamento de cada setor da sociedade com relação ao empreendimento e à atuação geral da Vale na região;
- Contribuir com uma gestão de comunicação que leve em conta o diagnóstico socioambiental, a fim de promover uma gestão territorial entre o Projeto Alemão e os demais projetos na região;
- Promover visitas e reuniões de relacionamento nas vilas Sanção e Paulo Fonteles para consolidar o vínculo entre as comunidades e a Vale;
- Formar um comitê social que atue como um canal de comunicação entre a Vale, as empresas contratadas e as comunidades. O comitê será utilizado para repassar as informações relevantes sobre o andamento do projeto e encaminhar as ações necessárias para solucionar questões pertinentes ao empreendimento apontadas pelos moradores, nas visitas de relacionamento.

– **Público-Alvo**

Comunidades da sede municipal de Parauapebas e das vilas Sanção e Paulo Fonteles, bem como empregados da Vale, contratados e público externo em geral.

– **Desempenho Esperado**

Espera-se, com a implementação deste programa, dar continuidade ao processo de aproximação entre o empreendedor e as comunidades dos municípios onde se instalará o Projeto Alemão; manter atualizadas as informações sobre o empreendimento e o território, de forma a permitir a tomada de ações preventivas necessárias; informar os empregados e contratados sobre as etapas do projeto, tornando-os multiplicadores de informações corretas e adequadas nas comunidades; ampliar e diversificar as ações de comunicação externa, para consolidação de relacionamentos e do posicionamento do empreendedor.

– **Responsabilidade pela Execução do Plano**

Este Plano é de responsabilidade do empreendedor.

– **Fase de Execução**

O PCS será desenvolvido ao longo das fases de implantação e operação do Projeto Alemão, considerando a realidade sócio-econômica e ambiental da região.

15.2.3.8 Programa de Saúde

– **Justificativa**

Os aspectos relacionados à implantação do projeto, realizados em ambiente de floresta tropical, determinam riscos para a saúde do trabalhador. Portanto, torna-se importante implantar programas de caráter permanente voltados para essa população, especialmente com relação aos acidentes de trabalho e de percurso, acidentes com animais peçonhentos e venenosos, doenças de transmissão vetorial (malária, febre amarela, leishmaniose, leptospirose, dengue) e outras doenças infecciosas (DST/AIDS, hepatites, tuberculose, hanseníase, gastroenterites).

Nesse programa preventivo se justifica incluir, também, temas relacionados a sexo seguro, gravidez precoce, paternidade e maternidade responsáveis, adolescentes e drogas, atos de violência.

O município de Parauapebas, conforme analisado neste estudo, apresenta carências importantes na oferta de serviços públicos de saúde, que poderão ser agravados caso haja uma maior demanda por esses serviços, especialmente na sede do município e nas vilas Sanção e Paulo Fonteles. Essa possibilidade também foi considerada na definição de diretrizes para o Programa de Saúde do empreendimento.

– **Objetivo**

As ações propostas neste programa têm por objetivo atenuar ou eliminar os impactos em saúde sobre os grupos humanos expostos às atividades do empreendimento.

– Diretrizes

O foco deste programa são os serviços básicos de saúde (como o Programa de Saúde da Família - PSF), os serviços ambulatoriais e hospitalares de média complexidade e as atividades de Vigilância em Saúde.

O programa deverá buscar a diminuição e a eliminação dos impactos das atividades do Projeto Alemão sobre os trabalhadores e as pessoas residentes no território de influência do empreendimento, através da melhoria quantitativa e qualitativa da assistência e do apoio ao desenvolvimento institucional em curso no sistema público de saúde.

Compreenderá ações assistenciais e de proteção coletiva da saúde do trabalhador, da população residente e da população atraída pelo empreendimento, segundo os níveis de complexidade tecnológica ofertados pelos serviços públicos de saúde e o incremento resultante de acordos entre a Vale e os gestores dos sistemas de saúde dos municípios.

As atividades de Vigilância em Saúde são integradas pelas ações de Vigilância Epidemiológica, Vigilância Ambiental em Saúde e Vigilância Sanitária. Sua função é a de coletar, processar e analisar os dados e informações de saúde e do meio ambiente, úteis ao processo de monitoramento e tomada de decisões gerenciais e operativas, com relação à proteção coletiva e assistência à saúde individual.

As medidas de promoção, proteção e recuperação da saúde são concebidas com base na análise e avaliação dos problemas de saúde, em correspondência com as situações de perigo e os riscos produzidos ou ampliados pelo empreendimento, cujas responsabilidades são estabelecidas na legislação trabalhista e do setor saúde.

– Público-alvo

São apontados três grupos populacionais de risco:

- trabalhadores nas obras de instalação e operação do empreendimento;
- população residente na área afetada pelo empreendimento;
- população atraída pelo empreendimento.

– Desempenho esperado

As ações assistenciais e de Vigilância em Saúde se articulam em torno dos principais problemas de saúde listados no diagnóstico deste estudo, a legislação trabalhista e de saúde.

As atividades são dirigidas para proteger e recuperar a saúde individual e coletiva, cujos produtos podem ser:

- a) diretos;
- b) efeitos intermediários dos produtos diretos;
- c) efeitos finais.

No caso da assistência às pessoas afetadas por doenças transmissíveis, o produto direto é a recuperação do doente, verificável pelo diagnóstico de alta ou de cura dado pelo médico. O efeito intermediário é a interrupção do processo de propagação do agente infeccioso. E o efeito final é a situação de bem-estar e de tranquilidade da comunidade.

Nas doenças agudas, o produto imediato é o restabelecimento das boas condições do paciente, evitando a evolução para os quadros complicados. O efeito intermediário é reduzir o número de internações hospitalares. E o efeito final é a diminuição do custo social das doenças.

Para os acidentes e violência, o produto imediato é a recuperação das partes e funções atingidas do corpo, bem como o equilíbrio das condições sócio-psicológicas do paciente. O efeito intermediário é o retorno da função social da pessoa. O efeito final é a mobilização social contra atos violentos.

Quanto à Vigilância em Saúde, é destacada, como seu produto direto, a informação gerada. Como produto intermediário tem-se a elevação do nível de informação dos tomadores de decisão e a realização das ações decididas. O produto final é a diminuição ou impedimento dos eventos mórbidos e óbitos decorrentes das situações de risco sob vigilância.

– **Abrangência**

O empreendimento tem implicações diretas e indiretas sobre os diversos níveis de atenção dos sistemas públicos dos municípios atingidos, com repercussões sobre outros municípios de referência, estabelecida pela Programação Pactuada Integrada.

As ações de estruturação da rede assistencial e de monitoramento da saúde propostas neste programa serão aplicadas no âmbito dos municípios da área de influência direta e indireta, ou seja, todos os municípios afetados pelo empreendimento.

– **Responsabilidades pela Execução do Programa**

É responsabilidade do sistema público de saúde a prestação dos serviços de saúde, conforme previsto na legislação em vigor, com o qual a Vale estabelecerá as parcerias consideradas necessárias. Quanto à saúde de seus trabalhadores, responderá às ações previstas em lei.

• **Responsabilidades de Parauapebas e demais municípios da área de influência:**

- Prestar assistência ambulatorial e hospitalar à população acrescida na AID, relacionada à implantação do empreendimento;
- Encaminhar à apreciação da Comissão Bipartite-CIB os extrapolamentos de serviços ocasionados pela presença do empreendimento nas localidades;
- Registrar os atendimentos à saúde dos trabalhadores nas obras, seus dependentes e população acrescida;
- Executar as atividades de Vigilância em Saúde, em parceria com as ações de monitoramento dos impactos em saúde realizadas pelo empreendedor.

• **Responsabilidades do empreendedor:**

- Monitorar os impactos ambientais com repercussão sobre a saúde da população exposta às ações do empreendimento e fornecer informações ao SUS municipal;

- Fornecer dados sobre o acréscimo populacional associado com os trabalhadores do empreendimento nos municípios atingidos;
- Compensar os municípios afetados pelos serviços assistenciais prestados à população acrescida em função da implantação do empreendimento;
- Apoiar os municípios nas ações de investigação e controle de eventos e agravos à saúde associados à presença do empreendimento;
- Apoiar o desenvolvimento institucional da Vigilância em Saúde com aporte de recursos correspondentes ao valor per capita do SUS relativos ao Teto Financeiro da Vigilância em Saúde – TFVS;
- Acompanhar a assistência à saúde da população exposta aos riscos presumidos relativos às ações do empreendimento, por meio dos relatórios emitidos pelos serviços de saúde dos municípios.

– **Fases de Execução**

O Programa de Saúde deverá cobrir as fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento.

A etapa que antecede o início das obras (pelo menos seis meses) é considerada crítica, pois o atraso ou o não cumprimento das ações devidas pode resultar na necessidade de implantar medidas emergenciais ou de menor efetividade.

Nessa etapa, deverão ser estabelecidos acordos e convênios com os organismos gestores do SUS, instituições públicas e privadas de ensino e pesquisa para:

- preparar as estruturas e organização da assistência à saúde para atender as necessidades previstas neste programa;
- preparar as estruturas e organização da vigilância em saúde para atuar no programa;
- acompanhar e avaliar o processo e os resultados da execução do programa (atividade que se prolongará por todas as fases do empreendimento).

Tanto na fase de implantação do empreendimento quanto na de operação, os trabalhadores nas obras terão como referência assistencial o ambulatório instalado no canteiro de obras, sendo encaminhados aos serviços públicos de saúde para aqueles procedimentos nele não executados.

A população indiretamente afetada, por sua vez, será atendida nos serviços públicos de saúde dos municípios atingidos pelo empreendimento e naqueles conveniados com o SUS. Os municípios da área atingida precisarão pactuar com outros os atendimentos que excedam a suas capacidades tecnológicas.

15.2.3.9 Programa de Arqueologia Preventiva

– **Justificativa**

O diagnóstico elaborado para o EIA do Projeto Alemão concluiu pelo potencial arqueológico positivo da área do empreendimento.

Portanto, medidas preventivas são necessárias, para evitar o comprometimento de bens constituintes do patrimônio arqueológico nacional.

Essas medidas devem apresentar conformidade com as normas vigentes de proteção ao patrimônio arqueológico nacional (Lei 3.924/1961 e Portaria IPHAN 230/2002), as quais exigem que, antes de qualquer obra que ponha em risco bens da União (caso dos sítios arqueológicos, conforme Artigo 20 da Constituição Federal), sejam inicialmente levantados os sítios em risco, providenciado seu salvamento e implantadas atividades de educação patrimonial.

– **Objetivos**

Evitar que o empreendimento destrua bens constituintes do patrimônio arqueológico nacional, numa região estratégica para o conhecimento da história pré-colonial da Amazônia.

– **Objetivos Específicos**

- Realizar prospecções arqueológicas intensivas em toda a área de intervenção do empreendimento, para identificar os sítios arqueológicos em risco;
- Avaliar as dimensões, a espessura e a profundidade dos depósitos arqueológicos de todos os sítios identificados, assim como seu grau de integridade;
- Documentar e estudar a variabilidade cultural dos sítios arqueológicos presentes na área de estudo;
- Providenciar o resgate dos sítios que não puderem ser preservados, em intensidade compatível com a significância científica de cada um;
- Obter, em campo, amostras datáveis, para identificação cronológica dos sítios pesquisados;
- Esclarecer as comunidades situadas no entorno do empreendimento e os profissionais ligados à sua implantação sobre as características da arqueologia regional e incentivar parceria para a proteção dos bens arqueológicos regionais.

– **Diretrizes**

- Contratação de um arqueólogo sênior responsável, que terá a seu cargo solicitar a permissão de pesquisa arqueológica ao IPHAN (conforme exige a Lei 3924/61) e montar a equipe técnica que participará da execução do programa;
- Elaboração de projeto de pesquisa científica a ser apresentado ao IPHAN, para obtenção da permissão de pesquisa acima mencionada, nos termos da Portaria SPHAN 07/1988;
- Levantamento de campo sistemático e intensivo, com sondagens no subsolo, conforme recomendado pela Portaria IPHAN 230/2002;
- A partir dos resultados das atividades anteriores, detalhamento do projeto de salvamento arqueológico a ser encaminhado ao IPHAN;
- Atividades de educação patrimonial voltada aos profissionais ligados à implantação do empreendimento;
- Escavação sistemática dos sítios arqueológicos a serem objeto de resgate;
- Coleta e envio de amostras para datação por termoluminescência ou C14 de todos os sítios resgatados;
- Envio das amostras coletadas para laboratórios especializados em datação arqueológica;
- Curadoria e análise, em laboratório, do material coletado em campo e da documentação cartográfica e fotográfica produzida;

- Atividades de educação patrimonial voltadas às comunidades do entorno do empreendimento;
- Elaboração dos relatórios de prospecção arqueológica, educação patrimonial e salvamento arqueológico para o IPHAN.

– **Abrangência e Público-alvo**

O público alvo e a abrangência do programa de arqueologia preventiva devem considerar as comunidades de Parauapebas, vilas Sanção e Paulo Fonteles, bem como os trabalhadores no empreendimento e os sítios arqueológicos a serem objeto de resgate.

– **Desempenho esperado**

Com este programa, espera-se resgatar os sítios que não puderem ser preservados, em intensidade compatível com a significância científica de cada um; obter, em campo, amostras datáveis, para identificação cronológica dos sítios pesquisados; realizar a curadoria e a análise, em laboratório, do material coletado em campo e da documentação cartográfica e fotográfica produzida; desenvolver atividades de educação patrimonial, esclarecendo as comunidades situadas no entorno do empreendimento e os profissionais ligados à sua implantação sobre a importância de preservar os bens culturais regionais; elaborar os relatórios de prospecção arqueológica, educação patrimonial e salvamento arqueológico para o IPHAN.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

A execução deste programa é de responsabilidade do empreendedor.

– **Fase de Execução**

O programa deverá ser desenvolvido durante a fase de implantação do empreendimento.

15.2.4 Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)

15.2.4.1 Introdução

A recuperação das áreas degradadas, visando a estabilização física e ambiental da área, é obrigatória, necessária e de fundamental importância para evitar que se instalem processos erosivos e facultem a integração da área ao seu contexto ambiental ou mesmo com uma função de uso próxima para o que se deseja na atualidade.

Técnicas de bioengenharia de solos têm se adequado perfeitamente à recuperação de áreas degradadas ao longo de taludes em geral, uma vez que requer utilização mínima de equipamentos e de movimentação de terra, e principalmente por utilizar a vegetação conjugada com elementos inertes na estabilização de solos, contribuindo dessa forma para a integração da intervenção à paisagem local.

No caso em questão, a recuperação objetiva estabelecer a proteção do solo contra erosão e a diminuição do impacto visual negativo para as áreas degradadas, caracterizadas principalmente, por taludes de corte e aterro com superfícies desprotegidas.

É importante ressaltar que o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas guarda estreita ligação com outro conjunto de ações que objetivam dotar as áreas interferidas de controles relacionados a drenagem, à execução de intervenções adequadas para a conformação de taludes de corte e aterro, entre outras.

15.2.4.2 Justificativa e Objetivos

O presente Programa tem como objetivo estabelecer as ações para recuperar as áreas degradadas durante o período de obras. Para tanto, foram estabelecidas as atividades necessárias à recuperação e recomposição das mesmas, considerando seus diferentes graus de degradação ambiental, priorizando-se aquelas mais críticas em termos de segurança operacional e aquelas que visam à manutenção da qualidade ambiental da região.

A implementação do PRAD justifica-se na medida em que a adoção das práticas nele recomendadas acarretará na atenuação dos impactos negativos oriundos da instalação do empreendimento.

15.2.4.3 Metodologia

A metodologia adotada para a definição dos modelos de recuperação propostos neste PRAD apoiou-se num primeiro momento nas vistorias de campo realizadas na área do projeto e posteriormente nos estudos ambientais realizados.

Partindo-se de uma abordagem conceitual e, baseando-se nas principais situações presentes no âmbito do projeto, foram elaborados procedimentos padrão de recuperação que visam subsidiar, na ocasião de execução das obras, a elaboração dos projetos executivos. Procurou-se também dar um caráter específico ao PRAD de forma a permitir que determinadas ações, tais como a recuperação de taludes já reconformados, sejam realizadas sem a necessidade de um projeto executivo com grandes detalhamentos sem, porém, descartar a necessidade de avaliação das estruturas de drenagem existentes, dentre outros fatores.

Sendo assim, as técnicas e os procedimentos a serem empregados na recuperação destas áreas estão descritas a seguir.

Abertura de Novas Áreas

As atividades relacionadas a limpeza para preparação de áreas para receber as estruturas ora em licenciamento envolve a remoção de arbustos, galhadas, destoca e transporte do material lenhoso, promovendo a desagregação de solo os quais poderão ser carreados para áreas à jusante, contribuindo na intensificação dos processos de assoreamento e sedimentação.

Na etapa de nivelamento do terreno (ou topográfico), as atividades de movimentação de terra e escavações, poderão causar compactação dos solos, influenciando diretamente nas propriedades intrínsecas dos mesmos, como estrutura, umidade, porosidade e permeabilidade. Essas alterações ocorrem quando há raspagem da camada superficial com a remoção da cobertura vegetal e inversão de camadas e horizontes do terreno, ocasionando em geral, perda da capacidade de infiltração de água.

As atividades de movimentação de terra modificam as condições topográficas e de cobertura do terreno e, conseqüentemente, todo o processo de escoamento das águas precipitadas ou aflorantes, podendo interrompê-lo (represamento), acelerar ou reduzir sua velocidade, concentrando ou dispersando as águas.

Ao longo dos acessos e de platôs formados para instalação de estruturas poderão surgir processos erosivos decorrentes do escoamento superficial das águas em suas margens.

A ausência de dispositivos de drenagem associada à declividade poderá no curto prazo escavar as laterais das áreas terraplanadas diminuindo sua área útil e comprometendo a segurança do tráfego e a estabilidade das estruturas (**Figura 15.2.4.1**)

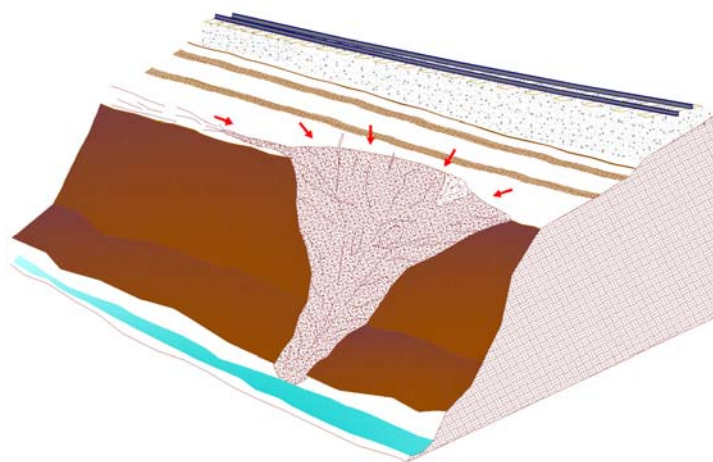


FIGURA 15.2.4.1 - Modelo esquemático de processos erosivos adjacentes aos acessos

Os processos erosivos também poderão ocorrer nas pilhas constituídas pelo material proveniente das diversas camadas dos solos as quais serão recolhidas, após a retirada da cobertura vegetal, e estocadas para serem reutilizadas na recomposição paisagística de feições de relevo, revestimento de taludes de cortes e aterros, dentre outros.

Essas pilhas constituirão ambientes propensos às erosões, por apresentarem taludes em materiais não consolidados e, principalmente se forem dispostas em locais não apropriados. Sendo assim, a superfície do material em estoque deverá ser protegida contra erosão e lixiviação pelas águas pluviais por meio de leiras e estruturas de drenagem locadas ao redor das pilhas.

Drenagem

A implantação da drenagem superficial em obras que demandam corte e aterro é fator básico à estabilidade de maciços e a manutenção das condições ideais das plataformas a serem criadas, tanto para implantação de canteiros e demais estruturas como para as faixas de rolamento. Neste sentido, devem ser compreendidas como complemento indispensável às obras de contenção ou recuperação.

Todo o material excedente, proveniente das movimentações de terra, durante a limpeza das áreas, tende a ser carregado para locais de cotas inferiores e, conseqüentemente, para os corpos d'água mais próximos.

Durante a fase de obras poderá surgir a necessidade de construção de dispositivos de drenagem provisórios com o intuito de conduzir adequadamente as águas durante as atividades. Estes dispositivos poderão ser construídos na forma de leiras ao longo dos acessos com solo compactado ou mesmo através de pequenas escavações em solo. Tais contenções serão locadas no entorno das drenagens que circundam as áreas sujeitas à grande movimentação de terra. Os principais dispositivos de drenagem superficial que serão utilizados no projeto encontram-se descritos a seguir.

Canaletas de Concreto

As águas provenientes das áreas de contribuição a montante dos taludes, deverão ser coletadas e conduzidas por canaletas de concreto periféricas em seção trapezoidal conforme **Figura 15.2.4.2** a seguir.

As canaletas de concreto a serem construídas nas cristas e bermas dos taludes ou nas laterais dos acessos deverão apresentar seção trapezoidal típica com dimensões e seções definidas conforme projeto de drenagem específico.

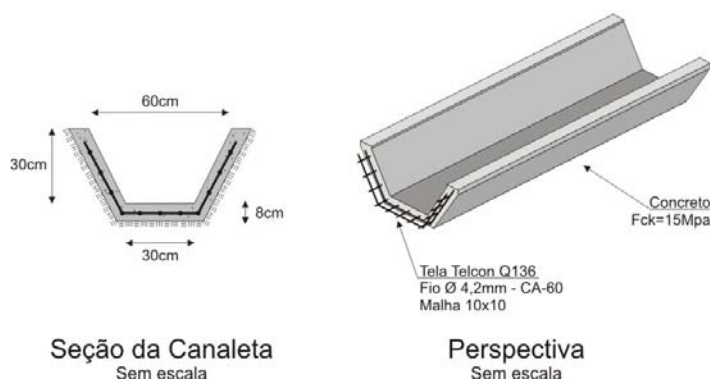


FIGURA 15.2.4.2 - Modelo esquemático de canaletas de concreto

Como complemento, ao final das canaletas de concreto, deverá ser construída, caso necessário, uma bacia de dissipação de 1m de raio e 50cm de profundidade a qual deverá ter toda a sua superfície revestida com pedras-de-mão de diâmetro 30cm (**Figura 15.2.4.3**).



FIGURA 15.2.4.3 – Bacia de dissipação enrocadas com pedras de mão

As canaletas de crista e pé, bem como as de descida d'água, são moldadas no local e revestidas por concreto projetado e deve ser analisado, a cada caso, o eventual efeito erosivo no despejo, causado por esta forma de captação e condução das águas.

É importante, que antes da implantação dos dispositivos, seja estudada a topografia das áreas afetadas para a definição dos valores adequados das seções dos dispositivos a serem implantados, e caso necessário estes deverão ser redimensionados em função de possíveis aumentos das áreas de contribuição.

Após o dimensionamento das áreas a serem terraplanadas para desenvolvimento da mina, implantação da usina, da linha de transmissão e da estrada Pojuca, serão apresentadas, em planta, a geometria e dimensões das canaletas necessárias para controle do escoamento superficial.

Sarjetas

As sarjetas são dispositivos de drenagem longitudinal, construídos paralelamente aos acessos e às plataformas dos escalonamentos, com o objetivo de escoar as águas, e geralmente têm, por razões de segurança, a forma triangular.

A especificação das sarjetas refere-se a cortes e aterros e ao terreno natural, marginal á área afetada pela construção, que por ação da erosão poderão ter sua estabilidade comprometida. Estes dispositivos (**Figura 15.2.4.4**) deverão ter suas dimensões, localização, confecção e acabamento determinado no projeto de drenagem a ser apresentado quanto da elaboração do Plano Básico Ambiental.

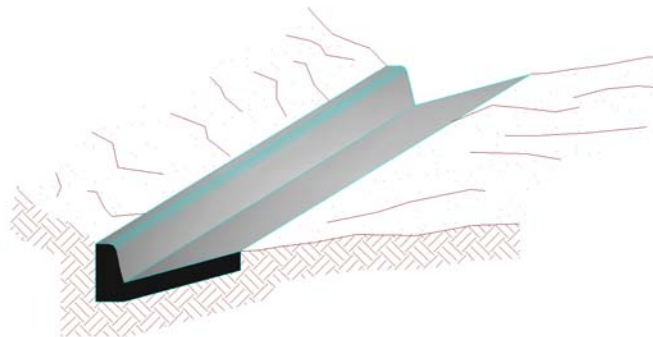


FIGURA 15.2.4.4 - Modelo esquemático das sarjetas

Caixas de Passagem

Estas estruturas, feitas em concreto, têm por objetivo coletar as águas drenadas pelas canaletas e sarjetas, dissipá-las diminuindo sua energia e direcioná-las até locais onde não haverá mais risco de erosão.

Os detalhes construtivos das caixas de passagem devem seguir rigorosamente, o projeto de engenharia, para cada situação específica (**Figura 15.2.4.5**).

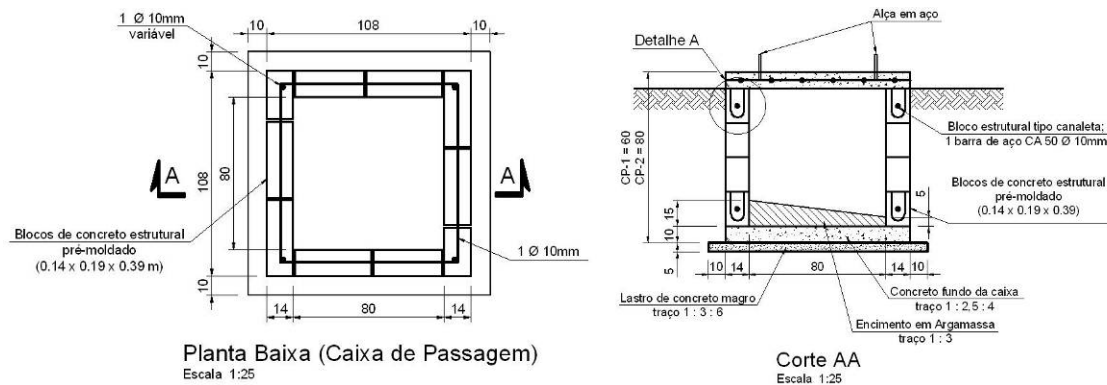


FIGURA 15.2.4.5 - Detalhes construtivos das caixas de passagem

Descidas D'água

As descidas d'água são dispositivos de drenagem responsáveis por dissipar a energia das águas provenientes das canaletas, sarjetas e caixas de passagem e conduzi-las até um local seguro para sua dissipação. Na parte superior deverá ser feita uma ala com objetivo de receber e conduzir a água proveniente das estruturas de drenagem, protegendo suas laterais e direcionando o fluxo de forma adequada até a descida d'água.

Estes dispositivos possuem: uma estrutura retangular em concreto, que é implantada transversalmente aos bancos (com seção a ser definido); trecho de transposição de bancos com declividade longitudinal de no mínimo 1%; e degraus de altura constante adaptado ao terreno, conforme ilustra a **Figura 15.2.4.6** a seguir.

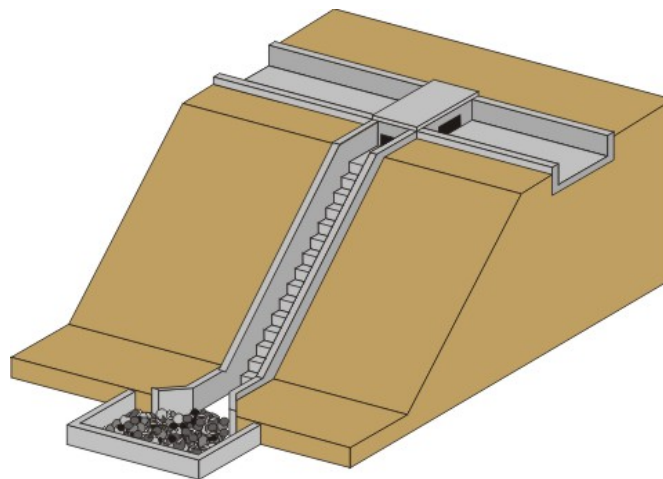


FIGURA 15.2.4.6 - Modelo esquemático das descidas d'água

As descidas de água e dissipadores de energia são muito importantes, especialmente na área da Mina e da estrada de acesso à barragem. No primeiro caso pelo fato de mesma localizar-se num domínio morfológico de onde podem escapar águas superficiais numa condição favorável de escoamento superficial e produzir alteração da dinâmica erosiva vigente no local.

No segundo caso, as estruturas citadas são muito importantes, pois as condições topográficas para a implantação ou melhoria da estrada de acesso à barragem existente, dada a natureza dos seus solos e características morfométricas da encosta, são merecedoras de cuidados adicionais.

Dissipadores de Energia

Os dissipadores de energia deverão ser construídos no final dos dispositivos de drenagem e canais periféricos, com o objetivo de dissipar as águas e permitir que elas infiltrem no solo sem causar erosão. Estes devem ser implantados sempre que for previsto lançamento de água (Figuras 15.2.4.7 e 15.2.4.8).

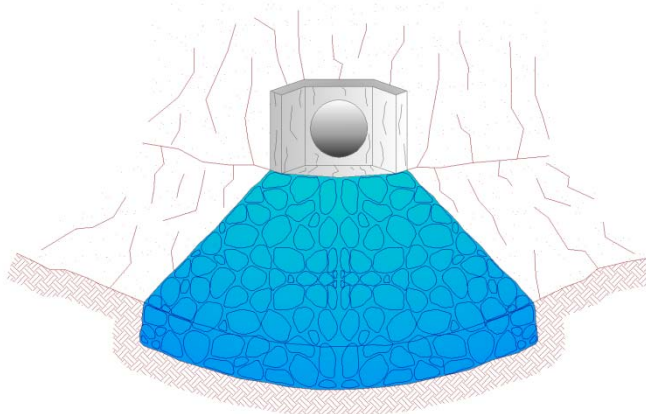


FIGURA 15.2.4.7 - Modelo esquemático dos dissipadores a serem construídos

Para construção, poderão ser utilizados restos de demolição de concreto (com intuito que seja reduzida a geração de resíduos desta classe nas obras), ou pedras-de-mão encaixadas umas nas outras até a uma altura de aproximadamente 50cm do nível do solo.

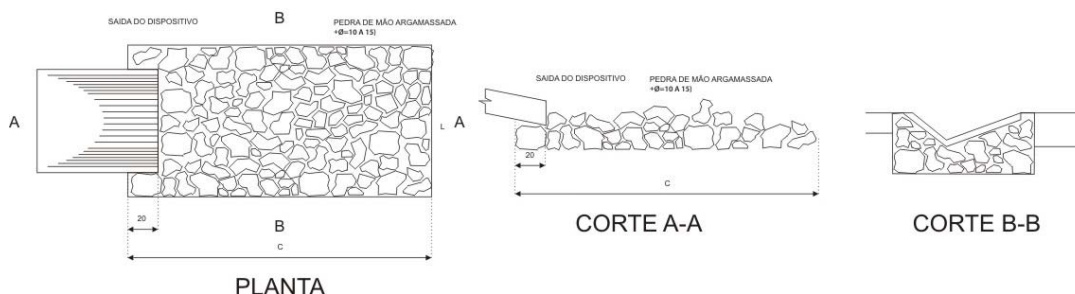


FIGURA 15.2.4.8 - Modelo esquemático de dissipadores de energia aplicáveis a saídas d'água, sarjetas e valetas

Bueiros

A transposição das drenagens de um lado a outro da plataforma dos acessos deverá ser feita por meio de bueiros com seção tubular de concreto e diâmetros variáveis de 0,80 a 1,20 metro e também bueiros de seção celular de concreto, com seções de 2,50 x 2,50 metros e de 3,0 x 4,0 metros, conforme cálculos de drenagem pré-definidos.

Na saída dos bueiros também deverão ser implantados dispositivos de dissipação confeccionados em pedra que promoverão a diminuição da capacidade erosiva das águas possibilitando, na sequência, sua condução a locais apropriados (Figura 15.2.4.9).

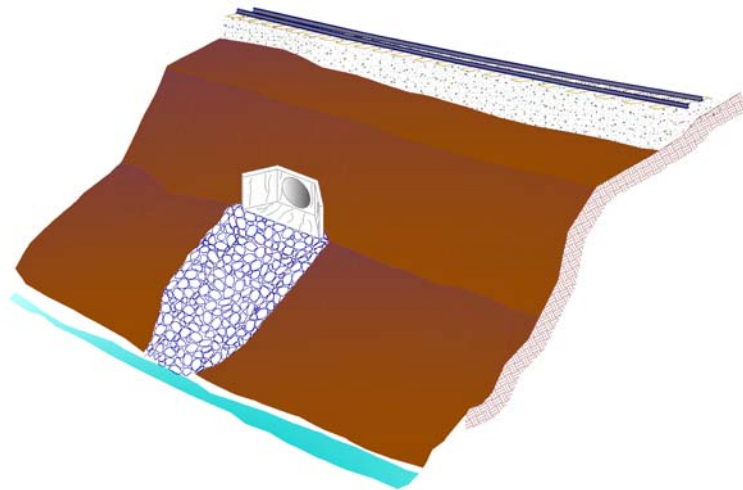


FIGURA 15.2.4.9 – modelo esquemático da transposição das drenagens por meio de bueiros

Tratamento dos Taludes

Todos os taludes de corte e aterro originados das operações de terraplanagem deverão ser revegetados com o uso de técnicas de bioengenharia, que contemplem o plantio de espécies herbáceas e arbustivas adaptadas à região. Para tanto, é ideal que os taludes apresentem suas superfícies regularizadas e desprovidas de ravinamentos e concavidades erosivas os quais podem originar novos focos erosivos.

Etapas Preliminares

a) Acerto e Regularização do Terreno

Taludes com declividades maiores que 45° deverão sofrer trabalhos de retaludamento visando uma configuração mais estável, as cristas dos taludes devem ser suavizadas e as negatividades removidas.

O gradiente de inclinação das faces dos taludes deverá ser o mais contínuo possível, desfavorecendo o ganho de energia cinética durante o escoamento superficial e a consequente desagregação de partículas de solo.

b) Coveamento

Após o acerto e a regularização da superfície dos taludes, estas deverão ser coveadas com o objetivo de reter os insumos a serem aplicados na etapa subsequente. Esse procedimento consiste em abrir covas com dimensões de 10 x 10cm e com profundidade de 5cm, espaçadas de 10 em 10 centímetros em sistema de quincôncio, como mostrado na **Figura 15.2.4.10** a seguir.

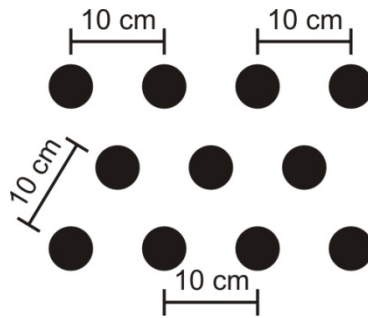


FIGURA 15.2.4.10 – Sistema de quincôncio para confecção das covas

Ressalta-se que o coveamento dos taludes de corte em áreas de ocorrência de Latossolos Amarelos e Plintossolos Pétricos poderá ser dificultado em função da consistência dura a muito dura destes solos quando secos, dada a alta coesão entre suas partículas. Recomenda-se, portanto, que esta operação neste tipo de solo seja executada logo após a ocorrência de chuvas ou quando o solo apresentar umidade adequada.

Já nos taludes de aterro o coveamento deve ser feito de forma cautelosa em função da ausência de estrutura do solo, evitando assim a remoção de material em excesso.

c) Calagem

Calagem é uma etapa do preparo do solo de fundamental importância na grande maioria dos solos de regiões tropicais, em especial os solos que predominam na área de interesse, que via de regra, são ácidos.

Essa atividade se constitui na distribuição de calcário dolomítico na superfície do solo e sua incorporação ao mesmo, na proporção indicada pela sua necessidade edáfica, objetivando a correção da acidez.

d) Adubação

Nessa etapa deverá ser feita a distribuição e incorporação de adubos e fertilizantes ao solo, para correção das deficiências nutritivas do mesmo em relação às necessidades das espécies vegetais que serão introduzidas.

Tipos de Tratamento

a) Semeio

O semeio pode ser efetuado de forma manual ou através da hidrossemeadura.

O semeio manual poderá ser utilizado nos taludes de corte ou de aterro. É importante que o mix de espécies pré-estabelecido seja rigorosamente atendido uma vez que tais espécies foram selecionadas de acordo com as características edáficas, climáticas e ecológicas da região. Atenção especial deve ser dada no momento da aplicação para garantir a uniformidade e homogeneidade da cobertura vegetal em toda a superfície das áreas tratadas.

Outro ponto que demanda atenção durante o semeio manual é a ação do vento, com potencial de espalhar irregularmente as sementes na área causando desuniformidade na aplicação. Para evitar esse efeito, é importante que o aplicador lance as sementes o mais próximo possível ao solo e no interior das covas.

A hidrossemeadura consiste na aplicação via aquosa de sementes, fertilizantes, celulose e adesivos orgânicos, utilizando bomba hidráulica e agitadores acoplados a um caminhão tanque. No tanque deverão ser misturados a celulose, o adesivo orgânico, o mix de sementes, o fosfato natural e os fertilizantes. Com a mistura pronta realiza-se a aplicação da mesma no solo previamente coveado por meio de jateamento com mangueira. O jato deve ser fino para que o produto fique aderido ao solo e não gere escorrimento. Cada mistura de um tanque deverá cobrir uma área de aproximadamente 1.000 m².

Os processos de revegetação sugeridos (semeio manual ou hidrossemeadura) deverão ter o seu começo condicionado ao início do período de chuvas, de acordo com o histórico de precipitações pluviais da região.

b) Espécies vegetais

No caso da semeadura, serão exigidos dos fornecedores sementes com alto grau de germinação. A composição de espécies a ser utilizada no coquetel de sementes, deverá considerar as condições específicas da área degradada onde visa-se o recobrimento do solo exposto. Destaca-se que as espécies a serem utilizadas deverão ser aprovadas pelo ICMBio, gestor da FLONA de Carajás.

Na seleção das espécies vegetais para a formação da consorciação, não se pode perder de vista o escopo principal da revegetação, que é o eficiente e duradouro controle do processo erosivo, conjugado ao bom aspecto visual, o baixo custo de execução e de manutenção, associados à aquisição fácil no comércio.

O mix de sementes a ser estabelecido deverá conter espécies de leguminosas e gramíneas. A associação dessas famílias provê uma rápida e eficiente cobertura do solo, inicia o processo dos ciclos biogeoquímicos, além da disponibilização de matéria orgânica para as espécies sucessionalmente tardias.

Realizando os serviços de revegetação com cobertura consorciada de sementes, tem-se adotado em média a ordem de 200 a 300 kg/ha, dentre leguminosas e gramíneas. Deve-se considerar as dificuldades de aquisição de determinadas espécies, cujo fornecimento está sujeito a condições de plantio e oferta pelos produtores. Não se pode perder de vista as restrições ao uso de espécies exóticas na recuperação ou reabilitação de áreas no interior da FLONA de Carajás.

c) Aplicação de Biomantas Antierosivas

A aplicação das biomantas antierosivas é indicada para os locais caracterizados por forte declividade, ou seja, para taludes com ângulo de inclinação (ou repouso) maior que 45°, ou mesmo sobre material de solo friável e arenoso independentemente da topografia. A utilização das biomantas visa proteger de forma imediata a superfície do solo contra a ação dos agentes erosivos, evitando o carreamento de sedimentos, insumos (fertilizantes, esterco, etc.) e sementes aplicados nas etapas anteriores.

A biomanta a ser empregada nos trabalhos de recuperação ambiental deve ter a sua matriz orgânica, composta por fibras vegetais (palha agrícola), apresentando gramatura mínima de 500 g/m², compreendida entre duas tramas de polipropileno fotodegradável, com no mínimo 2 cm de abertura, que permita a emergência de plântulas leguminosas de folhas ou folíolos largos, devendo ser de fácil manuseio e aplicação.

A aplicação das biomantas antierosivas deve ser iniciada pelo topo do talude, desenrolando-se a bobina, fixando-a e moldando-a sobre uma valeta escavada com 10cm de largura e 10cm de profundidade, deixando ultrapassar 25cm além da valeta (**Figura 15.2.4.11**).

A ancoragem é realizada com o grampeamento da tela no fundo da valeta e em seguida é aplicado solo compactado manualmente. Em seguida, devem ser aplicados fertilizantes e sementes sobre o local, dobrar os 25cm excedentes da biomanta sobre a valeta e promover sua fixação com grampos de aço de espaçamento mínimo a cada 40cm, em toda a extensão da largura da biomanta. Esta fixação no topo do talude é preponderante para garantir a performance do produto.

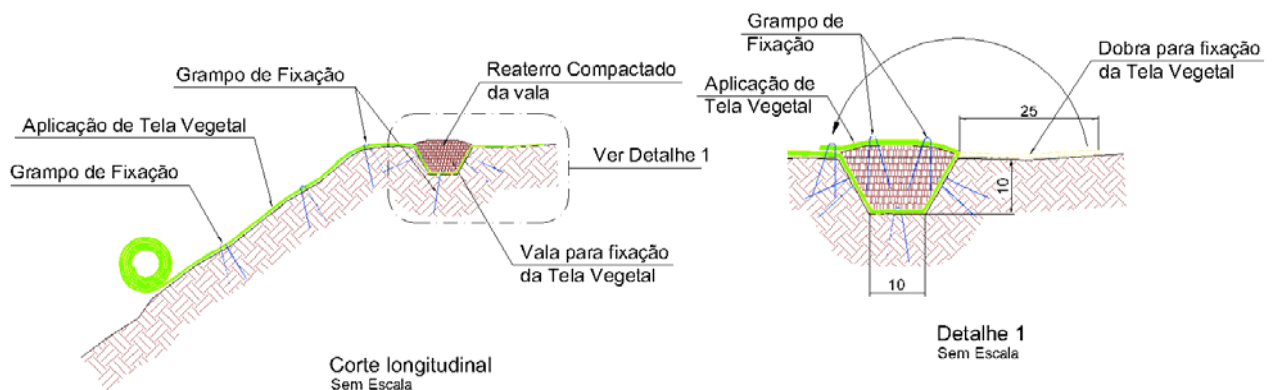


FIGURA 15.2.4.11 - Esquema do ancoramento da biomanta no topo do talude

As bobinas devem ser estendidas (desenroladas) sempre no sentido da declividade do talude. Sua fixação deverá ser efetuada através de grampos de aço CA-50 $\varnothing=3.4\text{mm}$ de tamanhos variados de acordo com a dureza terreno. A densidade deverá variar entre 2 e 4 grampos/m², procurando-se sempre deixar a biomanta o mais rente possível ao solo, impedindo dessa forma o escoamento de água por baixo e o escorrimento de sedimentos sob a mesma. Os transpasses laterais das telas devem ser de aproximadamente 10cm e a sobreposição longitudinal deverá ser de no mínimo 20cm (**Figura 15.2.4.12**).

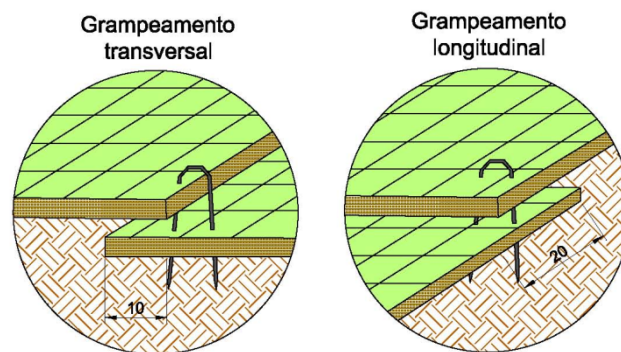


FIGURA 15.2.4.12 - Transpasses e grampeamento das biomantas

Em casos de necessidade, deverá ser feito o plantio de espécies vegetais capazes de criar barreiras, no sentido transversal ao escoamento, diminuindo o comprimento de rampa nos taludes e aumentando sua estabilidade por meio das raízes.

A aplicação de barreiras utilizando plantas com biotactismo positivo (capacidade de crescimento de uma planta em direção a outra da mesma espécie), tem o objetivo de reter os sedimentos, formando uma barreira viva, num curto espaço de tempo.

Procedimentos para Contensões

A movimentação de solo e rocha, que consistem em cortes e aterros para implantação do traçado da estrada e outras estruturas onde estas forem demandadas, tende a intensificar o processo erosivo ao desestruturar solos e ao expor seus horizontes mais suscetíveis à erosão. Essa alteração se manifesta na forma de erosão laminar mais intensa, sulcos, ravinas e voçorocas, nas áreas escavadas, aterros e bota-foras.

A desestruturação dos materiais e sua acumulação, particularmente em terrenos inclinados, modificam a geometria da encosta e, também a resistência mecânica do solo ou rocha, a favor da aceleração do processo de escorregamento.

A partir destes cenários estão descritos alguns procedimentos para atenuar estes processos erosivos, visando à contenção dos taludes em locais associados a movimentos de massa e com maior instabilidade geotécnica.

a) Solo Grampeado Verde

Esta técnica é utilizada para conter instabilidades geotécnicas, subsuperficiais e profundas, em substituição a placas de concreto, cortinas e outros sistemas, devido a sua flexibilidade e rapidez na construção.

Resumidamente, o processo construtivo do solo grampeado é o seguinte:

1 – Acerto, regularização e retirada do material solto: a área deverá ser parcialmente regularizada, retirando-se o material solto, e eliminando as negatividades. Os locais que apresentam concavidades após a regularização deverão ser preenchidos com solo compactado e retentores de sedimentos, para deixar toda a superfície bem homogênea.

2 – Perfuração e fixação dos chumbadores: a densidade e profundidade dos chumbadores são determinadas por um programa de estabilidade do talude, por isso é necessária a sondagem do local onde serão realizados os serviços. A perfuração será feita com uso de equipamentos de ar comprimido, no diâmetro de 50mm, e o chumbador será de aço CA-50 de 15mm de diâmetro, com pintura anticorrosiva e ponta rosqueada. Após a aplicação do chumbador, será aplicada uma calda de cimento, de maneira a retê-lo totalmente no solo, satisfazendo a resistência de 50 a 80kN para cada chumbador.

3 – Preparo do solo, adubação, semeio e aplicação de tela vegetal: após a regularização da superfície do talude e o sistema de drenagem estiver construído, inicia-se o preparo do solo que conforme citado anteriormente.

4 – Aplicação da malha metálica de alta resistência: a malha metálica deve ser resistente à tração, banhada com uma solução galvanizada de Zn/Al, para evitar a corrosão. A malha metálica é de 8x10cm, com $\varnothing = 2.7\text{mm}$, tipo MACCAFERRI, e deverá ser ancorada nos chumbadores através de placas de ancoragem de aço, com tamanho de 30x30cm, sendo parafusadas no chumbador até aderir totalmente à superfície do terreno (**Figura 15.2.4.13**). Entre os chumbadores deverão ser aplicados grampos de aço CA-50, $\varnothing = 7.5\text{mm}$, com 30cm de profundidade, para garantir total aderência da malha metálica.

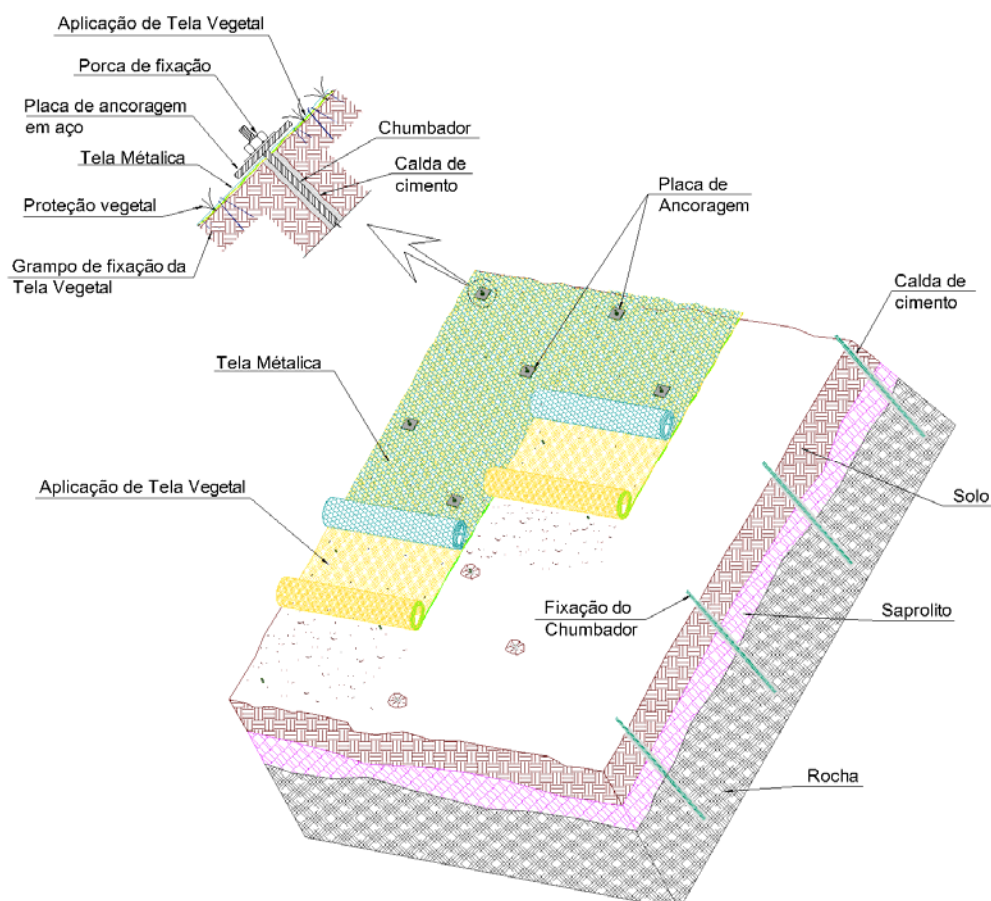


FIGURA 15.2.4.13 – Detalhe do Solo Grampeado Verde

Recursos Humanos

Serão necessários para implantação do PRAD, um especialista em Recuperação de Áreas Degradadas para coordenar a execução do programa, um técnico para acompanhar e realizar o monitoramento geral do programa e os profissionais envolvidos com o plantio e a manutenção das áreas a serem revegetadas.

Monitoramento e Avaliação

O sucesso desse programa de recuperação de áreas degradadas está estreitamente ligado à qualidade no monitoramento e manutenção despendidos ao sítio, após o plantio. Segundo Martins (2007), “plantios abandonados podem apresentar altas taxas de mortalidade das plantas, resultantes do ataque de formigas e de outras pragas, da deficiência de nutrientes, da competição com gramíneas agressivas, da infestação por trepadeiras e de deficiência hídrica.”

Após o plantio deverá ser realizado um monitoramento das áreas revegetadas, por técnico especializado que deverá orientar a adoção de medidas corretivas, incluindo o replantio, controle de pragas e doenças, adubações complementares, dentre outras.

Mediante a avaliação, caso haja qualquer adversidade, esta deverá ser devidamente sanada através da repetição da prática de plantio descrita anteriormente, até que se obtenha recobrimento vegetal mínimo de 90% sobre as áreas semeadas.

Além disso, devem ser realizadas inspeções regulares, também por técnicos especializados, nos sistemas de drenagem das áreas recuperadas, evitando o surgimento de processos que possam desencadear o desenvolvimento de ravinas e focos erosivos, além do controle dos sedimentos.

Cronograma

As atividades de recuperação das áreas degradadas deverão ser iniciadas, concomitantes às atividades relacionadas à implantação das estruturas como Mina, a Usina, a Barragem, a LT, a Estrada Pojuca e perdurar durante toda a operação do empreendimento.

Além disso, faz-se necessário o acompanhamento de eventuais focos erosivos e do processo de desenvolvimento da vegetação, após o plantio, até que essa se estabilize o suficiente para não haver regressão da qualidade ambiental.

15.2.5 Plano de Fechamento de Mina

– Justificativa

O fechamento de mina é uma atividade que deve conduzir a uma nova forma de uso do solo a ser estabelecida em todas as áreas afetadas pela atividade de mineração. O fechamento significa que toda e qualquer atividade relativa à mineração ou dela decorrente possa cessar, de modo que a área possa receber nova forma de uso (como uso industrial, comercial, residencial, institucional, agrosilvopastoril ou de conservação ambiental e outros). O fechamento deve garantir que os novos usos sejam seguros, respeitadas eventuais restrições que possam existir.

O planejamento antecipado do fechamento e do pós-fechamento de uma mina, por meio de um conjunto articulado de medidas descritas em um plano de fechamento, permite estabelecer as bases técnicas e estimar os recursos para: (i) reparação dos danos ambientais e reabilitação dos ambientes degradados, incluindo ações de descomissionamento, demolição, estabilização física e geoquímica, conformação do terreno, revegetação e monitoramento, obtendo a estabilidade da área de modo a possibilitar o seu uso futuro seguro; (ii) manter os benefícios sociais obtidos e/ou reduzir os impactos negativos sobre as comunidades envolvidas.

Um plano de fechamento é feito por aproximações sucessivas, que vão depender do tipo de operação, da abrangência socioambiental e da vida útil do empreendimento. Na implantação de uma nova unidade, como é o caso da Mina do Alemão, e durante a fase inicial de sua operação, o plano apresenta uma abordagem prognóstica e conceitual (**Figura 15.2.5.1**). Com o transcorrer da operação plena e definido o horizonte de fechamento, os estudos e projetos evoluem para o caráter executivo e regulatório. Portanto, recomenda-se que o Plano Conceitual de Fechamento seja atualizado periodicamente, ou quando no empreendimento houver modificações substanciais em suas operações e/ ou nas condições e aspectos relacionados às partes interessadas.

As soluções de fechamento apresentados neste plano conceitual refletem o conhecimento e planejamento atual da Mina do Alemão. Como os empreendimentos minerários possuem uma natureza extremamente dinâmica, o presente Plano Conceitual de Fechamento deverá ser revisado ao longo da vida útil da mina, avaliando inclusive soluções alternativas para o fechamento que porventura surgirem.

Para o desenvolvimento do Plano de Fechamento da Mina do Alemão adotou-se a premissa de que, após a exaustão mineral, a área deverá ser submetida a reabilitação através da integração da área ao ambiente local, a partir de medidas que serão inicialmente desenvolvidas já no âmbito do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

Assim, a área do projeto será recuperada prioritariamente através da instalação de um sistema de drenagem e de proteção superficial utilizando materiais naturais como enrocamentos, revestimentos lateríticos, deposição da camada superficial do solo removida durante a retirada da cobertura vegetal, reconstituição de abrigos e nichos para atrair a fauna e reintrodução de espécies vegetais nativas da região com a finalidade de integrá-la à natureza local, tão logo seja completada.

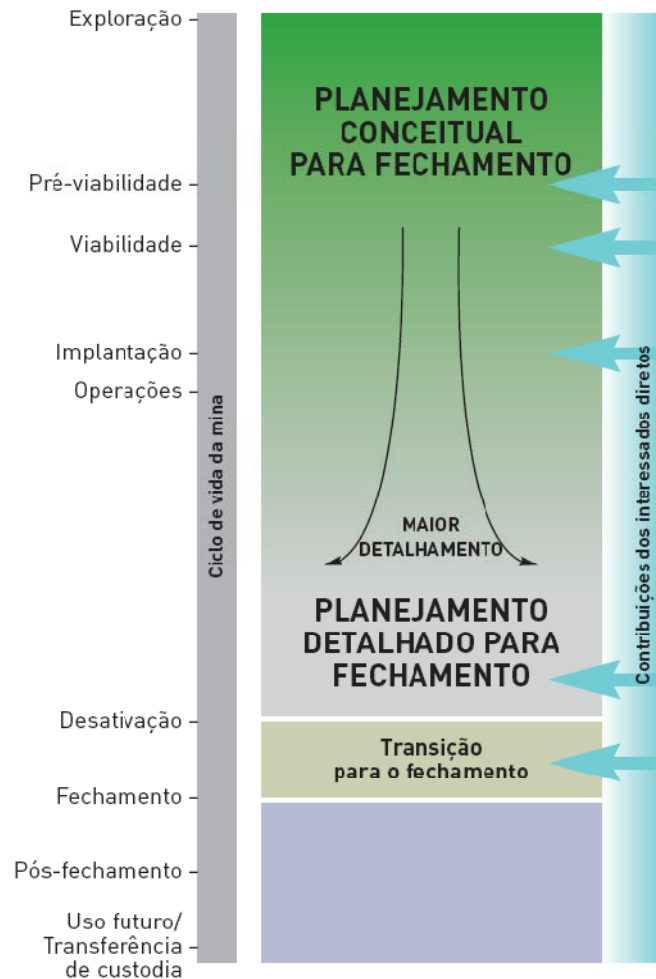


FIGURA 15.2.5.1 – Planejamento para Fechamento (Fonte: ICMM, 2008).

– Objetivo Geral

O Plano de Fechamento visa orientar os profissionais envolvidos no projeto, no planejamento e na operação da Mina do Alemão sobre as melhores práticas atualmente recomendadas para o seu fechamento.

– Objetivos Específicos

- Garantir que as operações sejam encerradas de acordo com uma boa prática operacional;
- Definir o conjunto de medidas a serem adotadas de modo a assegurar que todas as partes envolvidas no processo de fechamento tenham uma visão clara das ações necessárias para o fechamento adequado das unidades;
- Identificar, de forma antecipada, as ações de fechamento que requeiram investigações e estudos prévios para confirmar, conhecer, detalhar e melhor estimar os custos envolvidos;
- Identificar os problemas futuros (custos) que possam ser minimizados pela adoção de práticas operacionais mais adequadas durante a vida útil do empreendimento;
- Garantir que o cronograma de fechamento seja mantido, iniciando-se as ações requeridas no tempo correto;
- Engajar todos os envolvidos no processo de fechamento.

– Diretrizes

O presente plano conceitual de fechamento foi desenvolvido com base nas diretrizes do Guia de Fechamento de Minas da Vale (Golder, 2008) e nas melhores práticas internacionais (ICMM, 2008).

De acordo com a metodologia do Guia de Fechamento, a mina (unidade operacional) deve ser dividida em estruturas típicas, que são as áreas que compõem o empreendimento e que podem ser agrupadas por características semelhantes.

Para cada uma dessas estruturas típicas devem ser estudadas alternativas de usos futuros com base nas aptidões e restrições intrínsecas de cada área e do ambiente do entorno.

Com base na definição do uso futuro são propostas as obras e ações de fechamento para cada área, bem como os monitoramentos necessários no período de pós-fechamento. É realizada então uma estimativa de custos de fechamento considerando as obras de fechamento e o monitoramento futuro.

Por se tratar do primeiro plano conceitual de fechamento da Mina do Alemão, não foi realizado um estudo aprofundado de alternativas de uso futuro, tampouco a estimativa de custo de fechamento. Estas etapas deverão ser incorporadas nas futuras revisões/atualizações do plano conceitual de fechamento.

– Bases e Premissas do Fechamento

Como critério geral, para todas as áreas, foi considerado o princípio básico de que as atividades de fechamento devem atingir os requisitos de estabilidade física e química que possibilitem a obtenção de condições de desativação das operações e possibilidade, embora condicionada a possíveis restrições, de uso futuro da área.

Por estabilidade física entende-se que as estruturas remanescentes deverão ser estáveis a longo prazo. As estruturas geotécnicas (diques, pilhas, taludes, estruturas de drenagem, etc) a estabilidade deve ser obtida sem o uso de soluções técnicas que requeiram manutenção e supervisão operacional, que por definição não mais existirão após a desativação e fechamento das unidades.

Desta forma, será minimizado, nas obras de estabilização, o uso de estruturas em concreto e outros materiais que necessitem de manutenção. As obras de estabilização de taludes, reforços de diques e reconformação de sistemas de drenagem, serão feitos com solo e rocha e serão projetados para atender aos quesitos de estabilidade física, a serem atingidos no fechamento.

Por estabilidade química entende-se que uma área recuperada ou uma mina fechada não estará sujeita a processos que a tornem uma fonte de contaminação das águas, do ar ou do solo. O critério de estabilidade química é assim, suplementar ao de estabilidade física.

– **Uso Futuro**

Em função da inserção do empreendimento dentro da FLONA de Carajás, considerou-se para estas áreas o uso futuro de conservação ambiental. As unidades operacionais deverão ser submetidas a reabilitação visando a integração ao ambiente local, a partir de medidas que serão inicialmente desenvolvidas já no âmbito do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

– **Plano Conceitual de Fechamento**

O presente Plano Conceitual de Fechamento considerou que as atividades a serem desenvolvidas visando o fechamento adequado das diversas áreas da Mina do Alemão, serão realizadas numa seqüência, conforme apresentado a seguir:

- Elaboração de Plano Conceitual Inicial de Fechamento (fase atual);
- Atualização do Plano Conceitual de Fechamento (em periodicidade não superior a 05 anos, a partir da elaboração do Plano Conceitual Inicial);
- Detalhamento do Plano de Fechamento (mínimo 02 anos antes da efetiva desativação da unidade).

O Plano Conceitual Inicial de Fechamento, elaborado nesta fase, foi desenvolvido visando o estabelecimento de solução conceitual de fechamento com viabilidade ambiental, técnica e econômica e que atendesse às exigências legais e demais condicionantes aplicáveis.

As atividades de fechamento previstas, nesta fase, contemplam a realização das seguintes etapas, a serem realizadas de forma sequencial e interdependentes:

- Uma fase inicial de levantamento de dados básicos e atualização topográfica das áreas;
- Uma etapa de estudos e investigações prévias visando a caracterização das diversas unidades (caracterização geológica, geotécnica, hidrológica, hidrogeológica, geoquímica, etc) para subsidiar a realização dos projetos detalhados;
- Detalhamento dos projetos de fechamento;
- Execução de obras de encerramento;
- Implantação de sistema de monitoramento;
- Monitoramento e garantia da estabilidade na fase de pós-fechamento.

O plano conceitual de fechamento leva em consideração a existência dos seguintes tipos básicos de estruturas a serem desativadas e fechadas:

- Estruturas a serem mantidas no local: são aquelas estruturas que não podem ser desmanteladas e removidas do local (tais como cavas antigas, pilhas, mina subterrânea e barragens) e/ou estruturas que serão mantidas visando um uso futuro (por exemplo: sistema de energia elétrica, subestações – para definição dessas estruturas deverá ser definido com o gestor da FLONA de Carajás, ICMBio, a expectativa de uso futuro para a área).
- Estruturas a serem removidas: são aquelas que serão desmanteladas e removidas integralmente da área.

– **Estruturas a serem mantidas**

Estas estruturas serão apenas parcialmente removidas ou serão objeto de obras de adequação/reforço geotécnico visando à obtenção da estabilidade física e química das estruturas remanescentes. Serão retirados todos os resíduos e será feita uma limpeza total (*clean up*) da área.

Cada estrutura deverá ser previamente avaliada e investigada visando o conhecimento de eventuais contaminações e potenciais de reatividade que possam trazer problemas futuros.

As principais atividades previstas neste Plano Conceitual e a serem desenvolvidas para o fechamento das cavas da Mina do Igarapé Bahia que serão utilizadas pelo Projeto Alemão são:

- Levantamento de dados/atualização topográfica da área;
- Execução do Projeto Detalhado;
- Execução de obras de encerramento:
 - Obras de solos e rochas (obras de retaludamento, reconformação de bermas, adequação de acessos e construção de barreiras de proteção);
 - Adequação do sistema de drenagem superficial de entorno;
 - Implantação de sistema de monitoramento.
- Asseguramento da estabilidade pós-fechamento:
 - Monitoramento e manutenção das áreas revegetadas;
 - Monitoramento de águas superficiais/subterrâneas.

Ao final da vida útil na Mina Subterrânea, com exaustão prevista para 2038, a mesma será totalmente desmobilizada. Todos os equipamentos serão removidos e as aberturas serão completamente tamponadas para impedir o acesso ao subsolo.

A desmontagem e remoção das estruturas seguirão o princípio da reatividade dos materiais metálicos que não guardam relação com a rocha encaixante e, portanto, devem ser removidos. Estruturas de alvenaria que compreendam materiais derivados de calcário podem ser mantidas, por não afetarem a qualidade das águas subterrâneas.

Todos os equipamentos que possuam sistemas hidráulicos e/ou acionados por motores a diesel serão desmontados (quando necessário) e retirados para a superfície, bem como outros equipamentos e estruturas principais que possuam valor de venda. Incluem-se as estações de bombeamento, subestações elétricas, mobiliário, oficinas, banheiros químicos, etc.

Todos os cabos elétricos, de qualquer natureza, serão removidos, assim como as tubulações de água e de ventilação. A torre do *shaft* será desmontada, bem como todas as instalações de apoio da mina, em superfície.

Materiais e solos contaminados serão trazidos à superfície para destinação final.

A última etapa relacionada à desmontagem dos equipamentos corresponde à estratégia para desligamento das bombas que promovem o desagudamento da mina. Pautado pelos critérios de segurança, esse desligamento ocasionará a inundação de galerias e rampas nos níveis mais profundos da mina.

Serão fechados (selados com concreto) todos os acessos ao subsolo, incluindo a rampa principal, *shaft* e galeria de ventilação.

A barragem de deposição de rejeitos será encerrada *in situ*, e toda a sua extensão final será recoberta com uma camada de argila compactada. Sobre a argila será feito lançamento de solo.

A superfície remanescente será drenada por canais de enrocamento que serão conectados a descidas d'água em gabião, ordenando o escoamento em direção ao igarapé Bahia.

Ao pé dos taludes da barragem será implementado um canal composto por enrocamento e material de transição. Esse canal terá duas funções principais: i) reforço do maciço, e; ii) proteção e contenção de sedimentos em direção ao igarapé Bahia.

Após essa preparação, toda a área será revegetada.

– **Estruturas a serem removidas**

Conforme premissa de uso futuro adotada todas as estruturas relacionadas à área industrial, usina e toda a infraestrutura operacional de apoio (linha de transmissão, oficinas, postos de abastecimento, galpões, CMD, viveiro etc), instalações administrativas e acessos serão desmontados, desmantelados e removidos e a área remanescente será reabilitada.

Serão retirados todos os componentes, equipamentos, materiais e resíduos resultantes da demolição e da limpeza (*clean up*) da área. A identificação, caracterização e classificação destes materiais irão definir os procedimentos de coleta, transporte e destinação final.

A fim de permitir um melhor planejamento das ações de desmontagem e demolição, deverá ser elaborado um inventário de todos os equipamentos e resíduos da área a ser descomissionada. O inventário possibilitará a otimização das ações de desmontagem e a maximização de receitas em relação à venda/transferência de equipamentos, além da redução de riscos ambientais e riscos à saúde.

O inventário deverá trazer informações básicas sobre os equipamentos como: identificação (número de patrimônio Vale ou similar), descrição sucinta (nome, tipo, modelo, capacidade) e informações sobre suas condições operacionais.

Um dos objetivos do inventário é identificar a destinação de cada equipamento de acordo com a seguinte ordem de prioridades:

- Reaproveitamento do equipamento em outras unidades da Vale;
- Venda dos equipamentos para terceiros;
- Venda dos materiais como sucata; e
- Destinação final como resíduo.

O inventário deverá ainda indicar contaminação dos equipamentos/resíduos classificando-os de acordo com a norma da ABNT de classificação de resíduos sólidos (NBR 10.004). Os equipamentos considerados contaminados poderão eventualmente passar por um processo de descontaminação de modo que possam ser reaproveitados, transferidos, vendidos ou dispostos de maneira ambientalmente correta.

Todos os equipamentos serão desmontados e transportados para um pátio de armazenamento temporário. O pátio deverá ser dividido em áreas específicas de acordo com a destinação final e a natureza dos materiais. O pátio deverá possuir área impermeabilizada para armazenamento temporário dos resíduos contaminados.

As principais atividades previstas neste Plano Conceitual e a serem desenvolvidas para o fechamento das áreas industriais, instalações administrativas e pátios e acessos são:

- Levantamento de Dados e Execução de Projetos
- Caracterização dos Resíduos (amostragem, testes e análises)
- Ações Típicas de Encerramento

- Desativação
 - Desmontagem de Estruturas
 - Possível Remoção de Resíduos
 - Investigação de Possível Alteração da Qualidade do Solo e Água
 - Remediação e/ou Descontaminação de Áreas Potencialmente Contaminadas - Solo e Água
- Revegetação
- Asseguramento da Estabilidade Pós-Fechamento
- Monitoramento e manutenção das áreas revegetadas;
 - Monitoramento de águas superficiais/subterrâneas.
- **Socioeconomia**

Programas socioeconômicos serão realizados na área de influência da Mina do Alemão visando reduzir a importância relativa deste empreendimento na economia dos municípios e comunidades inscrites em sua área de influência. Esses programas deverão envolver uma grande participação social: o Poder Público, a classe empresarial, os sindicatos e a comunidade.

– **Fases de Execução**

Esse programa será executado durante as fases de fechamento e pós-fechamento do empreendimento.

– **Desempenho Esperado**

Para a Mina do Alemão, considerando as premissas vinculadas ao desejo de conformação futura da área, os resultados esperados encontram-se estrategicamente orientados para a plena recomposição das áreas diretamente afetadas pelo empreendimento durante sua vida útil.

Além da plena revegetação destas áreas operacionais, tomando como pressuposto a integração das mesmas ao domínio fitogeográfico original, espera-se a plena estabilidade relacionada ao contexto morfodinâmico de estruturas como pilhas, barragens e dos terrenos que possam inicialmente encontrar-se expostos à ação erosiva do escoamento pluvial.

Assim, é possível que revisões no arranjo do sistema de drenagem original sejam consideradas como forma de garantir a estabilidade dos terrenos em análise.

É importante salientar que à época do fechamento da unidade, as áreas que se encontram atualmente degradadas, tais como o Pond de Rejeitos, as Pilhas de Estéril e as Cavas da Antiga mina do Igarapé Bahia já estejam em processo de recuperação ambiental. Neste sentido, a estrutura que mais demandará atenção no processo de fechamento da Mina do Alemão será a barragem de rejeitos, sendo que esta estrutura já estará em fase de estabilização a partir das ações definidas no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas desde o início de sua formação.

Espera-se que, ao término da etapa de operação, as estruturas supracitadas já estejam devidamente estabilizadas, e possam, após a necessária e detalhada avaliação técnica, serem descomissionadas.

De toda forma, ações de acompanhamento vão continuar a ocorrer na área do empreendimento e no seu entorno, especialmente nas drenagens associadas às estruturas da Mina do Alemão. Este trabalho permitirá a constatação de alguma situação que seja merecedora de revisão de procedimentos para o efetivo fechamento do empreendimento.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

A Vale será responsável pela execução deste programa, podendo contratar empresas especializadas para a execução das atividades.

– **Equipe técnica proposta (execução do programa)**

A equipe técnica deverá ser composta por profissionais multidisciplinares, incluindo engenheiros, geólogos, biólogos, cientistas sociais, economistas, técnicos de segurança etc.

15.2.6 Compensação Ambiental

A implantação do empreendimento irá causar impactos irreversíveis sobre a dinâmica hídrica, a flora e a vegetação e, conseqüentemente, com reflexos sobre a fauna.

Embora algumas medidas possam ser implantadas visando à minimização dos impactos, a ocorrência de impactos irreversíveis, sobretudo àqueles relacionados à flora, remetem a indicação de medida em caráter compensatório.

A legislação que versa sobre o emprego de recursos de compensação ambiental de empreendimentos de relevante impacto ambiental (CONAMA 02 02/1996) sugere o custeio de atividades ou aquisição de bens para unidades de conservação públicas definidas na legislação, inclusive de unidades já existentes.

Desta forma, recomenda-se a aplicação prioritária dos recursos a serem definidos com base no Decreto N° 6.848, de 14 de maio de 2009, na Floresta Nacional de Carajás, uma vez que parte de sua área é afetada pelo empreendimento.

16. CONCLUSÃO

O projeto da Mina do Alemão pode ser definido como a continuidade da atividade de mineração iniciada pela Mina do Igarapé Bahia em 1990 e paralisada em 2002. A partir da identificação da presença do minério de cobre e de ouro a uma profundidade de 250 metros das cavas da Mina do Igarapé Bahia, em 1996, vários estudos foram desenvolvidos até a concepção de projeto apresentada neste relatório.

Ao longo deste desenvolvimento, além das análises técnicas e econômicas necessárias, destacaram-se a preocupação ambiental e a busca por reduzir e, sempre que possível, eliminar, impactos ambientais decorrentes da retomada da produção mineral na área. Seguem enumerados abaixo exemplos dessa busca pela minimização de impactos ambientais:

- o método de lavra subterrâneo, que reduziu significativamente as áreas de intervenção na superfície e a geração de material estéril;
- o uso de equipamentos de menor consumo energético;
- a concentração das estruturas industriais em um espaço reduzido na superfície do terreno;
- o aproveitamento de áreas já alteradas pela operação da antiga mina, reduzindo a necessidade de intervenção em áreas de floresta;
- o preenchimento das cavas com o rejeito a ser gerado no processo de beneficiamento do minério, recuperando essas áreas e as aproximando da topografia existente antes do início da atividade de mineração naquele local;
- a recirculação de água a partir do espessamento dos rejeitos e da recuperação da água nos sistemas de disposição de rejeitos;
- a realização de estudos de alternativas tecnológicas e locacionais que permitiram a definição de soluções de menor impacto ambiental, quando analisadas no conjunto dos fatores ambientais e em todo o ciclo de vida do empreendimento, ou seja, implantação, operação e fechamento.

Todas essas questões foram apresentadas e discutidas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) com o objetivo de permitir a caracterização do empreendimento em suas diversas fases.

O conhecimento do empreendimento e da região em que a mina se desenvolverá, permitiram a identificação e avaliação das transformações a serem geradas, bem como os impactos resultantes nos meios físico, biótico e socioeconômico.

Para todos os impactos identificados estão sendo apresentadas, nesta fase dos estudos, em caráter conceitual, ações de controle, de minimização e de compensação ambiental pelos impactos negativos. Além disso, estão sendo propostas ações com objetivo de potencializar os impactos positivos identificados.





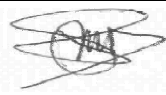




Portanto, espera-se como resultado da implantação e operação do empreendimento e das ações ambientais apresentadas, o estabelecimento de uma nova condição de equilíbrio em relação aos meios físico e biótico e, em relação ao meio socioeconômico, a construção de uma conjuntura em

que os benefícios decorrentes da inserção do empreendimento sejam percebidos pelo conjunto da sociedade.

Além disso, as medidas com caráter estritamente de controle, mitigação e monitoramento dos impactos negativos, têm a capacidade de gerar respostas adequadas aos impactos previstos, de maneira que a interferência do empreendimento no meio ocorra dentro de limites considerados aceitáveis pela legislação ambiental vigente.




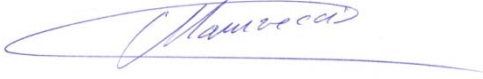





Portanto, diante das razões apresentadas, a conclusão do Estudo de Impacto Ambiental é pela viabilidade ambiental do projeto da Mina do Alemão.

17. EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Formação	Número Conselho	Cadastro Técnico Federal	Atuação no Projeto	Assinatura
Júlio Sérgio Cordeiro Ribeiro	Engenheiro Químico	CREA MG 72518/D	456332	Coordenação Geral Coordenação do Meio Físico	
Adriana Jeber de Lima Barreto Marra	Geóloga	CREA MG 2310/D	351340	Gerente do Projeto	
Claudia Maria Pinto Bizzotto	Bióloga	CRBio 02448/4-D	201375	Coordenação do Meio Biótico	
Carlos Leonardo Gomes Vieira	Biólogo	CRBio 08727/04D	317519	Coordenação Adjunta do Meio Biótico	
José Maria Fernando Medina	Sociólogo	nº 540. Liv. 03, Fls.62	2647453	Coordenação do Meio Socioeconômico	
Anamaria Vaz de Assis Medina	Socióloga	nº 73, Liv. 01, Fls. 28-V	2647550	Coordenação Adjunta do Meio Socioeconômico	
Elizabeth de Castro Santos	Engenheira Ambiental	CREA 92385/D	1450497	Assistência Técnica à Coordenação. Caracterização do Empreendimento	
Ricardo Carneiro	Advogado	OAB MG 62391	4374765	Elaboração dos Requisitos Legais Aplicáveis	
Álvaro Bezerra de Souza Júnior	Engenheiro Mecânico	CREA RJ 1989105884	304976	Análise de Risco	


Continua...

...continuação

Profissional	Formação	Número Conselho	Cadastro Técnico Federal	Atuação no Projeto	Assinatura
Luiz Cláudio Donadello Santolim	Engenheiro Mecânico	CREA ES 4531/D	579921	Meio Físico – Tema: Clima e Qualidade do Ar	
Flávio Curbani	Engenheiro Mecânico	CREA ES 7864/D	531651	Meio Físico – Tema: Clima e Qualidade do Ar	
Luiz Antônio Radaeli	Engenheiro Mecânico	CREA ES 010751 D	2509289	Meio Físico – Tema: Clima e Qualidade do Ar	
Marco Antônio de Mendonça Vecci	Engenheiro Mecânico	CREA MG 6.199/D	2637990	Meio Físico – Tema: Ruído e Vibração	
Átila da Souza Costa	Engenheiro Agrimensor	CREA 140108177	530322	Meio Físico – Tema: Ruído e Vibração	
Felipe Faria Werneck	Engenheiro Ambiental	CREA MG 6838/LP	2441634	Meio Físico – Tema: Ruído e Vibração	
Gisele Kimura	Geóloga	CREA SP60634182	1526055	Meio Físico – Tema Geologia, Hidrogeologia e Qualidade das águas subterrâneas	
Paulo Fernando Pereira Pessoa	Geólogo	CREA MG 53025	1932512	Meio Físico – Tema Geologia, Hidrogeologia e Qualidade das águas subterrâneas	
Rinaldo Afrânio Fernandes	Geólogo	CREA MG 72814	2509549	Meio Físico – Tema Geologia, Hidrogeologia e Qualidade das águas subterrâneas	







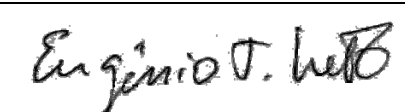
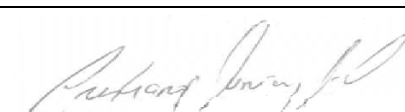
Continua...

...continuação

Profissional	Formação	Número Conselho	Cadastro Técnico Federal	Atuação no Projeto	Assinatura
Frederico Fernandes de Ávila	Geógrafo	-	4531308	Meio Físico – Tema Geologia e Hidrogeologia	
Daniel Quinaud Rossi	Engenheiro Geólogo	CREA MG 4116LP	3052161	Meio Físico – Tema Geologia e Hidrogeologia	
Marcus Vinícius Dilácio	Geólogo	CREA MG 9513/D	4871904	Meio Físico – Tema: Geotecnia	
Jackson Cleiton Campos	Geógrafo	CREA MG 6.633/D	248955	Meio Físico – Tema: Geomorfologia e Pedologia	
Brenner Henrique Maia Rodrigues	Geógrafo	-	4921972	Meio Físico – Tema: Geomorfologia e Pedologia	
Paulo Guerino Garcia Rossi	Geógrafo	CREAMG122856 D	4899935	Meio Físico – Tema: Geomorfologia e Pedologia	
Diego Aniceto dos Santos Oliveira	Engenheiro Agrônomo	CREA MG88553/D	1964996	Meio Físico – Tema: Pedologia	
João Paulo Lutti	Engenheiro Civil	CREA MG 9736/D	1630889	Meio Físico – Tema: Recursos Hídricos Superficiais	
Izabela Pinheiro F. A. Barros	Engenheira Civil	CREA-MG 9316/D	1450473	Meio Físico – Tema: Qualidade das águas	






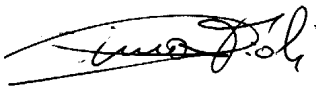

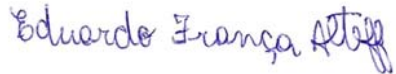
Continua...

...Continuação

Profissional	Formação	Número Conselho	Cadastro Técnico Federal	Atuação no Projeto	Assinatura
Edivane Oliveira	Técnica em Química	CRQ N° 024.082.59	1421250	Meio Físico – Tema: Amostragem de Qualidade das águas	
Roberto Costa Saturnino	Técnico em Mineração	-	-	Meio Físico – Tema: Amostragem de Qualidade das águas	
Juliano Cezar Pinto Paixão	Técnico em Química	CRQ N° 02410295	5022999	Meio Físico – Tema: Amostragem de Qualidade das águas	
Luís Beethoven Piló	Geógrafo	CREA MG 8950/D	493409	Meio Físico – Tema: Geoespeleologia	
Augusto Sarreiro Auler	Geólogo	CREA MG 2.076/D	1982773	Meio Físico – Tema: Geoespeleologia	
Thiago Henrique Soares Alves	Biólogo	CRBio 44383/6D	767899	Meio Biótico – Tema: Compilação e revisão dos Programas Ambientais	
Eugênio Tameirão Neto	Biólogo	CRBio 02441/4 -D	20117	Meio Biótico – Tema: Flora	
Cristiano Vinícius Vidal	Biólogo	CRBio 30748/4 -D	927962	Meio Biótico – Tema: Flora	


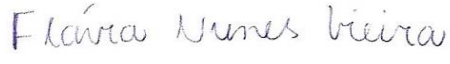








Continua...

...continuação

Profissional	Formação	Número Conselho	Cadastro Técnico Federal	Atuação No Projeto	Assinatura
Warley Augusto Caldas Carvalho	Engenheiro Florestal	CREA MG74330/D	312224	Meio Biótico – Tema: Flora	
Ronald Rezende de Carvalho Junior	Biólogo	CRBio 16703/04-D	588417	Meio Biótico – Tema: Herpetofauna	
Juliana Maria Dumond Kleinsorge	Bióloga	CRBio 62290/04-D	1854110	Meio Biótico – Tema: Herpetofauna	
Viviane Amélia Furtado Calixto	Bióloga	CRBio 57073/04-D	2135782	Meio Biótico – Tema: Herpetofauna	
Gustavo Bernardino Malacco da Silva	Biólogo Mestre	CRBio 37141/4-D	324649	Meio Biótico – Tema: Avifauna	
Frederico Inneco Garcia	Biólogo	CRBio 44078/4-D	971294	Meio Biótico – Tema: Taxidermista	Frederico Inneco Alves Garcia
Dimas Pioli	Engenheiro Civil	-	4924943	Meio Biótico – Tema: Avifauna	
Eurípedes Luciano da Silva Júnior	Biólogo	-	1570629	Meio Biótico – Tema: Avifauna	
Eduardo França Alteff	Biólogo	CRBio 57926/04-P	2277355	Meio Biótico – Tema: Avifauna	

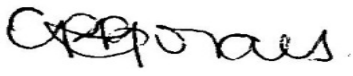









Continua...

...continuação

Profissional	Formação	Número Conselho	Cadastro Técnico Federal	Atuação No Projeto	Assinatura
Edeltrudes Maria Valadares Calaça Câmara	Bióloga	CRBio 8619/04-D	974777	Meio Biótico – Tema: Mastofauna não voadora	
Flávia Nunes Vieira	Bióloga	CRBio 62347/04-D	3275939	Meio Biótico – Tema: Mastofauna não voadora	
Guilherme Leandro Castro Corrêa	Biólogo	CRBio 49724/04-D	1907062	Meio Biótico – Tema: Mastofauna não voadora	
Karla Patricia Gonçalves Leal	Bióloga	CRBio 49.719/04-D	2074408	Meio Biótico – Tema: Mastofauna não voadora	
Danilo Gonçalves Saraiva	Biólogo	CRBio 57812/04-D	614352	Meio Biótico – Tema: Mastofauna não voadora	
Valéria da Cunha Tavares	Bióloga, Ph.D.	CRBio 13853/4-D	763265	Meio Biótico – Tema: Quirópteros	
Arthur Setsuo Tahara	Biólogo, Ms.C.	CRBio 71065/02	2042735	Meio Biótico – Tema: Quirópteros	
Cesar Felipe de Souza Palmuti	Biólogo	CRBio 62816/04-D	2255230	Meio Biótico – Tema: Quirópteros	
Marcelo Henrique Marcos	Biólogo	CRBio 30809/4-D	596409	Meio Biótico – Tema: Quirópteros	
Eduardo de Paula Pupo Nogueira	Biólogo	CRBio 57503/04D	2255893	Meio Biótico – Tema: Quirópteros	



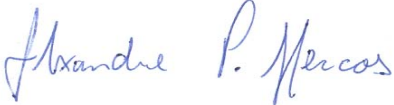
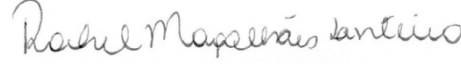


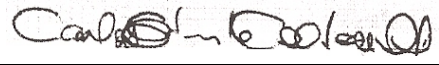

Continua...

...continuação

Profissional	Formação	Número Conselho	Cadastro Técnico Federal	Atuação No Projeto	Assinatura
Cynthia Pimenta Brant Moraes	Bióloga	CRBio 16577/4-D	1491517	Meio Biótico – Tema: Entomofauna - Dipteros	
Holbiano Saraiva de Araújo	Biólogo	CRBio 13368/04-D	227835	Meio Biótico – Tema: Entomofauna - Dipteros	
Thiago Machado Marques	Biólogo	CRBio 62800/04-P	2525370	Meio Biótico – Tema: Entomofauna - Dipteros	
André Roberto Melo Silva	Biólogo	CRBio 37027/4-D	658438	Meio Biótico – Tema: Entomofauna Lepidópteros	
Evandro Gama de Oliveira	Biólogo	CRBio 44146/04-D	1567389	Meio Biótico – Tema: Entomofauna Lepidópteros	
Marco Paulo Macedo Guimarães	Biólogo	CRBio 62116/04-D	2150495	Meio Biótico – Tema: Entomofauna Lepidópteros	
Angelo Schinifi Bagni	Biólogo	-	2518499	Meio Biótico – Tema: Entomofauna Lepidópteros	
Yuri Elias Martins	Biólogo	-	2518433	Meio Biótico – Tema: Entomofauna Lepidópteros	
Geraldo Mendes Santos	Biólogo	CRBio 16176/6-D	1542715	Meio Biótico – Tema: Ictiofauna	
Renildo Ribeiro de Oliveira	Biólogo	CRBio 52002/06-D	1981049	Meio Biótico – Tema: Ictiofauna	


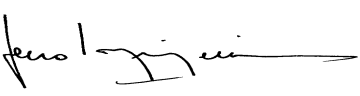
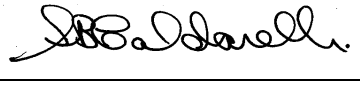
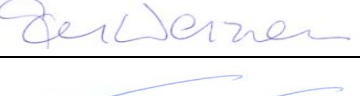

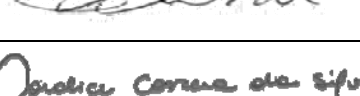
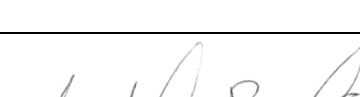
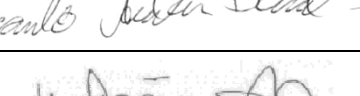
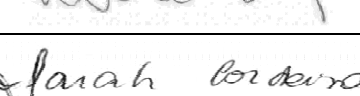

Continua...

...continuação

Profissional	Formação	Número Conselho	Cadastro Técnico Federal	Atuação No Projeto	Assinatura
Cleber Duarte	Biólogo	CRBio 52002/6-D	2527590	Meio Biótico – Tema: Ictiofauna	
Flávio Eduardo Pimenta	Biólogo	CRBio 52049/6-D	1035931	Meio Biótico – Tema: Ictiofauna	
Alexandre Pucci Hercos	Biólogo	CRBio 52946/6-D	1036049	Meio Biótico – Tema: Ictiofauna	
Raquel Santeiro	Bióloga	CRBio 16227/4-D	1582903	Meio Biótico – Tema: Limnologia	
Andrea de Carvalho Alvim	Bacharel em Relações Internacionais	-	2646489	Meio Socioeconômico – Tema: Dinâmica Populacional, Nível de Vida, Infra-Estrutura, Organização, Estrutura Produtiva	
Felipe Castelo Branco	Economista e Geógrafo –	CORECON 6926-10ª Região	926988	Meio Socioeconômico – Tema: Dinâmica Populacional, Nível de Vida, Infra-Estrutura, Organização, Estrutura Produtiva	
Carlos Eduardo Caldarelli	Sociólogo	-	294.332	Meio Socioeconômico – Tema: Patrimônio Histórico e Cultural.	
Ana Betânia de Sousa Pimentel	Bacharel em Geografia	-	5018104	Meio Socioeconômico – Tema: Arqueologia	

Continua...

...continuação

Profissional	Formação	Número Conselho	Cadastro Técnico Federal	Atuação No Projeto	Assinatura
Paulo Marcos Noronha Serpa	Antropólogo	-	4337389	Meio Socioeconômico – Tema: Arqueologia	
Renato Kipnis	Arqueólogo	-	1835248	Meio Socioeconômico – Tema: Arqueologia	
Solange Bezerra Caldarelli	Arqueóloga	-	248948	Meio Socioeconômico – Tema: Arqueologia	
Gustavo Azeredo Furquim Werneck	Médico	CRM 16264	589261	Meio Socioeconômico – Tema: Saúde	
Francisco Cecílio Viana	Médico veterinário	CRMV MG 0087	589287	Meio Socioeconômico – Tema: Saúde	
Héliton da Silva Barros	Biólogo	CRBio 457860/04-D	2585892	Meio Socioeconômico – Tema: Saúde	
Doralice Correia da Silva	Técnica em Meio Ambiente	CRQ N° 02410426	2556870	Controle de Documentos	
Ricardo Avelar Barcelos	Cadista	-	-	Mapas Temáticos, Figuras e Plano diretor	
João Alves da Silva Filho	Geógrafo	-	1932888	Mapas Temáticos (Geoprocessamento)	
Sarah Costa Cordeiro	Secretária de Projeto	-	4240866	Editores / Controle de Documentos	

Além dos profissionais listados no quadro acima participaram do projeto a equipe de apoio locada na Mina de Igarapé Bahia, cuja participação foi fundamental para que os trabalhos de campo fossem realizados com êxito e segurança.

18. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

18.1 Meio Físico

18.1.1 Clima e Meteorologia

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Disponível em <<http://www.ana.gov.br/>>. Acesso em Outubro de 2008.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA nº. 3**, de 28 de junho de 1990, Publicada no DOU, de 22 de agosto de 1990, Seção 1, páginas 15937-15939.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA nº. 5**, de 15 de junho de 1989, Publicada no DOU, de 25 de agosto de 1989, Seção 1, páginas 14713-14714.

GOLDER ASSOCIATES. Estudos Ambientais do Complexo Minerador de Carajás. **Relatório Técnico**. Elaborado para Companhia Vale do Rio Doce. Parauapebas-PA. 2003.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Clima do Brasil**, Rio de Janeiro, Brasil, 2002.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em Outubro de 2008.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Monitoramento de Focos de Queimadas**. Disponível em <<http://www.cptec.inpe.br/queimadas/>>. Acesso em Outubro de 2008.

MENDONÇA, F. & DANNI – OLIVEIRA, I. M. **Climatologia, noções básicas e climas do Brasil**. 1ªed. São Paulo, Brasil, 208p. 2007.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. 2 a ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 422 p, 1989

OLIVEIRA, L. L. *et al.* Mapas dos Parâmetros Climatológicos do Estado do Pará: Umidade, Temperatura e Insolação, Médias Anuais. Núcleo de Hidrometeorologia – SECTAM. XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza - Ceará, **Anais do...** 2004.

STCP – Engenharia de Projetos Ltda. Plano de Manejo para uso múltiplo da Floresta Nacional de Carajás. Capítulo 2 - Análise da Unidade de Conservação/Tomo I - Fatores Abióticos. **Relatório Técnico**. Curitiba, PR. 2003.

18.1.2 Qualidade do Ar

BALTAR, C.A.M; SAMPAIO, J.A.; FERREIRA, N.S. OURO – Mina do Igarapé Bahia – CARAJÁS / CVRD. **COMUNICAÇÃO TÉCNICA** elaborada para o Livro Usina de Beneficiamento de Minérios do Brasil, Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2002-161-00.pdf>> Acesso em: 07 de Janeiro de 2009.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA nº 003/1990** - Estabelece os Padrões de Qualidade do Ar previstos no PRONAR. Conselho Nacional de Meio Ambiente - Conama, Brasil, 1990.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA nº 005/1989** - Institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR. Conselho Nacional de Meio Ambiente - Conama, Brasil, 1989.

EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Emission Standards Reference Guide for Heavy-Duty And Nonroad Engines.. Office of Air and Radiation. EPA420-F-97-014. USA. 1997.

EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Code of Federal Regulations 40** - Part 58 - Ambient Air Quality Surveillance. (EPA 40 Ch. I), USA. 1995.

EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Compilation of Air Pollutant Emission Factor** - Fifth Edition Volume I: Stationary Point and Areas Sources. , Research Triangle Park, NC. 2005.

EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **AERMOD: Description of model formulation**. Office of Air Quality Planning and Standards. Emissions Monitoring and Analysis Division. Research Triangle Park, North Carolina, USA. 2004.

SEINFELD, J.H. **Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution**. Wiley – Interscience, USA. 768p. 1986.

SEINFELD, J.H.; & PANDIS, N. S. **Atmospheric Chemistry and Physics from Air Pollution to Climate Change**. Wiley – Interscience, USA. 1326p. 1998.

TURNER D.B. Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates, US Department of Health, Education and Welfare, National Air Pollution Control Administration, Cincinnati, OH, USA. 1970.

WEATHER RESEARCH AND FORECASTING (WRF) **Model Users Page**. Disponível em: <<http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users>>. Acesso em: 10 fevereiro de 2008.

18.1.3 Ruído e Vibração

ANSI- AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE. S1.11, - **Specifications for octave-band and fractional octave-band for analog and digital filters**. 2004.

18.1.4 Geologia

ARAÚJO, O. J. B., MAIA, R. G. N., JORGE JOÃO, X. da S.; COSTA, J. B. S. A megaestrutura arqueana da Folha dos Carajás. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE GEOLOGIA, 7, Belém, 1988. **Anais do...** Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, p. 324-338. 1988.

ARAÚJO, O.J. & MATA, R.G.N. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Serra dos Carajás, Folha SB22-Z-A, Est. do Pará. **Texto explicativo**. Brasília, DNPM/CPRM, 164 p. 1991.

BARROS, C.E. de M.; DALL'AGNOL, R.; SOARES, A.D.V.; DIAS, G.S. Metagabros de Águas Claras, Serra dos Carajás: Petrografia, Geoquímica e transformações metamórficohidrotermais. **Acta Geologica Leopoldensia**, 17(40): 31-70. 1994.

BARTON, N., LIEN, R. & LUNDE, J. Engineering Classification of Rock Masses. **Rock Mechanics**, 6 (4), p. 189 – 236, 1974.

BIENIAWSKI, Z. T. **Engineering Rock Mass Classification**. New York: Wiley, 1989.

BROUWER, R. The economic challenge to integrated groundwater and ecosystem protection. XXXV Congress Groundwater and Ecosystems, IAHR. **Anais of...** Lisbon, Portugal. 2007.

COLVIN, C. Expanding concepts within eco-hydrogeology to accommodate the hydrodiversity of groundwater dependent ecosystems. (or how do aquifers make ecosystems lazy, inefficient and vulnerable?). XXXV Congress Groundwater and Ecosystems, IAHR **Anais of...** . Lisbon, Portugal. 2007.

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE Características Geomorfológicas, Geológicas e Mineralógicas de Serra Sul. **Relatório Interno**, 22p. 2006.

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. Projeto Alemão – Estudo de FEL 2. Relatório do Modelamento Geológico 2006/2007. **Relatório interno**, 58 p. 2007.

COSTA, J.B.S.; HASUI, Y.; BORGES, M.S.; BEMERGUY, R.L. Arcabouço tectônico mesozóico-cenozóico da região da calha do Rio Amazonas. São Paulo: Editora da UNESP. **Geociências**, 13 :2. 1995.

DOCEGEO. Área Pojuca Leste: **Relatório Técnico Interno**, 24p.1993.

DOCEGEO.– Geologia Estrutural da Mina do Alemão, Serra da Carajás, Pará, **Relatório de Consultoria Técnica**. 25p. 2001.

DOCEGEO. Relatório de Etapa – Projeto Conceitual – Minério Sulfetado/Corpo Alemão, ano de 1998. **Relatório Interno**. Belém, DOCEGEO. Distrito Amazônia. 1998.

DOCEGEO. Revisão Litoestratigráfica da Província Mineral de Carajás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, 1988, Belém. **Anais do...** Sociedade Brasileira de Geologia. Anexo aos Anais p.11-56. 1988.

FERREIRA FILHO, C.F. **Geologia e mineralizações sulfetadas do Prospecto Bahia, Província Mineral de Carajás, PA**. Brasília: Universidade de Brasília, 112p. (Dissertação de Mestrado). 1985.

GEOMINAS. Relatório técnico final da caracterização hidrológica e hidrogeológica para os estudos de pré-viabilidade do Projeto Alemão: **Relatório interno**, 50 p. 2002.

GIBBS, A.K.; WIRTH, K.R.; HIRATA, W.K.; OLSZEWSKI JR., W.J. - Age and Composition of the Grão-Pará Group Volcanics, Serra dos Carajás. **Revista Brasileira de Geociências**: 16(2):201-211. 1986.

HIRATA, W. K. *et al.* Geologia regional da Província Mineral de Carajás. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 1, Belém. **Anais...** Belém: SBG - Núcleo Norte, v.1, p. 100-110. 1982.

HOEK, E. AND BROWN, E.T.. **Underground Excavations in Rock**. 2nd Edition. London: Inst. Min. and Met., 1980.

LAUBSCHER, D.H.. A Geomechanics Classification System for the Rating of Rock Mass in Mine Design. **Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy**, Volume 90, No. 10, pp. 257-273, outubro de 1990.

LINDENMAYER, Z.G. & LAUX, J.H. O papel da alteração hidrotermal nas rochas da Bacia Carajás. In: SIMP. DE GEOL. DA AMAZÔNIA, 4. Belém, 1994. **Bol. Belém, SBG**. p.328-329. 1994.

LINDENMAYER, Z.G.- LAUX, J.H. e VIERO, A. C. - O papel da alteração Hidrotermal nas rochas da Bacia de Carajás. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, ser. Ciências da Terra** 7, 125-145. 1995.

MACAMBIRA, J.B.: RAMOS, J.F.F; ASSIS, J.F.P.: FILGUEIRAS, A.J.M. - Projeto Serra Norte e Projeto Pojuca: **relatório final**. Belém UFPA/Centro de Geociências. 150p. il. 1990.

MACAMBIRA, M.J.B & LANCELOT, J. Em busca do Embasamento Arqueano da Região do Rio Maria, Estado do Pará - Simp. Geol. Amazônia, 3. **Anais**. Belém, Belém SBG:49-58. 1991.

MACHADO, N., LINDENMAYER, Z.G., KROGH, T.E., LINDENMAYER, D.H. U-Pb geochronology of Archean magmatism and basement reactivation in the Carajás area, Amazon Shield, Brazil. **Precambrian Research**, 49: 329-354. 1991.

MOUGEOT, R.; RESPAUT, J.P.; BRIQUE, L.; LÉDRU, P.; MILESI, J.P.; LEROUGE, C.; MAROOX, E.; HUHN, S.B.; MACAMBIRA, M.J.M. 1996. Isotope geochemistry constrains for Cu, Au mineralizations and evolution of the Carajás Province (Para, Brazil). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39. Salvador, **Anais...** Salvador. SBG. v. 7, p.321-324. 1996.

NOGUEIRA, A.C.R., TRUCKENBROD, W., COSTA, J.B.S. (et al.). Análise faciológica e estrutural da Formação Águas Claras, Pré-Cambriano. Sociedade Brasileira de Geologia, **Resumos Expandidos**, p. 363-364. 1994.

PINHEIRO, R.V.L.. **Reactivation History of the Carajás and Cinzento Strike-Slip Systems, Amazon, Brazil.** England: University of Durham, 408p. (Tese de Doutorado). 1997.

TEIXEIRA, J.B.G. - **Geochemistry, Petrology, and Tectonic Setting of the Archean basaltic and Dioritic rocks from the N4 Iron deposit, Serra dos Carajás, Pará, Brazil., Boston.** (Tese de Doutorado) the Pennsylvania State University/ Department of Geosciences, 176 p. Inédito. 1994.

VOGBR. Projeto Alemão: Fase de viabilidade (FEL 2). Elaboração de projetos geotécnicos, hidrológicos e hidrogeológicos. **Relatório interno**, 208 p.2007.

18.1.5 Hidrogeologia

BEISIEGEL, V.R.; BERNARDELLI, A.L.; DRUMMOND, N.F.; RUFF, A.W.; TREMAINE, J.W. Geologia e recursos minerais da Serra de Carajás. **Revista Brasileira de Geociências**, 3:215-242. 1973.

DOCEGEO. Revisão litoestratigráfica da Província Mineral de Carajás. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 35. Belém, **Anexo aos Anais**. p.11-56. 1988.

GOLDER. Relatório de Disponibilidades Hídricas preliminares da Região da Flona de Carajás. Relatório Interno da CVRD. 2006.

18.1.6 Pedologia e Geomorfologia

AB'SABER, A. N. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. III Simpósio sobre o cerrado. **Anais...**:1-14. Edit. Universidade de São Paulo e Editora Edgard Blucher. 1971.

ABRAHÃO, W.A.P; MELLO, J.W.V. Fundamentos de pedologia e geologia de interesse no processo de recuperação de uma área degradada. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. de (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos: Sobrade, p.15-26, 1998.

AMPLO. RCA-PCA Canteiros de Obras, Estrada de Ferro Carajás, **Relatório Técnico**. Belo Horizonte, 2008.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: Ed. Difusão, 1986.

BELL, L.C. Management of soils and overburden for plant growyth medium reconstruction after mining. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. de (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos: Sobrade,p.117-129, 1998.

BOAVENTURA, Ricardo S. "Geomorfologia das Folhas SB.22 Araguaia e parte da folha SC.22 Tocantins. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Ministério das Minas e Energia. **Levantamento de Recursos Naturais Vol. 4**. Rio de Janeiro, II/8-II/30p. 1974.

BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA. Programa de Monitoramento da Mineração Serra do Sossego, Canaã dos Carajás, Pará. **Relatório técnico**. 2002.

BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA. Estudo de Impacto Ambiental. Mineração Serra do Sossego. Canaã dos Carajás/PA. **Relatório técnico**. s/d

DIAS, L.E. Caracterização de substratos para fins de recuperação de áreas degradadas. *In*: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. de (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos: Sobrade, p.27-44, 1998.

DNIT Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR. **NORMA DNIT 071/2006 – ES**. Tratamento ambiental de áreas de uso de obras do passivo ambiental de áreas consideradas planas ou de pouca declividade por vegetação herbácea – especificação de serviço. 2006.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solo.. Brasília: Embrapa Solos, 1999.

FRANCO, A.A.; FARIA, S.M. The Contribution Of N₂-Fixing Tree Legumes To Land Reclamation And Sustainability In The Tropics. **Soil Biol. Biochem.**, v. 29, Nº 5/6, P. 897-903, 1997.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -. “Manual Técnico de Geomorfologia”. **Manuais Técnicos em Geociências** número 5. Rio de Janeiro, 1995.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: Técnicas de Revegetação**. Brasília, 1990.

LEMOS, Raimundo Costa de. “**Manual de descrição e coleta de solo no campo: classes de relevo**”, .3ª ed. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 54-55 p. 1996.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. 2ª edição. rev. e ampl. Viçosa, MG: CPT, 255p. 2007.

RADAMBRASIL, **Levantamento de recursos naturais**. Vol. 4. Folha SB.22 - Araguaia. Ministério das Minas e Energia. Dpto Nacional da Produção Mineral. Rio de Janeiro, RJ. 1974.

RAPOSO, Alceu Junior & RICARDO, Giuliano de Almeida. **Mapeamento de variáveis climáticas** . 1 ed. v.1. Belo Horizonte: Publicação Própria/ PUC.Minas, 2001.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches. “Relevo Brasileiro: uma proposta de classificação”. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo - SP, nº 4, 1985, 25-39 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA - NÚCLEO NORTE. “Boletim de Resumos Expandidos e Guia de Excursões: Resumo dos Aspectos Geológicos da Província Mineral de Carajás”. V Simpósio de Geologia da Amazônia. Belém – Pará. **Anais...**, SBG/NO, 393 p. 1996.

STCP - ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA. Plano de Manejo para Uso Múltiplo da Floresta Nacional de Carajás – Brasília, **Relatório Técnico**. 2003.

TOY, T.J. Topographic reconstruction: the foundation of reclamation. *In*: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. de (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos: Sobrade, p.107-115, 1998.

VIANELLO, Rubens L. & ALVES, Adil R. **Meteorologia básica e aplicações**. 19.ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV-MG,1991.

BERTOLANI, F.C VIEIRA, S.R. Variabilidade espacial da taxa de infiltração de água e da espessura do horizonte a, em um argissolo vermelho-amarelo, sob diferentes usos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. **Bras. Ci. Solo**, 25:987-995, 2001.

18.1.7 Recursos Hídricos Superficiais

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: CPRM, 372p. 1994.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia Fluvial**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 188p.1981.

GARCEZ, Lucas Nogueira e ALVAREZ, Guillermo Acosta - **Hidrologia** – 2.ed. – Editora Edgard Blücher Ltda.304p. 2004.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio de Janeiro, 1989.

SANTOS, Irani dos (*et al*) - **Hidrometria Aplicada - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento** , Curitiba,PR. 2001.

STRAHLER, A. N. “Dynamic basis of Geomorphology”. *Geol. Soc. America Bulletin*, 63:923-938, 1952.

TUCCI, C.E.M., Org., **Hidrologia: Ciência e Aplicação**, Coleção ABRH de Recursos Hídricos. Editora da UFRGS. **3ª Edição**. 943p. 2004.

TUCCI, C.E.M.; & MENDES, C.A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília-DF, Ministério do Meio Ambiente/SQA. 302p. 2006

18.1.8 Qualidade das Águas

APHA, AWWA, WEF, **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. USA: 21th edition. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, **NBR 9897 - Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, **NBR 9898 - Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores**. 1987.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, **Resolução CONAMA Nº 357**, de 17 de março de 2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, **Resolução CONAMA Nº 396**, de 03 de abril de 2008 - Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. 2008.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, **Resolução CONAMA Nº 397**, de 03 de abril de 2008 - Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA nº 357, de 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. 2008.

ESTEVES, F. A., 1998. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2. Ed.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL. **Estudo de Gestão Ambiental Territorial – EGAT** - Companhia Vale Do Rio Doce. Rio de Janeiro, RJ. 2007.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE MINAS GERAIS – SEMAD. Sistema de Cálculo da Qualidade da Água (SCQA) - Estabelecimento das Equações do Índice de Qualidade das Águas (IQA) - **Relatório 1**. Belo Horizonte: Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II - Subcomponente Monitoramento da Qualidade da Água. 2005.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 3ª edição. 2005.

18.1.9 Espeleologia

ATZINGEN, n. Von.; CRESCÊNCIO, G. Estudos espeleológicos em Serra Pelada, Curionópolis – PA. **Boletim Informativo da Fundação Casa da Cultura de Marabá**: 63-72. 1999.

BENNETT, P.C.; MELCER, M.E.; SIEGEL, D.I.; HASSETT, J.P.; 1988. The dissolution of quartz in dilute aqueous solutions of organic acids at 25°C. **Geochimica et Cosmochimica Acta**. 52:1521-1530.

DNPM/CPRM. **Programa Levantamentos geológicos básicos do Brasil. Programa Grande Carajás. Serra dos Carajás**. Folha SB.22-Z-A. Estado do Pará. Org. Orlando José Barros de Araújo e Raimundo Geraldo Nobre Maia. 164p. 1991.

FERREIRA, R.L. A vida subterrânea nos campos ferruginosos. **O Carste**, 17(3):106-115. 2005.

GALÁN, C. Disolución y génesis del karst en rocas carbonáticas y rocas silíceas: un estudio comparado. **Munibe** 43: 43-72. 1991.

LINDENMAYER, Z.G.; RONCHI, L.H.; LAUX, J.H. Geologia e geoquímica da mineralização de Cu-Au primária da mina de Au do Igarapé Bahia, Serra dos Carajás. **Revista Brasileira de Geociências**, 28(3):257-268. 1998.

MARTINI, J. Karst in the Black Reef Quartzite near Kaapsehoop, Transvaal. **Ann. Geol. Surv. South Africa** 13: 115-128. 1979.

MAURITY, C.W.; KOTSCHOUBEY, B. Evolução recente da cobertura de alteração no Platô N1 – Serra dos Carajás-PA. Degradação, pseudocarstificação, espeleotemas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências da Terra** 7: 331-362. 1995.

MECCHIA, M.; PICCINI, L. Hydrogeology and SiO₂ geochemistry of the Aonda Cave System, Auyan-Tepui, Bolívar, Venezuela. **Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología** 33: 1-11. 1999.

NOGUEIRA, A.C.R.; TRUCKENBRODT, W.; PINHEIRO, R.V.L. Formação Águas Claras, Pré-Cambriano da Serra dos Carajás: Redescricao e redefinição litoestratigráfica. **Boletim Museum Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências da Terra**, V.7, p.177-197. 1995.

PILÓ, L.B. & AULER, A.S. As cavernas em minério de ferro e canga de Capão Xavier, Quadrilátero Ferrífero, MG. **O Carste** 17(3): 93-105. 2005.

PILÓ, L.B. & AULER, A.S. Geoespeleologia das cavernas em rochas ferríferas da região de Carajás, PA. XXX Congresso Brasileiro de Espeleologia. Montes Claros. **Anais...Montes Claros: SBE**, 2009. p. 181-186. 2009.

PINHEIRO, R.V.L.; HOLDSWORTH, R. Evolução tectonoestratigráfica dos sistemas transcorrentes carajás e cinzento, cinturão itacaiúnas, na borda leste do Craton Amazônico, Pará. **Revista Brasileira de Geociências**, 30(4): 597-606. 2000.

PINHEIRO, R.V.L.; MAURITY, C.W. As cavernas em rochas intempéricas da Serra dos Carajás (PA) – Brasil. 1º Congresso de Espeleologia da América Latina e do Caribe, **Anais...** Belo Horizonte, pp. 179-186. 1988.

RIBEIRO, L.F.B.; VANDEROOST, F.J.; MONTEIRO, R.C. O controle neotectônico das cavernas de Itaqueri. XXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia **Anais...** p.397-399. 1994.

SILVA, S.M.da. **Carstificação em rochas siliciclásticas: estudo de caso na Serra do Ibitipoca, Minas Gerais**. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Programa de Pós-graduação em Geologia. Dissertação de Mestrado. 142p. 2004.

SZCZERBAN, E.; URBANI, F. Carsos de Venezuela. Parte 4: Formas carsicas en areniscas precamblicas del territorio federal Amazonas y estado Bolívar. **Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología**, 5: 27-54. 1974.

TOLBERT, G.E.; TREMAINE, J.W.; MELCHER, G.C.; GOMES, C.B. The recently discovered Serra dos Carajás iron deposits, northern Brazil. **Economic Geology** 66: 985-994. 1971.

VALE. Licença de operação – LO. Programa de manutenção e monitoramento ambiental e pesquisa mineral do Projeto Alemão. **Relatório técnico**. Volume 1. 130 p. 2007.

VILES, HEARTHER; PENTECOST, Allan. Problems in assessing the weathering action of lichens with an example of epiliths on sandstone. *In*: ROBINSON, D.A.; WILLIAMS, R.B.G. (editors). **Rock Weathering and Landform Evolution**. John Wiley & Sons Ltd..99-116. 1994.

WHITE, W.B.; JEFFERSON, G.L.; HAMAN, J.F. Quartzite karst in southeastern Venezuela. **International Journal of Speleology** 2: 309-314. 1966.

WRAY, R.A.L. Opal and chalcedony speleothems on quartz sandstones in the Sidney region, southeastern Australia. **Australian Journal of Earth Sciences**, 46: 623-632. 1999.

YOUNG, R.W. Quartz etching and sandstone karst: Examples from the East Kimberleys, northwestern Australia. **Zeitschrift fur Geomorphologie**, 32: 409-423. 1988.

YOUNGER, P.L.; STUNELL, J.M. Karst and pseudokarst: An artificial distinction? *In*: BROWN, A.G. (ed.), **Geomorphology and Groundwater** John Wiley & Sons, p. 121-142. 1995.

18.2 Meio Biótico

18.2.1 Flora

AB'SABER A.N. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul**. Primeira aproximação. Geomorfologia, São Paulo, 52:121. 1977.

AMARAL, P. et. al. **Florestas para sempre: Um manual para produção de madeira na Amazônia**. Belém: IMAZON, 137 p. 1998.

BRAGA, P.I.S. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica. **Supl. Acta Amazonica** 9(4):. p.53-80. 1979

BRANDT MEIO AMBIENTE. Projeto Igarapé Bahia Fase IV – **Relatório de Controle Ambiental**, vol. I, relatório, Belo Horizonte, Minas Gerais. 2003.

BRASIL. **Instrução Normativa IBAMA Nº 152**, de 17 de Janeiro de 2007.

BRASIL. **Instrução Normativa IBAMA nº 47**, de 27 de Agosto de 2004.

BRASIL. **Instrução Normativa IBAMA Nº 6**, de 07 de Abril de 2009.

BRASIL. **Instrução Normativa ICMBio Nº 9**, de 28 de Abril de 2010.

BRASIL. **Instrução Normativa MMA nº 6**, de 23 de Setembro de 2008.

BRASIL. **Lei Federal 9.985**, de 18 de Julho de 2000.

BRASIL. **Portaria IBAMA nº 48**, de 10 de Julho de 1995.

BRASIL. **Resolução CONAMA**, de Fevereiro de 1996.

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 6ª ed. Belém: CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, 279p. 1996.

CEMA. **Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Níquel do Vermelho**. 2004.

CETEC. **Determinação de equações volumétricas aplicáveis ao manejo sustentado de florestas nativas no estado de Minas Gerais e outras regiões do país**. 295p. 1995.

CLEEF, A. M. e SILVA, M. F. F. Plant communities of the Serra dos Carajás (para-brasil). **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**. Ser. Bot., v. 10, n. 2, p. 269-281.1996.

FERNANDES, A.. **Fitogeografia Brasileira**. Fortaleza, Ceará, Ed. Multigraf, 340p. 1998.

FERNANDES, A. & BEZERRA, P. **Fitogeografia Brasileira: províncias florísticas**. 3ª ed., Fortaleza, Realce Editora, 202 p. 2006.

GOLDER ASSOCIATES. Consolidação dos Estudos Hidrológicos, Hidrogeológicos e Geotécnicos, Programação de Estudos e Investigações para a Fase de Pré-Viabilidade do Projeto Alemão - RT-019-5131-002, **Relatório Técnico**. Belo Horizonte. 2001.

GOLDER ASSOCIATES. Estudos Ambientais do Complexo Minerador de Carajás - Companhia Vale do Rio Doce. **Relatório Técnico**. 2003.

GOLDER ASSOCIATES. Diagnóstico Ambiental - Projeto Salobo, relatório, Belo Horizonte, Minas Gerais. **Relatório Técnico**. 2004.

GOLDER ASSOCIATES. **Relatório de Controle Ambiental e Plano de Controle Ambiental da Mina N5**. 2005a.

GOLDER ASSOCIATES. Relatório de Controle Ambiental. Projeto Serra Norte 100 – 100 mtpa. **Relatório Técnico**. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2005b.

GOLDER ASSOCIATES. Estudo Ambiental e Plano Básico Ambiental – PBA. Ampliação da Lavra de Minério de Ferro da Mina de N5 Integrante do Complexo Minerador de Ferro de Carajás. **Relatório Técnico**. 2005c.

GOLDER ASSOCIATES. Relatório de Controle Ambiental /Plano Básico Ambiental do Projeto da Nova Usina de Beneficiamento de Minério de Ferro do Complexo Minerador Ferro Carajás. Informação complementar referente aos temas: efeito de borda e flora. **Relatório Técnico**. RT-003_099-515-5002_00-J Maio, 2009a.

GOLDER ASSOCIATES Projeto Ferro Carajás S11D. Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais do Meio Biótico. **Relatório Técnico**. RT-079-515-5020-0025-00-B. Maio, 2009b.

HORN, H.S. The ecology of secondary succession. **Annual Review Ecology and Systematics**. v5. pp. 25-37. 1974.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro, IBGE. **Manuais Técnicos Geociências** nº 1, 1992.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Vegetação do Brasil**. 1993.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Vegetação. Recursos Naturais e Estudos Ambientais**. CDDI. DAT. R.J. Livraria do IBGE. 2004.

IBGE. **Mapa de Vegetação**. Censos, Indicadores Sociais e Econômicos, Pesquisas Conjunturais, Cartografia, Geodésia, Geografia, Recursos Naturais e Estudos Ambientais. CDDI. DAT. R.J. Livraria do IBGE. 2004.

KENT, M., & COKER, P. **Vegetation description and analysis: a practical approach**. London: CRC Press; Belhaven press. 1992.

LOPES, C.A.C. **Propriedades físico-mecânicas e usos comuns de espécies de madeiras da Amazônia**. Belém, SUDAM, 1993. 97p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. vol. 1. Ed. Plantarum. 1992.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. vol. 2. Nova Odessa, São Paulo: Ed. Plantarum. 1998.

MAGALHAES, P.M.; FIGUEIRA, G.M.; MONTANARI JR, I.; LUCIO, E.M.R.A. Aspectos agronômicos e fitoquímicos do cultivo de *Pilocarpus microphyllus* Stapf. In: **Anais do Simpósio de plantas medicinais do Brasil**, 12, Curitiba, UFPr, 1992. Curitiba, UFPr, p.181. 1992.

MARTINI, A; ROSA, N.A.; UHL, C. Espécies de árvores potencialmente ameaçadas pela atividade madeireira na Amazônia. **Série Amazônia** 11, 34p. 1998.

MARTINS, F.R. **Estrutura de uma Floresta Mesófila. Campinas, SP**. Editora da Unicamp. 1991.

MELLO, J. M.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S. Comparação entre procedimentos de amostragem para avaliação estrutural de um remanescente de floresta estacional semidecidual montana. **Revista Cerne**, Lavras - MG, v. 02, n. 02, p. 001-014. 1996.

MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. S. Avaliação de métodos com base na árvore média para estimativa de volume em pequenas áreas com florestas nativas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras - NG, v. 20, n. 04, p. 492-502. 1996.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. **Lista de espécies ameaçadas da flora brasileira**. 2008.

MORELLATO, L.P.C. *et al.* Caracterização de alguns tipos de algumas savanas amazônicas, Serra dos Carajás, Pará, Brasil. **Rev. Bras. Botânica**, 14: 1 - 14, 1991.

MOSAICO CARAJÁS. **O Jaborandi em Carajás**. Disponível em <<http://mosaicocarajas.webng.com/flonaca/jaboranditexto.html>>. Acesso em: 25 nov. 2008.

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**, Wiley, New York. 1974.

OSAKADA, A.; LISBOA, R. C. L. Novas ocorrências de hepáticas (Marchantiophyta) para o estado do Pará, Brasil. **Acta Amazônica** vol. 34(2): 197 - 200. 2004.

OSAQUI *et al.* **Inventário Florestal do Projeto Alvo 118**. 2001.

OSAQUI *et al.* **Inventário Florestal na área da Mina N4 E**. 2001.

OSAQUI *et alli.* Inventário Florestal na área da Mina N4 w. **Relatório técnico**. 2001.

PARÁ. **Instrução Normativa SEMA Nº 22**, de 31 de março de 2009.

PARÁ. **Resolução COEMA nº 54**, de 24 de Outubro de 2007. Lista de espécies ameaçadas do estado do Pará. 2007

PORTO, M. L.; SILVA, M. F. F. Tipos de Vegetação Metalófila da Área da Serra dos Carajás e Minas Gerais. **Acta Botânica Brasílica**, v. 3, n. 2, p. 13-21, 1989.

PRANCE, G.T. The phytogeographic subdivisions of Amazonian and their influence on the selection of biologic reserves. pp 195-212 in Prance G.T. and T.S. Elias (eds), **Extinction is forever**. New York Botanical Garden. 1977.

QUEIROZ, W.T. Análise de fatores pelo método da máxima verossimilhança: aplicação ao estudo da estrutura de florestas tropicais. 1984. **Tese** – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, Piracicaba. 1984.

RADAMBRASIL. **Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins**. 1974.

RAMBALDI & OLIVEIRA. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas** / Denise Marçal Rambaldi, Daniela América Suárez de Oliveira (orgs.) Brasília: MMA/SBF, 510 p. 2003.

RAYOL, B. P. Análise florística e estrutural da vegetação xerofítica das savanas metalófilas na Floresta Nacional de Carajás: subsídios para a conservação. Belém, 74 p. **Dissertação de Mestrado em Botânica**, Universidade Federal da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi. 2006.

REVISTA GLOBO RURAL. **De vilões a guardiões**. Edição 294 - Abr/10. Disponível em http://revistagloborural.globo.com/EditoraGlobo/componentes/article/edg_article_print/1,3916,1709664-1641-1,00.html> Acesso em: 10 mai. 2010.

RIZZINI, C.T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1979.

RODRIGUES, R. R. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. Eds. Ricardo Ribeiro Rodrigues e Hermógenes de Freitas Leitão Filho, 2ª ed., São Paulo, Ed. Editora da Universidade de São Paulo/Fapesp. 2001.

ROLIM S. G., COUTO, H. T. Z., JESUS, R. M., FRANÇA, J.T. Modelos volumétricos para a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquirí, Serra dos Carajás (PA). **Acta Amazonica**. V36 (1) p 107-114. 2006.

SALOMAO, R. P.; SILVA, M. F. F.; ROSA, N. A. Inventário Ecológico em Floresta Fluvial Tropical de Terra Firme - Serra Norte, Carajás - PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, serie Botânica., v. 4, n. 1, p. 1-46, 1988.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M.; ALMEIDA FILHO, C. S. Obtenção de relações quantitativas para estimativa de volume do fuste em Floresta Estacional Semidecídua Montana. **Revista Cerne**, Lavras - MG, v. 01, n. 01, p. 123-134. 1994.

SCOLFORO, J.R. e CARVALHO, L.M.T. **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras, UFLA / IEF – MG, 288 p. 2006.

SECCO, R. S.; MESQUITA, A. L. Notas sobre a Vegetação de Canga da Serra Norte - 1. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, n. 59, 1983.

SECCO, R. S.; SILVA, M. F. F. ; LOBO, M. G. A. Considerações Ecológicas sobre a Vegetação de Canga da Serra dos Carajás. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 26, n. 1/2, p. 17-44, 1996.

SHEPHERD, G. J. **FITOPAC: Manual do Usuário**. Campinas: UNICAMP, 25p. 1994.

SILVA, A.S.L Flora Rupestre de Carajás – Fabaceae. Belém, **Bol Mus. Paraense Emílio Goeldi**, ser. Botânica 9 (1): 3 – 30. 1993.

SILVA, J.N.M.; ARAUJO, S.M. Equação de Volume para Árvores de Pequeno Diâmetro, na Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 8/9, p. 16-25, Jun./Dez. 1984.

SILVA, M. F. F. Análise Florística da Vegetação que Cresce sobre Canga Hematítica em Carajás - PA (Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, serie Botânica, v. 7, n. 2, p. 79-108, 1991.

SILVA, M. F. F.; ROSA, N. A. ; SALOMAO, R. P. . Estudos Botânicos na Área do Projeto Ferro Carajás. 3 Aspectos Florísticos da Mata do Aeroporto de Serra Norte - PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, serie Botânica, v. 2, n. 2, p. 169-187, 1986.

SILVA, M.F.F. & ROSA, N.A. Estudos Botânicos na Área do Projeto Ferro Carajás, Serra Norte, Pará. 2. Regeneração de Castanheira em Mata Primária na Bacia do Itacaiúnas. **Anais do 1º simpósio do Trópico Úmido**, EMBRAPA/CPATU, v.2, p.167-170. 1986.

SILVA, M.F. F da & ROSA, N. A. Análise do Estrato Arbóreo da Vegetação sobre Jazidas de Cobre na Serra dos Carajás – PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, série Botânica, n 5, v.2, p. 175-205. 1989.

SILVA, M.F.F. & ROSA, N.A. Estudos botânicos na área do Projeto Ferro Carajás – Serra Norte. I. Aspectos fito-ecológicos dos campos rupestres. *In Anais do XXXV Congresso Nacional de Botânica* (1984). SBB, Manaus, p.367-379. 1990.

- SILVA, M.F.F., SECCO, R.S. & LOBO, M.G.A. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, estado do Pará, Brasil. **Acta Amazonica** 26:17-44. 1996.
- SILVA, M.F.F.; ROSA, N.A.; OLIVEIRA, J. Estudos Botânicos na Área do Projeto Ferro Carajás. 5. Aspectos Florísticos da Mata do Rio Gelado, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**, 3(1): 1-20. 1987.
- SILVEIRA, E.C da. Flora Orquidológica da Serra dos Carajás, Estado do Pará. Belém, **Bol. Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**, 11(1): 75 – 87.1995.
- SOUZA, A.L., SOUZA, D.L. Análise Multivariada para Estratificação Volumétrica de uma Floresta Ombrofila Densa de Terra Firme na Amazônia Oriental. **Rev. Árvore**, vol. 30-001. Pg 49-54. Viçosa, Brasil. 2006.
- STCP ENGENHARIA DE PROJETOS. **Plano de Manejo para Uso Múltiplo da Floresta Nacional de Carajás**. Cap. 3 - Manejo e Desenvolvimento - Zoneamento. Curitiba, PR. 2003.
- VALE. **SDI Vale – Sistema Vale de Detecção de Incêndios Florestais**. Disponível em <<http://www.mundogeo.com/revistas-interna.php>>. Acesso em: 10 fev. 2010.
- VELOSO, H.P; RANGEL FILHO, A.L.R e LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 124 p. 1991.
- ### 18.2.2 Herpetofauna
- AMPHIBIAN WEB. Disponível em: <<http://amphibiaweb.org/index.htm>>. Acesso em 29 de abril de 2010.
- ANGULO, A., COCROFT, R. B. & REICHLE, S. Species identity in the genus *Adenomera* (Anura: Leptodactylidae) in the southeastern Peru. **Herpetologica** 59(4): 490-504. 2003.
- ARIAS, M. M.; PELTZER, P. M. & LAJMANOVICH, R. C. Diet of giant tadpole *Pseudis paradoxa platensis* (Anura, Pseudidae) from Argentina. **Phyllomedusa**, Belo Horizonte, 1 (2): 97-100. 2002.
- ÁVILA-PIRES, T. C. S. Lizards of Brazilian Amazonia (Reptile: Squamata). **Zoological verhand** (299): 1-706. 1995.
- ÁVILA-PIRES, T.C.S., HOOGMOED, M.S. & VITT, L.J. Herpetofauna da Amazônia, p. 13-43. In: Nascimento, L.B. & Oliveira, M.E. (Eds.). **Herpetologia no Brasil II**. Sociedade Brasileira de Herpetologia, Belo Horizonte, Brasil. 2007.
- AZEVEDO-RAMOS, C. & GALATTI, U. Patterns of amphibian diversity in Brazilian Amazonia: conservation implications. **Biological Conservation** 103: 103-111. 2002.
- BASTOS, R. P.; MOTTA, J. A. O.; LIMA, L. P.; GUIMARÃES, L. D. **Anfíbios da Floresta Nacional de Silvânia**, Estado de Goiás. Goiânia, Goiás. 82 p. 2003.

- BÉRNILS, R. S. (org.). 2010. Brazilian reptiles – List of species. Accessible at <<http://www.sbherpetologia.org.br/>>. **Sociedade Brasileira de Herpetologia**. Captured on 03 maio 2010.
- BODENHEIMER, F. S. **Precis d'ecologie animale**. Paris: Payot. 315 p. 1955.
- BRANDT MEIO AMBIENTE. **Projeto Igarapé Bahia - Fase IV – Relatório de Controle Ambiental**, Vol. I, Belo Horizonte, Minas Gerais. 2003.
- BURNHAM K. P. & OVERTON W. S. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. **Biometrika** 65, 623-633. 1978.
- CALDWELL, J. P. & LIMA, A. P. A new amazonian species of *Colosthetus* (Anura: Dendrobatidae) with a nidicolous tadpole. **Herpetologica** 59(2): 219-234. 2003.
- CALDWELL, J. P.; LIMA, A. P. & KELLER, C. Redescription of *Colosthetus marchesianus* (Melin, 1941) from its type locality. **Copeia** 2002(1): 157-165. 2002.
- CARR, L. P. & FAHRIG, L. Effect of road traffic on two amphibian species of differing vagility. **Conservation Biology**. 15(4): 1071-1078. 2001
- CECHIN, S.Z. & MARTINS, M. Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragem de anfíbios e répteis no Brasil. **Rev. Bras. Zool.** 17:729-740. 2000.
- COLWELL R. K. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Disponível em: <<http://purl.oclc.org/estimates>>.2006.
- CUNHA, O. R.; NASCIMENTO, F. P.; ÁVILA-PIRES, T. C. S. Os répteis da área de Carajás, Pará, Brasil (Testudines e Squamata). **Publicações Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi**, n.40. 1985.
- DAJOZ, R. Ecologia Geral. São Paulo, **Voices**. 472p. 1973.
- DODD, C. K. JR.; CODE, B. S. Movement patterns on the conservation of amphibians breeding in small temporary wetlands. **Conservation Biology**, v. 12, p. 331-339. 1997.
- DUELLMAN, W. E. & TRUEB, L. **Biology of Amphibians**. The Johns Hopkins University Press, 670p. 1986.
- DUELLMAN, W. E. **The biology of an Equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador**. University of Kansas Museum of Natural History, Lawrence, v. 65, p. 1-352, 1978.
- EVA, H. D.; GLINI, A.; JANVIER, P. & Blair-Myers, C. Vegetation map of tropical South America at 1: 5 000 000. **TREES Publications Series D: Thematic outputs European Commission Joint Research Centre**, n.2: 1-33. 2003.
- FEARNSIDE P. M. Desmatamentos na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**. 1(1): 113-123. 2005.

FITCH, H. S. Collecting and life history techniques. In R. A. Seigel, J. T. Collins and S.S. Novak, Snakes. **Ecology and evolutionary Biology**, pp. 143-164. MacMillan Publishing Co., Nova York. 1987.

FLECKER, A. S.; FEIFAREK, B. P. & TAYLOR, B. W. Ecosystem engineering by a tropical tadpole: density-dependent effects on habitat structure and larval growth rates. **Copeia**, Lawrence, (2): 495-500. 1999.

FRANÇA, F. G. R., MESQUITA, D. O. & Colli, G. R. A checklist of snakes from Amazonian savannas in Brazil, housed in the Coleção Herpetologica da Universidade de Brasília, with new distribution records. **Occasional Papers** 17: 1-13. 2006.

FROST, D. R. **Amphibian Species of the World: an Online Reference**. Version 5.2 (15 July, 2008). Electronic Database accessible at <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>>. American Museum of Natural History, New York, USA. 2008.

FROST, D. R. **Amphibian Species of the World: an Online Reference**. Version 5.2 (03 maio 2010). Electronic Database accessible at <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>>. American Museum of Natural History, New York, USA. 2010.

FROST, D. R.; GRANT, T.; FAIVOVICH, J.; BAIN, R. H.; HAAS, A.; HADDAD, C. F. B.; SÁ, R. O.; CHANNING, A.; WILKINSON, M.; DONNELLAN, S. C; RAXWORTHY, C. J.; CAMPBELL, J. A.; BLOTTO, B. L.; MOLER, P.; DREWES, R. C.; NUSSBAUM, R. A.; LYNCH, J. D.; GREEN, D. M. & WHEELER, W. C. The Amphibian Tree of Life. **Bulletin of the American Museum of Natural History**. 297: 370pp. 2006.

FROTA, J. G., SANTOS JR., A. P., CHALKIDIS, H. M. & GUEDES, A. G. As serpentes da região do baixo rio Amazonas, oeste do estado do Pará, Brasil (Squamata). **BIOCIÊNCIAS**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 211-220. 2004.

GALATTI, U. 2005. Anfíbios In: **Diagnóstico do "Estado da Arte" do Conhecimento sobre a Fauna da região da Serra dos Carajás: Floresta Nacional de Carajás, Floresta Nacional do Tapirapé - Aquiri**. Coordenação de Zoologia (CZO): Belém. 2005.

GIARETTA, A. A.; BERNARDE, P. S.; KOKUBUM, M. N. A new species of proceratophrys (Anura: Leptodactylidae) from the Amazon Rain Forest. **J. Herpetol.** Vol. 34. No. 2. pp. 173-178. 2000.

GOLDER ASSOCIATES. **Extrato do Diagnóstico Ambiental Preliminar – D1, Projeto Alemão, Relatório**, Belo Horizonte, Minas Gerais. 2008.

GOLDINGAY, R. L. & TAYLOR, B. D. How many frogs are killed on a road in North-east New South Wales? **Australian Zoologist**. 33 p. 332-336. 2006.

GUMIER-COSTA, F. & SPERBER, C. F. Atropelamentos de vertebrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. **Acta Amazônica**. Vol. 39(2): 459-466. 2009.

HADDAD, C. F. B. & PRADO, C. P. A. Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. **Bioscience**, vol. 55, no. 3. 2005.

HEATWOLE, H. A review of structuring in herpetofaunal assemblages: In: Scoott Jr., N. J.(ed) **Herpetological communities**, Washigton, D.C., United States Department of the interior, Wildlife Research Report. Vol.13, p.1-19. 1982.

HELMS, T. & BUCHVALD, E. The effect of road kills on amphibian population. **Biological Conservation** (99) 331-340. 2001.

IAVRD - INSTITUTO AMBIENTAL VALE DO RIO DOCE. **Diagnóstico da área de soltura do N2 FLONA-Carajás**. 2005a.

IAVRD - INSTITUTO AMBIENTAL VALE DO RIO DOCE. **Diagnóstico de fauna Bloco 3 FLONA-Carajás**. 2005b.

IAVRD - INSTITUTO AMBIENTAL VALE DO RIO DOCE. **Diagnóstico de fauna Bloco 8 FLONA-Carajás**. 2005c.

IAVRD - INSTITUTO AMBIENTAL VALE DO RIO DOCE. **Diagnóstico de fauna canga de N1 FLONA-Carajás**. 2005d.

IAVRD - INSTITUTO AMBIENTAL VALE DO RIO DOCE. **Diagnóstico de Fauna do Bloco 1 do Manganês Azul FLONA-Carajás**. 2005e.

IAVRD - INSTITUTO AMBIENTAL VALE DO RIO DOCE. **Diagnóstico preliminar de espécies da Área de Soltura Mina do sossego e projeto 118 FLONA-Carajás**. 2005f.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Monitoring of the Brazilian Amazonian forest by satellite (1997-1998). **INPE report**. Ministério da Ciência e Tecnologia. São Paulo. 1998.

IUCN 2008. **Red List of Threatened Species**. Disponível em: <[http:// www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acesso em: 07/01/2009.

IUCN 2010. **Red List of Threatened Species**. Disponível em: <[http:// www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acesso em: 03/05/2010.

LIMA, A. P.; MAGNUSSON, W. E.; MENIM, M.; ERDTMANN, L. K.; RODRIGUES, D. J.; KELLER, C. & HOLD, W. **Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central**. Attema design Editorial, 168p. 2006.

MARQUES, O. A. V.; ETEROVIC & E SAZIMA, I. **Serpentes do Mata Atlântica. Guia Ilustrado**. Ribeirão Preto, SP: Holos editora, 184p. 2001.

MARTINS, M. & M.E. OLIVEIRA. Natural history of snakes in forests in the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. **Herpetological Natural History**. 6(20): 78-150. 1998.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2003. **Lista das espécies ameaçadas de extinção**. Disponível em: <[http:// www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)>. Acesso em: 07/01/2009.

- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2008. **Lista das espécies da fauna ameaçada de extinção**. Instrução Normativa n° 3, de 27 de maio de 2003. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) / Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. Brasil. Disponível em <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 03/05/10.
- MORAES, B. C.; COSTA, J. M. N.; COSTA, A. C. L. & COSTA, M. H. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazônica**. 35(2) 207 – 214 p. 2005.
- 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**, Ser. Zool., 3(1). 1987.
- NASCIMENTO, L. B. E OLIVEIRA, M. E. (ed). **Herpetologia no Brasil II**. Sociedade Brasileira de Herpetologia, Belo Horizonte, 354p. 2007.
- PIANKA, E. R. **On Lizards species diversity**: North American Flatland deserts. **Ecology**. 48: 333-51. 1967.
- PLANO DE MANEJO PARA USO MÚLTIPLO DA FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS, 2003. Disponível em <<http://mosaicocarajas.tripod.com/flonaca/planodemanejo.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2008.
- POUGH, F. H; HEISER, J. B. & MCFARLAND, W. N. **A vida dos vertebrados**. São Paulo - SP: Atheneu, 839 p. 1993.
- PRUDENTE, A. L. C. & ÁVILA - PIRES, T. C. S. Répteis in: **Diagnóstico do “Estado da Arte” do Conhecimento sobre a Fauna da região da Serra dos Carajás: Floresta Nacional de Carajás, Floresta Nacional do Tapirapé Aquiri**. Coordenação de Zoologia (CZO): Belém. 2005
- RAMBALDI, D. M E OLIVEIRA, D. A. S. – Organizadoras. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 510p. 2003.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro, RJ, 472 p. 1996.
- ROCHA, C. F. D. **Introdução à Ecologia de Lagartos Brasileiros**. P. 39-57. In: Nascimento, L. B.; Bernardes, A. T.; Cotta, G. A. (eds). **Herpetologia no Brasil 1**. PUC•Minas, Fundação Biodiversitas, Fundação Ezequiel Dias. 134 p. 1994.
- RODRIGUES, M. T. Conservação dos répteis brasileiros: os desafios para um país megadiverso. **Megadiversidade** 1(1): 86-94. 2005.
- ROSSA-FERES, D. C.; JIM, J. Distribuição sazonal em comunidades de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo. **Revista Brasileira Biologia**. v. 54, n. 2, p. 323-334. 1994.
- SANTOS, A. J. **Estimativas de riqueza de espécies**. In: Cullen Jr., L., Rudran, R. & Valadares-Pádua, C. (ORGS). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. UFPR, Curitiba. P. 19-41. 2003.

SANTOS-COSTA, M. C. & PRUDENTE, A. L. C. História natural das serpentes da Estação Científica Ferreira Penna, Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará, Brasil. **Seminário Estação Científica Ferreira Penna – Dez Anos de Pesquisa na Amazônia – Contribuições e Novos Desafios**. CZO_003. 2003.

SBH, 2008. **Sociedade Brasileira de Herpetologia**. Disponível em: <<http://www.sbh.org.br/>>. **Lista brasileira de anfíbios e répteis**. Acesso em: 07/01/2009.

SBH, 2010. **Sociedade Brasileira de Herpetologia** Disponível em: <http://www.sbh.org.br/>. **Lista brasileira de anfíbios e répteis**. Acesso em: 03/05/2010.

SEMA. Resolução COEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente nº 54, de 24/10/2007. **Lista de espécies de fauna e flora ameaçadas de extinção do estado do Pará**. 2007.

SILVA, J. M. C., RYLANDS, A. B., FONSECA, G. A. B. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. **Megadiversidade**. 1(1): 124-131. 2005.

STEBBINS, R. C e COHEN, N. W. **Natural history of amphibians**. Princeton University Press, New Jersey. 1995.

UETZ, P. & HALLERMAN, J. **The TIGR Reptile Database**. Accessible at <<http://www.reptile-database.org/>>. 2008.

UETZ, P. & HALLERMAN, J. **The TIGR Reptile Database** Accessible at <<http://www.reptile-database.org/>>. 2010.

VASCONCELOS W. RANGEL. Diversidade genética e estrutura populacional dos crocodilianos jacaré-açú (*Melanosuchus niger*) e jacaré-tinga (*Caiman crocodilus*) da Amazônia. **Dissertação (mestrado)-INPA/UFAM** 96p. 2005.

VITT, L. J. e ZANI, P.A. Ecology of nocturnal lizard *Thecadactylus rapicauda* in the Amazon region. **Herpetologica**, 53(2), 165-179pp. 1997.

VITT, L. J.; ÁVILA-PIRES, T. C. S.; CALDWELL, J. P. & OLIVEIRA, V. R. L. The impact of the individual tree harvesting on thermal environments of lizards in Amazonian Rainforest. **Conservation Biology** 12(3): 654-664. 1998.

VITT, L. J.; ÁVILA-PIRES, T. C. S.; CALDWELL, J. P.; ESPÓSITO, M. C.; SARTORIUS, S. S. & ZANI, P. A. Sharing Amazonian rainforest trees: ecology of *Anolis punctatus* and *Anolis transversalis* (Squamata: Polychrotidae). **Journal of Herpetology** 37(2): 276-285. 2003.

VITT, L. J.; SOUZA, R. A.; SARTORIUS, S. S.; ÁVILA-PIRES, T. C.; ESPÓSITO, M. C. Small in a big world: ecology of leaf-litter geckos in the new world tropical forests. **Herpetological Monographs**, (19): 137-152. 2000.

WEIGOLDT, P. Changes in the composition of mountain stream frog communities in the Atlantic mountains of Brazil: frogs as indicators of environmental deteriorations? **Stud. Neotr. Fauna Environmental**, v. 243, p. 249-255. 1989.

WOODRUFF, D. S. Declines of biomes and biotas and the future of evolution. **PNAS**. 98: 5471–5476. 2001.

ZAHER, H.; GRAZZIOTIN, F.G.; CADLE, J.E.; MURPHY, R.W.; MOURA-LEITE, J.C. & BONATTO, S.L. Molecular phylogeny of advanced snakes (Serpentes, Caenophidia) with an emphasis on South American Xenodontines: a revised classification and descriptions of new taxa. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 49 (11):115-153, 2009.

18.2.3 Avifauna

ALONSO, J.C.; ALONSO, J.A. & MUÑOZ-PULIDO. Mitigation of Bird Collisions with Transmission Lines through Groundwire Marking. **Biological Conservation**, v.67, p.129-134, 1994.

ANTAS, P.T.Z. & ALMEIDA, A.C. **Aves como bioindicadoras de qualidade ambiental: aplicação em áreas de plantio de eucalipto**. Espírito Santo: Gráfica Santonio, 2003. 36p.

BIERREGAARD, R.O. & LOVEJOY, T.E. Effects of forest fragmentation on Amazonian understory bird communities. **Acta Amazonica**, v.19, p. 215-241, 1989.

BIERREGAARD, R. O., LOVEJOY, T. E., KAPOV, V., DOSSANTOS, A. A. & HUTCHINGS, R. W. The Biological Dynamics of Tropical Rain-Forest Fragments. **Bioscience** v. 42:11, p. 859-866, 1992.

BIERREGAARD, R.O. & STOUFFER, P.C. Understory birds and dynamic habitat mosaics in Amazonian rainforests. In: LAURANCE, W.F. & BIERREGAARD, R.O. **Tropical forest remnants. Ecology, management and conservation of fragmented communities** Chicago, London: University of Chicago Press. v. 10, p. 138-155, 1997.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. Threatened birds of the world. Cambridge, U.K: **Lynx Edicions & Bird Life International**. 1CD. 2000.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. Threatened birds of the world. Cambridge, U.K: **Lynx Edicions & Bird Life International**. 1CD. 2004..

BROOKS, T.M.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; RYLANDS, A.B.; KONSTANT, W.R.; FLICK, J.; OLFIELD, S.; MAGIN, G. & HILTON-TAYLOR, C. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. **Conservation Biology**, v.16, p.909-923, 2002.

CBRO – COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. **Listas das aves do Brasil**. Versão 2008. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: janeiro de 2008.

COHN-HAFT, M.; WHITTAKER, A. & STOUFFER, P.C. A new look at the “species-poor” central Amazon: The avifauna north of Manaus, Brazil. **Ornithological Monographs**, v.48, p.205-235, 1997.

CRACRAFT, J. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: areas of endemism. In: BUCKLEY, P. A., FOSTER, M. S., MORTON, E.

S., RIDGELY, R. S. & BUCKLEY, F. G. (eds.) **Neotropical ornithology. Ornithological Monographs**, v.36, p.49–84. 1985

DÁRIO, F.R. **Influência de corredor florestal entre fragmentos da Mata Atlântica utilizando-se a avifauna como indicador ecológico.** Dissertação (Mestrado). Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.

DE LA PENA, M. R.; M. Rumboll. **Collins Illustrated Checklist: Birds of Southern South America and Antarctica.** Harper Collins, New York. 1998.

DUNNING, J. S. **South american birds.** Pennsylvania: Harrowood Books. 1987.

FAHRIG, L., MERRIAM, G. Conservation of fragmented populations. **Cons. Bio.** 8: 50-59, 1994.

GARDNER, T.A.; BARLOW, J.; ARAUJO, I.S.; ÁVILA-PIRES, T.C.; BONALDO, A.B.; COSTA, J.E.; ESPOSITO, M.C.; FERREIRA, L.V.; HAWES, J.; HERNANDEZ, M.I.V.; HOOGMOED, M.S.; LEITE, R.N.; LO-MAN-HUNG, N.F.; MALCOLM, J.R.; MARTINS, M.B.; MESTRE, L.A.M.; MIRANDA-SANTOS, R.; OVERAL, W.L.; PARRY, L.; PETERS, S.L.; RIBEIRO-JUNIOR, M.A.; DA SILVA, M.N.F.; SILVA MOTTA, C. & PERES, C.A. The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. **Ecology Letters**, v.11, 139–150. 2008. 2007.

GUEDES, N. M. R. Araras azuis: 15 anos de estudos no pantanal. In: **Artigos no Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócioeconômicos do Pantanal**, IV, Corumbá – MS, p. 1. 2004

HANSKI, I. Metapopulation dynamics: from concepts and observations to predictive models. In: I.A. HANSKI. & M.E. GILPIN. **Metapopulation Biology: ecology, genetics, and evolution.** (Org..) San Diego: Academic Press, Inc. p.69-91, 1997.

HARRIS, L.D.; SILVA-LOPEZ, G. Forest fragmentation and the conservation of 15 biological diversity. In FIELDLER, P.L.L.; SUDODH, K.J. **Conservation biology: the theory and practice of nature conservation, preservation, and management.** New York: Chapman and Hall. 197-238p. 1992

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Vegetação do Brasil**, 2º Edição. Escala 1:5.000.000. 1993.

INFANTE, S., NEVES, J., MINISTRO, J. & BRANDÃO, R. **Estudo sobre o Impacto das Linhas Elétricas de Média e Alta Tensão na Avifauna em Portugal.** Quercus Associação Nacional de Conservação da Natureza e SPEA Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Castelo Branco (relatório não publicado). 2005.

KATTAN, G.H., ALVAREZ-LÓPEZ, H. E GIRALDO, M. Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. **Conservation Biology**. v.8(1), p.183-146, 1994.

KRATTER, A.W. Bamboo specialization by Amazonian birds. **Biotropica**, v.29: p.100-110, 1997.

LEGENDRE, L. & P. LEGENDRE. Numerical ecology. Developments in environmental modelling. Amsterdam: **Elsevier Scient. Publ. Company**. 419 p. 1983.

MACHADO, A.B.M.; C.S. MARTINS & G.M. DRUMMOND. **Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, 160p, 2005.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. London: Croom Helm LTD. 179p, 1988.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Instrução Normativa Número 3**, de 27 de maio de 2003. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/fauna/downloads/lista%20spp.pdf>>. Acesso em: dezembro de 2008.

OLIFIERS, N & CERQUEIRA, R. **Fragmentação de habitat: efeitos históricos e ecológicos**. In: BERGALLO H. (Org.). *Biologia da Conservação: essências*. São Carlos: Editora Rima, p. 261-279, 2005.

OLMOS, F., SILVA, W.A.G. & ALBANO, C. Aves em oito áreas de Caatinga no sul do Ceará e oeste de Pernambuco, nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.45, n.14, p.179-199, 2005.

OREN, D. C. Conservação da natureza na Amazônia Brasileira: uma orientação sobre prioridades baseada em aves. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Zool.** v.8, 259–268, 1992.

PACHECO, J. F., KIRWAN, G. M., ALEIXO, A., WHITNEY, B. M., MINNS, J., ZIMMER, K. J., WHITTAKER, A., FONSECA, P. S. M., LIMA, M. F. C. & OREN, D. C. An avifaunal inventory of the CVRD Serra dos Carajás project, Pará, Brazil. **Cotinga**, v.27 p.15–30, 2007.

PARKER, T. A. & MOSKOVITS, D. K. (eds.) **Neotropical birds: ecology and conservation**. Chicago, University of Chicago Press, 1996.

PARKER, T. A., STOTZ, D. F. & FITZPATRICK, J. W. 1996. Ecological and distributional databases. p. 113-436. In: STOTZ, D. F., FITZPATRICK, J. W., PIELOU, E.C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoret. Biology**, v. 13, p. 131-144, 1966.

PATRICELLI, G.L. & BLICKLEY, J.L. **Avian communication in urban noise: causes and consequences of vocal adjustment**. *Auk* 123:639-649. 2006

REDFORD, K. The Empty Forest. **BioScience** 42, n.6, p.412-422,1992.

RIDGELY, R.S. & TUDOR, G. **The birds of South America: The oscine passerines**. v.1. Austin, University of Texas Press, 1989.

RIDGELY, R.S. & TUDOR, G. **The birds of South America: The oscine passerines**. v.2. Austin, University of Texas Press, 1994.

SEMA. Resolução COEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente n° 54, de 24/10/2007. **Lista de espécies de fauna e flora ameaçadas de extinção do estado do Pará.** 2007.

SICK, H. Ornitologia Brasileira. Rio de Janeiro: **Nova Fronteira**, 912p, 1997.

SIGRIST, T. **Aves do Brasil: uma Visão Artística.** 2006.

SIGRIST, T. **Guia de Campo - Aves da Amazônia Brasileira.** São Paulo: Avis Brasilis, 2008.

SILVA, J. M. C., NOVAES, F. C. & OREN, D. C. Differentiation of Xiphocolaptes (Dendrocolaptidae) across the river Xingu, Brazilian Amazonia: recognition of a new phylogenetic species and biogeographic implications. **Bulletin of the British Ornithologists Club**, Londres, v. 122, n. 3, p. 185-194, 2002.

SILVEIRA, L. F. & PINTO, L. P. **Diversity of birds and mammals in the Forest reserves of the Agropalma Group, in Tailândia municipality, state of Pará, Brazil.** São Paulo. Relatório não publicado. 2004.

SLABBEKOORN, H. & PEET, M. Birds sing at a higher pitch in urban noise. **Nature** 424:267. 2003.

SOUZA, D. G. S. **Todas as aves do Brasil – Guia de campo para identificação.** Bahia: Editora Dall, 1998.

SEMA. Resolução COEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente n° 54, de 24/10/2007. **Lista de espécies de fauna e flora ameaçadas de extinção do estado do Pará.** 2007.

STOTZ D. F., FITZPATRICK, J. W., PARKER, T. A & MOSKOVITS, D. K. **Neotropical Birds: Ecology and Conservation.** Chicago: University of Chicago Press, 1996.

STOUFFER, P. C. & BIERREGAARD, R. O. Use of Amazonian Forest Fragments by Understory Insectivorous Birds. **Ecology.** v. 76:8, p. 2429-2445, 1995.

TRINCA, C.T; FERRARI, S.F & LEES, A.C. Curiosity killed the bird: arbitrary hunting of Harpy Eagles *Harpyia harpyja* on an agricultural frontier in southern Brazilian Amazonia. **Cotinga**, v.30 p.12-15, 2008.

VASCONCELOS, M.F. & STRAUBE, F. Sugestões para melhor aproveitamento dos resultados de consultores em estudos biogeográficos e na conservação das aves. **Atualidades Ornitológicas**, v.132, 2006.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 123p, 1991.

VIELLIARD, J. & SILVA, W.R. Nova metodologia de levantamento quantitativo e primeiros resultados no interior de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANILHADORES DE AVES, 4, 1990, Recife. **Anais. Recife: UFRPE**, p.117-151, 1990.

WHITMAN, A.A.; HAGAN III, J.M.; BROWAK, N.V.L. A comparison of two bird survey techniques used in a subtropical forest. **The Condor, Lawrence**, v. 99, p.955-965, 1997.

WILLIS, E.O. & ONIKI, Y. Levantamento preliminar de aves em treze áreas do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, v.41,p.121-135, 1981.

WILLIS, E.O. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.33, p.1-25, 1979.

WOLDA, H. Similarity indices, sample size and diversity. **Oecologia**, New York, v. 50, p.296-302, 1987.

WOOD, W. E. & YEZERINAC, S. M. **Song Sparrow (*Melospiza melodia*) song varies with urban noise**. *Auk* 123:650-659. 2006.

ZIMMER, K.J., PARKER III T.A., ISLER M.L. & ISLER P.R. Survey of a Southern Amazonian Avifauna: the Alta Floresta Region, Mato Grosso, Brazil. **Ornithological Monographs**, v.48, p.887-918. 1997.

18.2.4 Mastofauna não voadora

ANACLETO, T.C.S. Food Habits of Four Armadillo Species in the Cerrado Area, Mato Grosso, Brazil. **Zoological Studies**, 46 (4): 529-537. 2007.

BECKER, M.; DALPONTE, J.C. **Rastros de mamíferos silvestres brasileiro: um guia de campo**. Brasília: Universidade de Brasília, 1999.

BORGES, A. B. T. **Uso de hábitat por uma população de antas (*Tapirus terrestris* - Mammalia, Perissodactyla) no núcleo de floresta ombrófila mista do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro – Santa Catarina/Brasil**. Universidade Federal de Santa Catarina. 55p. 2004

BORGES, P. A. L. & TOMÁS, W. M. **Guia de rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2004.

BICCA-MARQUES, J. C., SILVA, V. M. & GOMES, D. F. Ordem Primates. In: **Mamíferos do Brasil**, REIS, N. R., PERACCHI, A. L., PEDRO, W. A., LIMA, I. P. (eds.), 437 p. Londrina-PR. 2006.

BOVINCINO.C.R., LEMOS, B., WEKSLER, M.. Small mammals of Chapada dos Veadeiros National Park (Cerrado of Central Brazil): Ecologic, Karyologic, and Taxonomic Considerations. **Braz. J. Biol.**65(3): 395-406. 2005

BONVICINO, C. R., LINDBERGH, S. M. & MAROJA, L. S. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic Rain Forest and Cerrado: comments on their potential use for monitoring environment. **Brazilian Journal of Biology**. 62(4):765-774. 2002.

BONVICINO, C. R.; OLIVEIRA, J. A.; D'ANDREA, P.S. **Guia dos roedores do Brasil**. Rio de Janeiro: Centro Pan-Americano de Febre Aftosa-OPAS/OMS, 2008.

BRANDT – BRANDT Meio Ambiente. Relatório de controle ambiental Projeto Igarapé Bahia – Fase IV. **Relatório técnico**. Companhia Vale do Rio Doce, 2003.

CAUPER, G. C. **Biodiversidade Amazônica**. Vol 3. Manaus: Centro Cultural dos Povos da Amazônia. 2006.

CEBALLOS, G. & MEDELLIN, R. *Diclidurus albus*. **Mammalian Species** 316:1-4. 1988.

CHEIDA, C. C., NAKARO, E. O., QUADROS, J., COSTA, R. F. & ROCHA, F. M. Ordem Carnívora. In **Mamíferos do Brasil**. (N.R. REIS, A.L. PERACCHI, W.A. PEDRO & I.P. LIMA, eds.). Londrina, p. 242-275. 2006.

CRAWSHAW, P. G.; QUIGGSLEY, H. B. Jaguar spacing, activity and habitat use in a seasonally flooded environmental in Brazil. **Journal of Zoology**, London, v. 223, n. 2, p.357-370, 1991.

CROCKETT, C. M. Conservation biology of Genus *Alouatta*. **International Journal of Primatology** 19 (3): 549-578. 1998.

CULLEN, JR., L., RUDRAN, R. & VALLADARES-PÁDUA, C. **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Editora da UFPR, 652 p. 2006.

EMMONS, L. & FEER, F. **Neotropical rainforest mammals: a field guide**. Chicago: The University of Chicago Press, 2 ed., 1997.

FISCHER, W.A. Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do Pantanal. 44 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Mato-Grosso, Campo Grande, 1997.

FONSECA, G.A.B.; HERMANN, G.; LEITE, Y.; MITTERMEIER, R.; RYLANDS, A. & PATTON, J. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. **Occasional papers in Conservation Biology**, 1996.

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annu. Rev. Ecol. Syst.** 29: 207-231. 1998

FORMAN, R. T. T. Estimate of the area affected ecologically by the road system in the United States. **Conservation Biology**, v. 14, n. 1, p. 31-35, 2000.

FORMAN, R. T. & DEBLINGER, R. D. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. **Conservation Biology** 14: 36-46. 2000.

GOLDER ASSOCIATES. Estudos Ambientais do Complexo Minerador de Carajás - Companhia Vale do Rio Doce. **Relatório Técnico**. 2003.

GOLDER ASSOCIATES. Diagnóstico Ambiental - Projeto Salobo, relatório, Belo Horizonte, Minas Gerais. **Relatório Técnico**. 2004.

GOLDER ASSOCIATES. Estudo Ambiental e Plano Básico Ambiental – PBA. Ampliação da Lavra de Minério de Ferro da Mina de N5 Integrante do Complexo Minerador de Ferro de Carajás. **Relatório Técnico**. 2005a.

GOLDER ASSOCIATES. Relatório de Controle Ambiental. Projeto Serra Norte 100 – 100 mtpa. **Relatório Técnico**. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2005b.

GOLDER ASSOCIATES. **Extrato do Diagnóstico Ambiental Preliminar – D1, Projeto Alemão, Relatório**, Belo Horizonte, Minas Gerais. 2008.

HIRSCH, A. **Geographic distribution of genus Callicebus - Database of georeferenced occurrence localities of neotropical primates**. 2002. Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br/zoo/primatas>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2008.

IBAMA. Análise da Unidade de Conservação – Fatores Bióticos. In: **Plano de manejo para uso múltiplo da Floresta Nacional de Carajás**. cap. 2, tomo II, 2003.

IUCN 2008. **Red List of Threatened Species**. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>, acessado em 07/01/2009.

JOHNS, A.D. & AYRES, J.M. Bearded sakis beyond the brink. **Oryx**, **21(3)**: 164-167. 1987.

LACEY, E.A. & MYERS, P. Mammalian Diversification: From Chromosomes to Phylogeography. In: A Celebration of the Career of James L. Patton. University of California Publications in **Zoology**. 2005.

MACHADO, A.B.M.; C.S. MARTINS & G.M. DRUMMOND. **Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, 160p, 2005.

MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M. & PAGLIA, A. P. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 2v, 2008.

MAGALHÃES, M.P. **A Physis da Origem: o sentido da Historia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, 2005.

MICHALSKI, F. & PERES, C. A. Anthropogenic determinants of primate and carnivore local extinction in a fragmented forest landscape of southern Amazonia. **Biological Conservation**. 124. p. 383-396. 2005.

MOOJEN, João. **Os roedores do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1952.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lista das espécies ameaçadas de extinção**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>, acessado em 07/01/2009. 2003.

OLIVEIRA, J. A. & BONVICINO, C. R.. Ordem Rodentia. In N. R. REIS, A. L. PERACCHI, W. A. PEDRO, & I. P. LIMA (eds.). **Mamíferos do Brasil**. Imprensa da UEL, Londrina, p. 347-406. 2006.

OLMOS, F. Impactos na fauna pela duplicação da Rodovia Régis Bittencourt - BR 116. In: **RIMA: Ampliação da capacidade rodoviária entre São Paulo e Florianópolis (BR116/SP/PR) – Transposição da Serra do Cafezal: Impacto sobre a fauna**, 1997.

PARDINI, R.; DITT, E. H.; CULLEN JR., L.; BASSI, C.; RUDRAN, R. **Levantamento rápido de mamíferos terrestres de médio e grande porte**. In: CULLEN JR., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Orgs.). Método de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. 2ª Ed. Curitiba, Ed. Universidade Federal do Paraná, p. 652. 2006.

PEREIRA, A. P. F. G.; ANDRADE, F. A. G.; FERNANDES, M. E. B. Dois anos de monitoramento dos atropelamentos de mamíferos na rodovia PA-458, Bragança, Pará. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, v. 1, n. 3, p. 77-83, 2006.

PRADA, C.S. Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos / Cristiana de Santis Prada. São Carlos: UFSCar, 129 p. **Tese (Doutorado)**, Universidade Federal de São Carlos, 2004.

REIS, N.R., PERACCHI, A.L., PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. **Mamíferos do Brasil**. Imprensa da UEL, Londrina. 437p. 2006.

ROCHA, C. F. D., H. G. BERGALLO, J. P. POMBAL JR., L.GEISE, M. VAN SLUYS, R. FERNANDES, AND U. CARAMASCHI. Fauna de anfíbios, répteis e mamíferos do Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. **Publicações Avulsas do Museu Nacional, Rio de Janeiro** 104: 1-24. 2004.

ROMANINI, P.U. Rodovias e Meio Ambiente: Principais impactos ambientais, incorporação da variável ambiental em projetos rodoviários e Sistema de Gestão Ambiental. São Paulo. Vol. I, 127p. **Tese (Doutorado)** Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 2000

RODRIGUES, F.H.G., HASS, A., REZENDE, L.M., PEREIRA, C.S., FIGUEIREDO, C.F., LEITE, B.F., FRANÇA, F.G.R. Impacto de rodovias sobre a fauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF. In: **III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Fortaleza. Anais**, p. 585-593, 2002.

ROSSI, R. V., BIANCONI, G. V., PEDRO, W. A. Ordem Didelphimorphia. pp. 27-66: In REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A. & LIMA, I. P. (eds). **Mamíferos do Brasil**. Universidade Estadual de Londrina. 437 p. 2006.

RYLANDS, A. B., SCHNEIDER, H., MITTERMEIER, R. A., GROVES, C. P. and RODRIGUES-LUNA, H. An assessment of the diversity of New World primates. **Neotropical Primates**, vol. 8, no. 2, p. 61-93. 2000.

SCOSS, L.M. Impacto de estradas sobre mamíferos terrestres: O caso do parque estadual do Rio Doce, Minas Gerais. **Tese de mestrado**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2002

SEKIAMA, M. L., LIMA I. P., ROCHA V. J. Ordem Perissodactyla. In: N. R. dos Reis, A. L. Peracchi, A. P. Wagner & I. P. de Lima (eds.) **Mamíferos do Brasil**, pp. 277-281. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná. 2006.

SEMA. Resolução COEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente nº 54, de 24/10/2007. **Lista de espécies de fauna e flora ameaçadas de extinção do estado do Pará.** 2007.

SILVEIRA, L. Ecologia e conservação dos mamíferos carnívoros do Parque Nacional das Emas. 117 f. **Dissertação (Mestrado em Ecologia)** – Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999.

STCP ENGENHARIA DE PROJETOS. **Plano de Manejo para Uso Múltiplo da Floresta Nacional de Carajás.** Cap. 3 - Manejo e Desenvolvimento - Zoneamento. Curitiba, PR. 2003.

TOLEDO, P.M.; MORAES-SANTOS, H.M.; MELO, C.C.S. Levantamento preliminar de mamíferos não-voadores da Serra dos Carajás: grupos silvestres e zoológicos. **Bol. Mus. Paraense Emilio Goeldi. Série Zoológica** v. 15, n. 2, p. 141-157, 1999.

TROMBULAK, S.C. & FRISSELL, C.A. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. **Conservation Biology.** 14(1): 18-30. 2000.

TROVATI, R. G.; BRITO, B. A. & DUARTE, J. M. B.. Área de uso e utilização de habitat de Cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous* Linnaeus, 1766) no Cerrado da região central do Tocantins, Brasil. **Mastozoologia Neotropical**, 14(1):61-68, Mendoza. 2007.

UMETSU F., NAXARA L., PARDINI R. Evaluating the efficiency of pitfall traps for sampling small mammals in the neotropics. **Journal of Mammalogy.** v. 87, n. 4, p. 757–765, 2006.

VOSS, R. S.; LUNDE, D. P.; SIMMONS, N. B. The mammals of Paracou, French Guiana: a neotropical lowland rainforest fauna- part 2. nonvolant species. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, n. 263, 2001.

WETZEL, R. M. Taxonomy and distribution of armadillos, Dasypodidae. In: **The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas.** G. G. Montgomery (ed.). Smithsonian Institution Press, Washington and London. p. 23-46, 1985.

WILSON, DON E., COLE, F. R., NICHOLS, J. D., RUDRAN, R. AND FOSTER, MERCEDES S. **Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals.** Washington, D.C. and London: Smithsonian Institution Press. 1996.

WILSON, DON E.; REEDER, D. M. **Mammal Species of the World.** Johns Hopkins University Press, 2005. Disponível em: <<http://nmnhgoph.si.edu/msw/>>. Acesso em: 10 dez., 2008.

WILSON G. J. & DELAHAY, R. J. A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation. **Wildlife Research**, v. 28, p. 151-164, 2001.

18.2.5 Mastofauna voadora (Quirópteros)

AGUIRRE, L.F.; L. LENS; R. VAN DAME & E. MATTHYSEN. Consistency and variation in the bat assemblages inhabiting two forest islands within a neotropical savana in Bolivia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, 19: 367-374. 2003.

- BERNARD, E. Species list of bats (Mammalia: Chiroptera) of Santarém area, Pará State, Brazil. **Rev. Bras. Zool.** 18: 455–463. 2001a.
- BERNARD, E. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. **J. Trop. Ecol.** 17: 115–126. 2001b.
- BERNARD, E.. Diet, activity and reproduction of bat species (Mammalia: Chiroptera) in Central Amazonia, Brazil. **Rev. Bras. Zool.** 19: 173–188. 2002.
- BERNARD, E., ALBERNAZ, A.L.K.M. & MAGNUSSON, W.E. Bat species composition in three sites in the Amazon Basin. **Stud. Neotrop. Fauna Environ.** 36: 177–184. 2001.
- BERNARD, E.. Diet, activity and reproduction of bat species (Mammalia: Chiroptera) in Central Amazonia, Brazil. **Rev. Bras. Zool.** 19: 173–188. 2002.
- BERNARD, E. & M. B. FENTON. **Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera).** 2002.
- BERNARD, E. & FENTON, M.B., Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil. **Biotropica** 35 (2), 262–277. 2003.
- CASTRO-ARELLANO, I., PRESLEY, S. J., SALDANHA, L. N., WILLIG, M. R. & WUNDERLE JR, J. M. Effects of reduced impact logging on bat biodiversity in terra firme forest of lowland Amazonia. **Biological Conservation**, 138: 269-285. 2007
- CLARKE, F.M., PIO, D.V. & RACEY, P.A. A comparison of logging systems and bat diversity in the Neotropics. **Conservation Biology**, 19: 1194-1204. 2005a
- CLARKE, F.M., ROSTANT, L.V. & RACEY, P.A. Life after logging: post-logging recovery of a Neotropical bat community. **Journal of Applied Ecology**, 42: 409-420. 2005b
- COLWELL, R.K. **Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples: user's guide and application.** Available at <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>. 1997.
- COSSON, J.F., PONS, J.M. & MASSON, D. Effects of forest fragmentation on frugivorous and necatrive bats in French Guiana. **J. Trop. Ecol.** 15: 515–534. 1999.
- ESTRADA, A. & COATES-ESTRADA, R., Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. **Biological Conservation** 103, 237–245. 2002.
- FENTON, M. B., L. ACHARYA, D. AUDET, M. B. C. HICKEY, C, MERRIMAN, M.K. OBRIST & D.M. SYME. Phyllostomid bats as indicators of habitat disruption in the neotropics. **Biotropica**, 24(3): 440-446. 1992.
- FINDLEY, J. S. **Bats: a community perspective.** Cambridge University Press, Cambridge, England. 1993.

- FLEMING, T. H. **The short tailed fruit bat: a study in plant–animal interactions**. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 1988.
- GORRESEN, P.M. & WILLIG, M.R.. Landscape responses of bats to habitat fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay. **Journal of Mammalogy**, 85: 688-697. 2004
- GRIBEL R. & GIBBS, P. E. High outbreeding as a consequence of selfed ovule mortality and single vector bat pollination in the Amazonian tree *Pseudobombax munguba* (Bombacaceae). **International Journal of Plant Sciences** 163: 1035–1043. 2002.
- GRIBEL. R., GIBBS, P.E. & QUEIROZ, A.L. Flowering and pollination of *Ceiba petandra* (Bombacaceae) in central Amazonia. **J. Trop. Ecol.** 15: 247–263. 1999.
- GRIBEL, R. & TADDEI, V. A. Notes on the distribution of *Tonatia schulzi* and *Tonatia carrikeri* in the Brazilian Amazon. **J. Mammal.** 70: 871–873. 1989.
- HANDLEY, C.O. Bats of the canopy of an Amazonian forest. **Atas Simp. Biota Amazonica (Zool.)**, 5: 211–215. 1967.
- IUCN 2008. **Red List of Threatened Species**. Disponível em: <[http:// www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>, acessado em 28/12/2008.
- IUCN 2009. **Red List of Threatened Species**. Disponível em: <[http:// www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>, acessado em 21/01/2009.
- KALKO, E. K. V., D. FRIEMEL, C. O. HANDLEY & H. U. SCHNITZLER. Roosting and foraging behavior of two Neotropical gleaning bats, *Tonatia silvicola* and *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae). **Biotropica** 31: 344–353. 1999.
- KALKO, E.K.V., HANDLEY, C.O. & HANDLEY, D. Organization, diversity, and long-term dynamics of a Neotropical bat community. In: **Long-term studies of vertebrate communities**. Edited by M.L. CODY AND J.A. Smallwood. Academic Press, San Diego. pp. 503–553. 1996.
- LIM, B K. & ENGSTROM, M. D.. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama Forest, Guyana, and the Guianan subregion: implications for conservation. **Biodiversity and Conservation**, 10: 613-657. 2001.
- MACHADO, A. B. M., G. M. DRUMMOND & A. P. PAGLIA (Eds.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 1.ed. Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG : Fundação Biodiversitas, 2v. (1420 p.). 2008.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2003. **Lista das espécies ameaçadas de extinção**. Disponível em: <[http:// www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)>, acessado em 12/01/2009.
- MEDELLÍN, R. A., M. EQUIHUA & AMIN, M. A.. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. **Conservation Biology** 14(6): 1666-1675. 2000.
- MOK, W.Y., WILSON, D.E., LACEY, L.A. & LUIZÃO, R.C.C. Lista atualizada de quirópteros da Amazônia Brasileira. **Acta Amazonica**, 12: 817–823. 1982.

- NUMA, C., VERDÚ, J.R. & SÁNCHEZ-PALOMINO, P. Phyllostomid bat diversity in a variegated coffee landscape. **Biological Conservation**, 122: 151-158. 2005
- OCHOA, J.G. Efectos de la extracción de maderas sobre la diversidad de mamíferos pequeños en bosques de tierras bajas de la Guyana Venezolana. **Biotropica**, 32: 146-164. 2000
- PATTON, J.L., SILVA, M.N.F. & MALCOLM, J.R. Mammals of the Rio Juruá and the evolutionary and ecological diversification of Amazonia. **Bull. Am. Mus. Nat. Hist.** 244: 1–306. 2000.
- PETERS, S.L., MALCOLM, J.R. & ZIMMERMAN, B.L. Effects of selective logging on bat communities in the southeastern Amazon. **Conservation Biology**, 20: 1410–1421. 2006
- PICCININI, R.S. Lista provisória dos quirópteros da coleção do Museu Paraense Emílio Goeldi (Chiroptera). **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi Nova Ser. Zool.** 77: 1–32. 1974.
- PIRES, J. M., and G. T. PRANCE. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In G. T. Prance and T. E. Lovejoy (Eds.). **Key environments: Amazonia**, pp. 109–145. Pergamon Press, Oxford, England. 1985.
- REIS, N.R. Estrutura de comunidades de morcegos na região de Manaus, Amazonas. **Rev. Bras. Biol.** 44: 247–254. 1984.
- REIS, N.R. & PERACCHI, A.L. Quirópteros da região de Manaus, Amazonas, Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi Nova Ser. Zool.** 3: 161–182. 1987.
- REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. **Morcegos do Brasil**. 1ª ed. EDUEL, Londrina, Brasil, 253 pp. 2007.
- SAMPAIO, E.M.; E.K.V. KALKO; E. BERNARD; B.R. HERRERA & C.O. HANDLEY. 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. 2003.
- SCHULZE, M.D., SEAVY, N.E. & WHITACRE, D.F. A comparison of the phyllostomid Bat assemblages in undisturbed neotropical forest and in forest fragments of a slash-and-burn farming mosaic in Petén, Guatemala. **Biotropica** 32(1):174-184. 2000.
- SIMMONS, N. B. Order Chiroptera. In: **Mammal species of the World: a taxonomic and geographic reference**, Third Edition (D. E. Wilson and D. M Reeder, eds.). Smithsonian Institution Press. 2005.
- SIMMONS, N. B., & R. S. VOSS. The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna. Part I. Bats. **Bull. Am. Mus. Nat. Hist.** 237: 1–219. 1998.
- SIMMONS, N.B., VOSS, R.S. & PECKHAM, H.C. The bat fauna of Säul region, French Guiana. **Acta Chiropterol.** 2: 23–36. 2000.
- TADDEI, V.A. & REIS, N.R. Notas sobre alguns morcegos da Ilha de Maracá, Território Federal de Roraima (Mammalia: Chiroptera). **Acta Amazonica**, 10: 363–368. 1980.

TAVARES, V.C; GREGORIN, R & PERACCHI, L.A. **A Diversidade de Morcegos no Brasil**. In: PACHECO, S. M., MARQUES, R.V.; ESBERARD, CE.L. (Org). Morcegos do Brasil: Biologia, Sistemática, Ecologia e Conservação. Pelotas: USEB. No prelo. 2008

UIEDA, W. Ocorrência de *Carollia castanea* na Amazônia Brasileira (Chiroptera: Phyllostomidae). **Acta Amazonica**, 10: 936–938. 1980.

VOSS, R.S. & EMMONS, L.H. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. Bull. **Am. Mus. Nat. Hist.** 230. 1996.

WILLIG, M.R., PRESLEY, S.J., BLOCH, C.P., HICE, C.L., YANOVIK, S.P., DÍAZ, M.M., CHAUCA, L.A., PACHECO, V. & WEAVER, S.C. Phyllostomid bats of lowland Amazonian forest: effects of anthropogenic alteration of habitat. **Biotropica** 39. 2007

WILSON, D. E., & J. S. FINDLEY. *Thyroptera tricolor*. **Mammalian Species**, 71: 1–3. 1977.

WILSON, D. E., C. F. ASCORRA, C. F. & S. S. SOLARI. Bats as indicators of Habitat Disturbance. In: **Manu - The Biodiversity of Southeastern Peru (La Biodiversidad del Sudeste del Perú)** (D. E. WILSON, AND A. SANDOVAL, eds.). Smithsonian Institution, Washington, D. C. and Editorial Horizonte (Perú). p. 613-625. 1996.

WILSON, D. E.. Genus *Myotis* Kaup, 1829. In: **Mammals of South America**. Vol. 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. (ed. Gardner A. L.). The University of Chicago Press, Chicago and London. p. 468-481, 2007.

18.2.6 Entomofauna de importância sanitária

ANDERBERG, M. R. **Cluster analysis for applications**. Academic Press, New York, 359p 1973.

ARAÚJO, H.S.; WIELOCH, A.H.;NARCISO, R.S.; OLIVEIRA, M.A. & CONSOLI, R.A.G.B. Identificação e distribuição sazonal de culicídeos (Diptera: Culicidae) do Campus Ecológico da PUC, Belo Horizonte, MG. **Anais do 14 Congresso Brasileiro de Entomologia- Piracicaba**, SP. 747p. 1993.

BARATA, R.C.B. Malária no Brasil: Panorama Epidemiológico na Última Década. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ. 11:1. 1995.

BLACK IV, WILLIAN, C; RAI, KARAMJITO. S.; TURCO, BRIAN. J. AND ARROYO, DAVID D. Laboratory study of competition between United States. Strains of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae). **Journal Med. Entomological**. 26(4): 260-271. 1989.

BOROMISA, R. D.; RAP, K.S. & GRIMSTAD, P.R. Variation in the vector competence of geographic strains of *Aedes albopictus* for dengue 1 virus. **Journal of the American Mosquitos Control Association**, 3:3. 1987.

BORROR, D. J & D. M. DE LONG. **Introdução ao estudo dos insetos**. Editora Edgard Blucher. São Paulo, SP. 653 p. 1988.

- CARVALHO, G.M.L.; SANGUETTI, C.C.; CARVALHO, D.A.A.; VIEIRA, D.B.R., FILHO J.D.A. **Flebotomíneos coletados no leste do Pará, Brasil (Diptera, Psychodidae)**. XXIII Reunião de Pesquisa Aplicada em Doença de Chagas e Leishmanioses. Uberaba, Minas Gerais. p.40. 2007.
- CONSOLI, R.A.G.B. & OLIVEIRA, R.L. **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz. 228p. 1994.
- COSTA, J. M. L.; VIANA, G. M. C.; SALDANHA, A. C. R.; NASCIMENTO, M. A. S.; ALVIM, A. C.; BURATTINI, M. N. & SILVA, A. R. Leishmaniose visceral no Estado do Maranhão, Brasil. A evolução de uma epidemia. **Cadernos de Saúde Pública**, 11: 321-324. 1995.
- COURI, M.S., LAMAS, C.J.E., AIRES, C.C.C., MELLO-PATIU, C.A., MAIA, V.C., PAMPLONA, D.M., MAGNO, P. Diptera da Serra do Navio (Amapá, Brasil): Asilidae, Bombyliidae, Calliphoridae, Micropezidae, Muscidae, Sarcophagidae, Stratiomyiidae, Syrphidae, Tabanidae e Tachinidae. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2(1): 91-100. 2000.
- COURTENAY, O.; MacDONALD, D. W.; LAINSON, R.; SHAW, J. J. & DYE, C., Epidemiology of canine leishmaniasis: A comparative serological study of dogs and foxes in Amazon Brazil. **Parasitology**, 109:273-279. 1994.
- DAJOZ, R. **Ecologia Geral**. São Paulo: Vozes, EDUSP. 3 ed. 474p. 1978.
- DEGALLIER, N; MOTEIRO, H.A.O.; CASTRO, F. C.; SILVA, O.V.; SÁ, F. G. Estimação do tempo de desenvolvimento do mosquito *Haemagogus janthinomys* (Díptera: culicidae), o vetor principal da febre amarela silvestre na América do Sul. **Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 36 (Suplemento 1)**. 637p. 2003.
- FIGUEREDO, F. V.; CUNHA, A. K.; GAMA, M. E. A. & COSTA, J. M. L, Leishmaniose tegumentar americana (LTA), em área endêmica do Estado do Maranhão. *In: XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, Anais*. Belo Horizonte. p. 43. 1997.
- FORATTINI, O.P., **Entomologia Médica**. São Paulo: Editora Edgard Blücher/Edusp. 1973.
- FORATTINI, O. P; GOMES; A.C.; GALATI, E. A. B.; RABELLO, E. X. & IVERSSON, L. B. Estudos ecológicos sobre mosquitos Culicidae no Sistema da Serra do Mar, Brasil. I. Observações no ambiente extradomiciliar. **Saúde Pública**, São Paulo. 12: 297-325. 1978a.
- FORATTINI, O. P; GOMES, A.C.; GALATI, E. A. B.; RABELLO, E. X. & IVERSSON, L. B. Estudos ecológicos sobre mosquitos Culicidae no Sistema da Serra do Mar, Brasil. I. Observações no ambiente domiciliar. **Saúde Pública**, São Paulo, 12:297-325. 1978b.
- FORATTINI, O.P. Identificação de *Aedes albopictus* no Brasil. **Saúde Pública**. 20 (3): 244-245. 1986.
- FORATTINI, O.P.; GOMES, A.C.; NATAL, D.; KAKITANI, I. & MARUCCI, D. Preferência alimentares de mosquitos culicidae no Vale do Ribeira. **Saúde Pública**. 21 (3):171-187. 1987.

FRAIHA, N.H. Bancroftian filariasis in Belém, Pará State. Possibilities for eradication by introducing modern methods of control for *Culex quinquefasciatus*. **Cadernos de Saúde Pública**. 9: 458-465. 1993.

FRANCY, D. B.; MOORE, L.G. & ELIASON, D.A. Past, present and future of *Aedes albopictus* in the United States. **Journal of the American Mosquito Control Association**. 6 (1):127-132. 1990.

FUNDAÇÃO DE MEDICINA TROPICAL DO AMAZONAS. **Relatório dos Casos de Febre Amarela registrados no Instituto de Medicina Tropical do Amazonas**. 1996.

GIL, L.H.S; BASANO, S.A, SOUZA, A.A; SILVA, M.G.S, ISHIKAWA, B.I E; CAMARGO, L.M. & Shaw, J.J. Recent observations on the sand fly (Diptera: Psychodidae) fauna of the State of Rondônia, Western Amazônia, Brazil: the importance of *Psychodopygus davisi* as a vector of zoonotic cutaneous leishmaniasis. **Mem Inst Oswaldo Cruz**. 98: 751. 2003.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. Extrato do Diagnóstico Ambiental Preliminar –D1, Projeto Alemão, Parauapebas, PA, Meio Biótico. **Relatório Técnico**. Belo Horizonte, MG. 87p. 2008.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A.T. & RYAN, P.D. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologia Electronica**, 4 (1): 9pp. <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. 2001.

LAINSON, R., Our present knowledge of the ecology and control of leishmaniasis in the Amazon Region of Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 18:47-56. 1985.

LAINSON, R.; SHAW, J. J.; SILVEIRA, F. T. & BRAGA, R. R., American visceral leishmaniasis: On the origin of *Leishmania (Leishmania) chagasi*. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, 81:517. 1987.

LARA, F.M. **Princípios de Entomologia**. São Paulo: Ícone. p.331. 1992.

LISBOA, P.L.B. (org.) *Caxiuanã: Populações Tradicionais, Meio Físico e Diversidade Biológica*. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi. 12 p. 2002.

LUDWIG J.A. & REYNOLDS J.F. Statistical Ecology. **A Primer on Methods and Computing**. Chichester: Wiley & Sons, 338 pp. 1988.

MARINHO, R.M., FONTELES, R.S., VASCONCELOS, G.C., AZEVEDO, P.C.B., MORAES, J.L & REBÊLO, J.M.M.. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em reservas florestais da área metropolitana de São Luís, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. 52 (1): 112-116. 2008.

MILLER, B. R. & BALLINGER, MARY M.E. *Aedes albopictus* mosquitoes introduced into Brazil: vector competence for yellow fever and dengue viruses. **Transactions of the Royal Society of tropical Medicine and Hygiene**. 82: 476-477. 1988.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Notificações de dengue no estado do Pará registradas no SINAN – Sistema de Informação de Agravos de Notificação entre os anos de 2001 e 2006.** Brasília, DF. Disponível em <<http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/novo/>>. Acesso em 24. mar. 2008.

MITCHELL, C. J. & FORRATINI, O. P. Experimental transmission of Rocio encephalitis virus by *Aedes scapularis* (Diptera: Culicidae) from the endemic zone in Brazil. **Journal Medical Entomological.** 21:34-37. 1984.

MONDET, B. Condições de sobrevivência em laboratório de *Haemagogus Janthinomys* Dyar, 1921. Díptera. Culicidae. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.** 30(1):11-14. 1997.

MOORE, C.G. & FISCHER, B.R. Competitions in mosquitos, density and species ratio effects on growth, mortality, fecundity, and production of growth retardant. **Annals de the Entomological Society of America.** 62 (6): 1325-1331. 1969.

NEVES, D.P. & SILVA, J.E. **Entomologia médica: comportamento, captura, montagem.** Belo Horizonte: Coopermed. 112 p. 1989.

OLIVEIRA, R. L & SILVA, T.F. Alguns aspectos da ecologia dos mosquitos (Díptera: Culicidae) de uma área e planície (Granjas Calábria), em Jacarepaguá, Rio de Janeiro. III. Preferência horária das fêmeas para o hematofagismo. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz.** Rio de Janeiro. 80:15-27. 1985.

PINHEIRO, F.G.; LUZ, S.L.B. & FRANCO, A.M.R. Infecção natural por tripanosomatídeos (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) em *Lutzomyia umbratilis* (Diptera: Psychodidae) em áreas de leishmaniose tegumentar americana no Amazonas. **Brasil. Acta Amaz. Manaus.** 38 (1). 2008.

PUGEDO, H.; BARATA, R.A; FRANÇA-SILVA, J. C.; SILVA, J. C. E DIAS, E.S. HP: um modelo aprimorado de armadilha luminosa de sucção para captura de pequenos insetos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.** 38 (1):70-72. 2005.

RANGEL, E. F.; LAINSON, R.; SOUZA, A. A.; READY, P. & AZEVEDO, C. R., Variation between geographical populations of *Lutzomyia (Nyssomyia) whitmani* (Antunes & Coutinho, 1939) *sensu lato* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz,** 91:43-50. 1996.

REBELO, J. M. M.; MENDES, W. A.; COSTA, J. M. L. & CAVALEIRO, N., Lista preliminar das espécies do gênero *Lutzomyia* França, 1924 (Psychodidae, Phlebotominae) do Estado do Maranhão, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública,** 12:545-549. 1997.

REBELO, J.M.M.; ARAÚJO, J.A.C.; CARVALHO, M.L., BARROS, V.L.L.; SILVA, F.S & OLIVEIRA, S.T. Flebótomos (Diptera, Phlebotominae) da Ilha de São Luis, zona do Golfão Maranhense, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.** Uberaba.32 (3). 1999a.

REBELO, J.M.M.; COSTA, J.M.L., PEREIRA, Y.N.O. & SILVA, F.S. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de área endêmica de leishmaniose na região dos cerrados, Estado do Maranhão, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. 15 (3): 623-630. 1999b.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. **Zoneamento Sócio-econômico ecológico do Mato Grosso**. 2008. Disponível em <<http://www.zsee.seplan.mt.gov.br/divulga/Biótico/Fauna/textos/114>>. Acesso em 10. mar. 2008.

SEGURA, M. N. O. ; CASTRO, F. C.; MONTEIRO, H. A. O.; CHIANG, J. ; NUNES-NETO, J. P.; SARAIVA, H. A. C.; SILVA, O. V.; BENSABATH, G.; VASCONCELOS, P. F. C. Espécies de Culicidae, Vetores de Doenças tropicais em Área de Proteção Ambiental (APA do Gelado), Área de Influência do Projeto Salobo no Município de Parauapebas/Pará/Brasil. *In*: 44º Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, Porto Alegre, RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. Editora Pallotti, 41: 48-48. 2008.

SILVA, A. R.; VIANA, G. M. C.; VARONIL, C.; PIRES, B.; NASCIMENTO, M. D. S. D. & COSTA, J. M. L., Leishmaniose visceral (calazar) na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil: Evolução e perspectivas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 30:359-368. 1997.

SILVA, A.N.M.; FRAIHA-NETO, H; SANTOS, C.C.B; SEGURA, M.N.O.; AMARAL, J.C.O.F.; GORAYEB, I.S.; LACERDA, R.N.L.; SUCUPIRA, I.M.C; PIMENTEL, L.N.; POVOA, J E. C; & PÓVOA, M.M. Fauna anofélica da cidade de Belém, Pará, Brasil: dados atuais e retrospectivos. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ. 22 (8). 2006.

SMITH, C. E. G. The history of dengue in tropical Asia and its probable relationship to the mosquito *Aedes aegypti*. **J. Trop. Med. Hyg.** 59:243-251. 1956.

SOUZA, A. A.; ISHIKAWA, E.A.Y.; SILVEIRA, F.T.; SHAW, J.J. **Caderno informativo sobre as leishmanioses do estado do Pará**. Belém/PA. 2000.

STCP ENGENHARIA DE PROJETOS / CVRD - COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. **Plano de Manejo para Uso Múltiplo da Floresta Nacional de Carajás**. Cap. 3 - Manejo e Desenvolvimento - Zoneamento. Curitiba, PR. 2003.

TUBAKI, R. M.; MENEZES, R. M. T.; JR, R. P. C. *et al.* Studies on entomological monitoring: mosquito species frequency in riverine habitats of the Igaparava Dam, southern region, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. 46 (4); 223-229. 2004.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Preparing and Implementing a National Plan to Eliminate Lymphatic Filariasis: **A guideline for Programme Managers**. **Technical reports series WHO/CDS/CPE/CEE/2000.15**. Geneva. 2000.

YOUNG, D.G, DUNCAN, M.A. Guide to the identification and geographic distribution of *Lutzomyia* sand flies in Mexico, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae). **Mem. Am. Entomol. Inst.** 54 (1):881. 1994.

18.2.7 Entomofauna (Lepidópteras)

BROWN JR, K. S. **Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal.** In: **História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil.** Campinas: FAPESP, p. 142-186, 1992.

BROWN JR, K. S.; FREITAS, A. V. L. Diversidade de Lepidóptera em Santa Teresa, Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (N. Ser.).** 11/12: 71-118. 2000.

DE VRIES, P. **The butterflies of Costa Rica and their natural history. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae.** Princeton University Press, Princeton. 1987.

FREITAS, A. V. L. *et al.* Insetos como indicadores ambientais. In: **Métodos de estudos em biologia e manejo da vida silvestre.** Curitiba: editora da UFPR; Fundação O Boticário, p. 125-151., 2003.

FURNESS, R.; GREENWOOD, J.; JARVIS, P. Can birds be used to monitor the environment? In: **Birds as monitors of environmental change.** London, Chapman e Hall, p. 1-41. 1993.

HAMMMER, O.; HARPER, D.; RYAN, P. PAST: **Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis.** 2001.

LAMAS, G. Atlas of Neotropical Lepidoptera. In: Checklist Part 4A – Hesperioidea e Papilionoidea. Gainesville, Florida, USA: **Scientific Publishers,** 439p, 2004.

MACHADO, A. B. M.; MARTINS, C. S.; DRUMMOND G. M. **Livro da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção.** Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, 157p., 2005.

MAGURRAN, A. E. Measuring Biological Diversity. **Blackwell Publishing,** 258p., 2004.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2003. **Lista das espécies ameaçadas de extinção.** Disponível em: <[http:// www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)>, acessado em 10/01/2009.

OLIVEIRA, E.G., SRYGLEY, R.B. & DUDLEY, R. Do neotropical migrant butterflies navigate using a solar compass? **Journal of Experimental Biology** 201.: p. 3317-3331. 1998.

PIELOU, E. Mathematical ecology. **Wiley-Interscience Publ.,** John Wiley & Sons, 385p., 1977.

RAIMUNDO, R.L.G. **Manual de monitoramento ambiental usando borboletas e libélulas: Reserva extrativista do Alto Juruá, Marechal Thaumaturgo, Acre.** Campinas, 36p., 2003.

RAMOS, F. A. Nymphalid butterfly communities in an Amazonian forest fragment. **Journal of Research on the Lepidoptera,** 35: 29-41. 2000.

RAUSHER M.D. Larval habit suitability and oviposition preferences in three related butterflies. **Ecology.** 60: 503-511. 1979.

SANTOS, A. J. **Estimativas de riqueza em espécies.** In: **Métodos de estudos em biologia e manejo da vida silvestre.** Curitiba: editora da UFPR; Fundação O Boticário, p. 19-42. 2003.

SEMA. Resolução COEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente nº 54, de 24/10/2007. **Lista de espécies de fauna e flora ameaçadas de extinção do estado do Pará.** 2007.

SOUSA, A. C. P. & OVERAL, W.. **A importância da Estação Científica Ferreira Penna (FLONA de Caxiuanã, Melgaço, PA) para estudos e conservação das borboletas (Papilionoidea: Pieridae, Papilionidae e Nymphalidae): acréscimos, atualização taxonômica e análise da lista faunística.** CZO 016 – Estação Científica Ferreira Penna. 2003.

VASCONCELOS, MARCELO FERREIRA. Avifauna de Lavras e municípios adjacentes, sul de Minas Gerais e comentários sobre sua conservação. **Unimontes Científica.** v.4, n.2, p. 1-14., 2002.

WILSON, E. O. A situação atual da diversidade biológica. In: **Biodiversidade.** Rio de Janeiro: editora Nova Fronteira, p. 3-24, 1997.

18.2.8 Ictiofauna

AB'SABER, A. N. A Amazônia: do discurso à práxis, 2º edição, São Paulo, Ed. Universidade de São Paulo. 1996.

BUHNHEIM,C.M. & FERNANDES,C.C. Structure of fish assemblages in Amazonian rain-forest streams: effects of habitats and locality. *Copeia* (2): 255-262. 2003.

BUHRNHEIM,C.M. Habitat abundance patterns of fish communities in three Amazonian rainforest streams. *Biology of Tropical Fishes*, 5:63-74, 1999.

BUHRNHEIM,C.M. Heterogeneidade de habitat: rasos x fundos em assembleias de peixes de igarapés de terra firme na Amazônia Central, Brasil. *Rev. Brasil. Biol.*, 19(3): 889-905. 2002.

BURGUESS,W.E. An atlas of freshwater and marine catfishes – a preliminary survey of the Siluriformes. Neptune City. T.F.H. Public., 783p. 1989.

FAUSCH, K.D.; LYONS, J; KARR, J. R.; ANGERMEIER, P.L. Fish communities as indicators of environmental degradation. In: Adams, S. M. *Biological indicators of stress in fishes.* American Fisheries Society Symposium 8, 123-144. 1990.

FURNISS, M. J.; ROELOFFS, T. D; YEE, C. S. Road Construction and maintenance. In: W. R. MEEHAN, Editor. *Influences of forest and rangeland management on salmonid fishes and their habitats.* **Special publication 19. American Fisheries Society**, Bethesda, Maryland. 1991.

GÉRY,J. Characoids of the World. T.F.H. Publications Inc. Neptune City, 672p., 1977.

GOLDER ASSOCIATES, Diagnóstico Ambiental - Projeto Salobo, Relatório, Belo Horizonte, Minas Gerais. 2004.

GOLDER ASSOCIATES, Relatório de Controle Ambiental. Projeto Serra Norte 100 Mtpa. Relatório, Belo Horizonte, Minas Gerais. 2005.

GOLDER ASSOCIATES. Extrato do diagnóstico ambiental preliminar – D1. Meio biótico. Projeto Alemão. Parauapebas, PA. 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Vegetação do Brasil, 2º Edição. Escala 1:5.000.000. 1993.

IUCN. **Red List of Threatened Species**. 2009. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>, acessado em 03/05/2010.

MACHADO, A. B. M.; MARTINS, C. S.; DRUMMOND G. M. **Livro da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção**. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, 157p., 2005.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2003. Lista das espécies ameaçadas de extinção.

MENDONÇA, F.P. Ictiofauna de igarapés de terra firme: estrutura das comunidades de duas bacia hidrográficas, Reserva Florestal Ducke, Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, INPA/FUA, Manaus, AM. 45p. 2001.

PLOEG, A. The Cichlid genus *Crenicichla* from the Tocantins River, state of Pará, Brazil, with descriptions of four new species (Pisces, Perciformes, Cichlidae). *Beaufortia*, 36:57-80. 1986.

ROSA, R. S. & LIMA, F. C. Os peixes brasileiros ameaçados de extinção. In: MACHADO, A. B.M., DRUMMOND, A. M., PAGLIA, A. P (eds). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 1º ed, v. 2, Fundação Biodiversitas, 2008.

RIBEIRO, M. C. L. B. Conservação e manejo da integridade ecológica em ecossistemas aquáticos: abordagem quantitativa. In: Tauk-Tornisielo, S. M.; Gobbi, N.; Foresti, C. & Lima, S. T. *Análise ambiental: estratégias e ações*. T. A. Queiroz LTDA, São Paulo, 130-134. 1995.

SANTOS, G.M., JÉGU, M. & MÉRONA, B. Catálogo dos peixes comerciais do baixo rio Tocantins. Eletronorte/CNPq/INPA. Manaus, AM. 83p., 1984.

SEMA. Resolução COEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente n° 54, de 24/10/2007. Lista de espécies de fauna e flora ameaçadas de extinção do estado do Pará. 2007.

ZUANON, J & SABINO, J. A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, vol. 8 no 3: 201-210. 1998.

18.2.9 Avaliação de Impactos

BEGON, M; COLIN, R. & HARPER, J. L. **Ecologia, de Indivíduos a Ecossistemas**. Artmed Editora AS, 4a. Ed., Porto Alegre, 752p. 2007.

DASZAK, P., CUNNINGHAM, A. A. & HYATT, A. D. Emerging Infectious Diseases of Wildlife - Threats to Biodiversity and Human Health. **Science**. 287: 443-449. 2000.

18.3 Meio Socioeconômico

18.3.1 Aspectos socioeconômicos

DIAGONAL URBANA. Diagnóstico Integrado da Socioeconomia do Sudeste do Pará. **Relatório Técnico**. Elaborado para COMPANHIA VALE DO RIO DOCE - CVRD . 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário**. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censos Demográficos**, PA. 1991 e 2000. Contagem da População, PA. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Clima do Brasil**., Rio de Janeiro, Brasil, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISA EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – MEC. **Censo Escolar – Educacenso**, 2005, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISA EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – MEC. **Indicadores Demográficos e Educacionais, 2000 e 2006**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=8866&Itemid=&sistema=1>. Acessado em 19/08/2008.

IPEADATA. **Indicadores Sociais**, 1991 - 2000.

IPEADATA. **PIB Municipal**. 2000 e 2005.

18.3.2 Arqueologia

AB'SABER, A. N. Geomorfologia da região. *In*: J. M. G. de ALMEIDA Jr., **Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento**. São Paulo/Brasiliense e Brasília/CNPq, 1986: 88-124.

ALMEIDA Jr, J. M. G. de Uma realidade-desafio. *In*: J. M. G. de ALMEIDA Jr., **Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento**. São Paulo/Brasiliense e Brasília/CNPq, 13-21. 1986.

ANCIENT AND MODERN HUNTER-GATHERERS OF LOWLAND SOUTH AMERICA: An Evolutionary Perspective. *In*: W. Balée (editor), **Advances in Historical Ecology**, Columbia University Press, New York, pp.191-212, 1998b.

AULER, A.S. & L.B. PILÓ. Introdução às cavernas em minério de ferro e canga. **O Carste** 17(3):70-73, 2005.

BAILEY, R. C. & T.N. HEADLAND. The Tropical Rain Forest: Is It a Productive Environment for Human Foragers? **Human Ecology** 19(2):261-285, 1991.

BAILEY, R.C., G. HEAD, M. JENIKE, B. OWEN, R. RECHTMAN & E. ZECHENTER. Hunting and Gathering in Tropical Rain Forest: Is it Possible? **American Anthropology** 91(1):59-82, 1991.

BALÉE, W. Footprints of the forest: Kaapor ethnobotany: the historical ecology of plant utilization by an Amazonian people. Columbia University Press, New York, 1994.

BALÉE, W. People of the Fallow: A Historical Ecology of Foraging in Lowland South America. In: K.H. Redford & P. Christine (Ed.) **Conservation of Neotropical Forests**, pp. 35-57, Columbia University Press, New York, 1992.

COUDREAU, Henri. **Viagem à Itaboca e ao Itacaiúnas**. [1898]. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, 1980.

DENEVAN, W. Stone versus metal axes: the ambiguity of shifting cultivation in the prehistoric Amazonia. **Journal of the Steward Anthropological Society** 20:153-165, 1992.

FALESI, Ítalo C. O ambiente edáfico. In: J. M. G. de ALMEIDA Jr., **Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento**. São Paulo/Brasiliense e Brasília/CNPq, p. 125-155.

FIGUEIREDO, N. A cerâmica arqueológica do rio Itacaiúnas. **Boletim do Museu Emílio Goedi, Antropologia** (Nova Série), 27. 1965.

FUNDAÇÃO CASA DA CULTURA DE MARABÁ (FCCM). Prospecção e Levantamentos Espeleológicos de Cavidades Naturais no Níquel do Vermelho. Canaã dos Carajás-PA. **Manuscrito**, 2005b.

GALVÃO, E. Áreas culturais indígenas do Brasil (1909-1959). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, N.S. Antropologia**, nº 8. Belém, MPEG, 1960.

GNECCO, C. & S. MORA. Late Pleistocene/early Holocene tropical forest occupations at San Isidro and Peña Roja, Colombia. **Antiquity** 71:683-690, 1997.

GNECCO, C. An archaeological perspective of the Pleistocene/Holocene boundary in northern South America. **Quaternary International** 53/54:3-9, 1999.

GNECCO, C. **The Pleistocene/Holocene Boundary in The Northern Andes: An Archaeological Perspective**. Unpublished PhD Dissertation, Washington University, St. Louis, Missouri, 1994.

KIPNIS, R. Long-Term Land Tenure Systems in Central Brazil: Evolutionary Ecology, Risk-Management, and Social Geography. In: BEN FITZHUGH & JUNKO HABU (editors), **Beyond Foraging and Collecting: Evolutionary Change in Hunter-Gatherer Settlement Systems**, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp. 181-230, 2002.

KIPNIS, R., S. B. CALDARELLI E W. C. OLIVEIRA. Contribuição para a cronologia da colonização amazônica e suas implicações teóricas. **Revista de Arqueologia, SAB**, 18: 81-93, 2005.

LATHRAP, D. W. The "Hunting" Economies of the Tropical Forest Zone of South America: An Attempt at Historical Perspective. *In* R.B. LEE & I. DEVORE (Ed.) **Man The Hunter**, , pp. 23-29. Aldine, Chicago, 1968.

LYNCH, T.F. The South American Paleo-Indians. *In* J.D. Jennings (Ed) **Ancient Native Americans**,, pp. 455-489, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1978.

MAGALHÃES, M.P. **A Physis da Origem: o sentido da Historia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, 2005.

MAGALHÃES, M.P. **Arqueologia de Carajás: a presença pré-histórica do homem na Amazônia**. Rio de Janeiro, CVRD, 1994.

MAURITY C.W. & B. KOTSCHOUBEY. Evolução recente da cobertura de alteração no platô NI- Serrados Carajás-PA. Degradação, pseudocarstificação, espeleotemas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi** n° 7, pp.331-362, 1995.

MAURITY C.W. & B. KOTSCHOUBEY. Evolução recente da cobertura de alteração no Platô N1 Serra dos Carajás – PA. Degradação, pseudocarstificação, espeleotemas. **O Carste** 17(3):78-91, 2005.

MEGGERS, B.J. & MILLER, E.T. Hunter-Gatherers in Amazonia during the Pleistocene-Holocene Transition. *In*: J. MERCADER (Ed.) **Under the Canopy: The archaeology of Tropical Rain Forests**. New Brunswick, Rutgers University Press, pp. 291-316, 2003.

MELATTI, Júlio César. **Índios da América do Sul – Áreas Etnográficas**. Disponível em: <<http://www.geocities.com/RainForest/Jungle/6885/ias.htm>>, 2005.

NEPOMUCENO, Luís Carlos. Controle ambiental no projeto Carajás. **Brasil Mineral**, (98): 44-46. 1992.

NEVES, Eduardo G. **Arqueologia da Amazônia**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 2006.

NIMUENDJU, Curt **Mapa Etno-Histórico do Brasil e Regiões Adjacentes**. [1944]. Rio de Janeiro, IBGE, 1981.

ROOSEVELT, A. C. ; HOUSLEY, R. A.; SILVEIRA, M. IMAZIO DA; MARANCA, S. & JOHNSON, R. . Eighth Millennium Pottery from a Prehistoric Shell Midden in the Brazilian Amazon. **Science** 254:1621-1624, 1991.

ROOSEVELT, A. C. Paleoindian and Archaic occupations in the Lower Amazon, Brazil: A summary and Comparison. *In* MARK G. PLEW (Ed.). **Explorations in American Archaeology: Essays in Honor of Wesley R. Hurt** , pp. 165-191, University Press of America, Lanham, Md., 1998a.

ROOSEVELT, Anna C., M. LIMA da COSTA, C. Lopes Machado, M. MICHAEL, N. MERCIER, H. VALLADAS, J. FEATHERS, W. BARNETT, M. I. da SILVEIRA, A. HENDERSON, J. SILVA, B. CHERNOFF, D.S. REESE, J.A. HOLMAN, N. TOTH & K. SCHICK. Paleoindian Cave Dwellers in the Amazon: The Peopling of the Americas. **Science** 272(5260):373-384, 1996.

ROOSEVELT, Anna Curtenius. Early Pottery in the Amazon. Twenty Years of Scholarly Obscurity. In: WILLIAM K. BARNETT & JOHN HOOPES. (Eds) **The Emergence of Pottery. Technology and Innovation in Ancient Societies.**, Washington: Smithsonian Institution Press, pp. 115-131, 1995.

SCIENTIA. Arqueologia Preventiva na Área do Níquel do Vermelho, Canaã de Carajás, Pará. **Relatório Final**. São Paulo, Scientia/VALE, 2006.

SCIENTIA. Arqueologia Preventiva na Mina de Manganês do Azul, Pará – **Relatório Preliminar**. São Paulo, 2008a.

SCIENTIA. Arqueologia Preventiva na Serra Norte, Complexo Minerador de Carajás, Pará -. **Relatório Parcial 3**. São Paulo, Scientia, 2008b.

SCIENTIA. Arqueologia Preventiva na Área da Barragem do Gelado, Complexo Minerador de Carajás, Pará **Relatório da Etapa de Resgate**. São Paulo, , 2007b.

SCIENTIA. Arqueologia Preventiva no Corpon4ws, Serra Norte, Complexo Minerador de Carajás, Pará -. **Relatório Final**. São Paulo, Scientia, 2007a.

SILVEIRA, Maura I. da. **Estudos sobre estratégias de subsistência de caçadorescoletores pré-históricos do sítio Gruta do Gavião, Carajás/PA**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo (USP), 1995.

SIMÕES, M. F. Salvamento arqueológico. In: M. G. ALMEIDA Jr., **Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento**. São Paulo/Brasiliense e Brasília/CNPq, 534-559. 1986.

SIMÕES, Mario. Coletores-pescadores ceramistas do litoral do Salgado (Pará). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Nova Série**, n° 78:1-31, 1981.

STCP – Engenharia de Projetos Ltda. Plano de Manejo para uso múltiplo da Floresta Nacional de Carajás. **Relatório Técnico**. Curitiba, PR. 2003.

TEIXEIRA, J.B.G. & LINDENMAYER, Z.G. Fundamentos Geológicos da Serra de Carajás, Parte I. In: J.B.G. Texeira & V.R. BEISIEGEL (Orgs.) **Carajás: Geologia e Ocupação Humana**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, 2006. 20-90.

TOLEDO, P.M.; MORAES-SANTO, H.M. & SOUSA DE MELO, C.C. Levantamento preliminar de mamíferos não voadores da Serra de Carajás: grupos silvestres recentes e arqueológicos. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série zoologia**. 19(2) 141-157, 1999.

18.3.3 Patrimônio Natural, Histórico e Cultural

BRUNO E. S., **História do Brasil Geral e Regional, 1 – Amazônia**. São Paulo, Cultrix. 1966.

FONSECA, M. C. L. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/bpsociais/bps_02/referencia.pdf>. Acessado em: janeiro de 2008. 2008

MMA, Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta & idEstrutura=95&idMenu=4881](http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=95&idMenu=4881)> Acessado em: agosto de 2008. 2008.

SAHLINS, M. **Cultura e razão prática**. Rio, Jorge Zahar 2003.

STCP – Engenharia de Projetos Ltda. Plano de Manejo para uso múltiplo da Floresta Nacional de Carajás. Capítulo 2 – Análise da Unidade de Conservação. Tomo I – Fatores Abióticos. **Relatório Técnico**. Curitiba, PR. 2003a.

STCP – Engenharia de Projetos Ltda. Plano de Manejo para uso múltiplo da Floresta Nacional de Carajás. Capítulo 2 – Análise da Unidade de Conservação. Tomo II – Fatores Bióticos. **Relatório Técnico**. Curitiba, PR. 2003b.

UNESCO, Disponível em: <<http://whc.unesco.org/en/news/282>> Acessado em: junho de 2008. 2008.

19. GLOSSÁRIO

A

Abundância: denominação aplicada para indicar o montante de indivíduos de cada espécie, na composição de uma dada área.

Abundância relativa: Relação entre o número de espécies e o número de indivíduos por espécie em dado local ou região.

AC: antes de cristo. Forma de apresentação de datação absoluta que toma por preferência o ano 1 da Era Cristã.

Adamelito: Tipo de granito no qual a plagioclase calco-sódica se encontra na proporção de um a dois terços do total de feldspato

Afluyente: nome dado aos rios menores que desaguam em rios principais ou em um lago. Sinônimo: *TRIBUTÁRIO*.

Águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰.

Alanita: Mineral que consiste em um silicato monoclinico negro ou marrom, associado à epidoto e que contém cério, tório e outros metais raros.

Ambiente antropizado: ambiente que já sofreu alguma interferência humana.

Ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado.

Ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes.

Ambiente primário: ambiente natural que nunca foi desmatado ou que nunca tenha sofrido interferência humana.

Ambiente secundário: ambiente natural que já foi desmatado e está passando por um processo de regeneração de sua flora e fauna.

Anisotropia: condição de variabilidade de propriedades físicas de um corpo rochoso ou mineral segundo direções diferentes.

Anfibólio: É o nome genérico dado a um extenso grupo mineralógico (conhecido por grupo dos anfíbolios), constituído por silicatos complexos de dupla cadeia de SiO₄, contendo o ião hidroxil e catiões metálicos variados (Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, Al³⁺, Na⁺, e outros)

Anortosito: Anortosito é um tipo de rocha magmática plutónica, presente na constituição dos continentes lunares.

Anticiclone: é uma região de circulação no sentido horário no plano horizontal no Hemisfério Norte e sentido anti-horário no Hemisfério Sul. A sua intensidade é medida em termos da vorticidade.

AP: anos antes do presente. Forma de apresentação de datação absoluta. Por convenção, a data presente é o ano de 1950 de nossa era.

Apatita: A apatita é um mineral do grupo dos fosfatos, com as seguintes variantes: hidroxiapatita, fluorapatita, e clorapatita, assim nomeados por causa de altas concentrações de íons Hidróxido(OH⁻), Fluoreto(F⁻), e Cloreto(Cl⁻), respectivamente, em sua estrutura cristalina. Fosforita é o nome dado à apatita impura.

Aplainamento: Processo que conduz a deixar uma parte da superfície terrestre plana ou quase plana, geralmente conduzido por associação de fenômenos de intemperismo e erosão, durante longo tempo geológico.

Aqüicluda: é aquela litologia não porosa nem permeável, incapaz de tanto armazenar como ceder água; exemplo: rochas cristalinas.

Aqüífero: é aquela litologia porosa e permeável, capaz de ceder água economicamente a obras de captação; exemplo: areia, arenito; ou seja, o aquífero é um material geológico capaz de servir de depositório e de transmissor da água aí armazenada; assim, uma litologia só será aquífera se, além de conter água, ou seja, seus poros estando saturados (cheios) de água, permitam a fácil transmissão da água armazenada; assim, uma argila pode conter água, mas certamente não a libera por gravidade.

Aqüitardo: é aquela litologia porosa mas pouco permeável, incapaz de ceder água economicamente a obras de captação mas capaz de ceder quantidades apreciáveis de água lentamente e em grandes áreas; exemplo: siltito.

Apatita: A apatita é um mineral do grupo dos fosfatos, com as seguintes variantes: hidroxiapatita, fluorapatita, e clorapatita, assim nomeados por causa de altas concentrações de íons Hidróxido(OH⁻), Fluoreto(F⁻), e Cloreto(Cl⁻), respectivamente, em sua estrutura cristalina. Fosforita é o nome dado à apatita impura.

Arenitos tufáceos: Arenito formado a partir de decomposição de tufos (rochas vulcânicas de baixa densidade).

Armazenabilidade: é a capacidade em água do aquífero; ou seja, é o parâmetro hidráulico que expressa o volume de água que um aquífero é capaz de receber/ceder, em função de uma variação unitária da superfície potenciométrica, numa base de área unitária; está associada à porosidade e a fenômenos elásticos, tanto da água como da litologia.

Antrópico: resultado das atividades humanas no meio ambiente.

Aquífero: Unidade geológica que contém e libera água em quantidades suficientes de modo que pode ser utilizado como fonte de abastecimento.

Arbusto: vegetal lenhoso possuidor de um pequeno tronco, com ramificações desde a base, e apresentando altura compreendida entre 3-5m.

Assoreamento: (1) Diz-se dos processos geomorfológicos de deposição de sedimentos, ex.: fluvial, eólico, marinho. (2) Obstrução de rio, canal, estuário ou qualquer corpo d'água por

acúmulo de substância minerais (areia, argila) ou orgânicas (lodo), o que provoca a redução de sua profundidade e a força de sua correnteza (Glossário Ibama, 2003).

Atividade antrópica: Refere-se a ação humana sobre a natureza.

Atmosfera: O gás ou a porção de ar do ambiente físico que cerca um planeta. No caso da Terra, está situada mais ou menos perto da superfície em razão da atração gravitacional da Terra. As divisões da atmosfera incluem: troposfera, estratosfera, mesosfera, ionosfera e exosfera.

Avifauna: conjunto das espécies de aves que vivem numa determinada região.

B

Bacia Hidrográfica: Área com um único exutório comum para o escoamento de suas águas superficiais.

Bacias Transtensivas: Bacia gerada em regime de falhas transcorrentes.

Barragem: barreira dotada de uma série de comportas ou outros mecanismos de controle, construída transversalmente a um curso d'água para controlar o nível das águas de montante, regular o escoamento ou derivar suas águas para canais. Represa.

Basaltos Andesíticos: Os andesitos são compostos essencialmente por feldspatos, dos quais mais de 66% deve ser de plagioclase ácida ($10\% > An < 50\%$), e por minerais máficos: biotite, piroxenas e hornblenda. A transição para basalto andesítico dá-se quando a plagioclase é cálcico-sódica.

Basaltos Toleiíticos: É uma rocha com características gerais idênticas aos basaltos alcalinos. Contudo, apresenta pequenas quantidades de olivina não zonadas e piroxenas cálcicas.

Batólito: extensa exposição ($> 100 \text{ km}^2$) contínua de rocha plutônica, normalmente de composição granítica.

Biodiversidade: total de genes, espécies e ecossistemas de uma região. A biodiversidade genética refere-se à variação dos genes dentro das espécies, cobrindo diferentes populações da mesma espécie ou a variação genética dentro de uma população. A diversidade de espécies refere-se à variedade de espécies existentes dentro de uma região. A diversidade de ecossistemas refere-se à variedade de ecossistemas de uma dada região. A diversidade cultural humana também pode ser considerada parte da biodiversidade, pois alguns atributos das culturas humanas representam soluções aos problemas de sobrevivência em determinados ambientes. A diversidade cultural manifesta-se pela diversidade de linguagem, crenças religiosas, práticas de manejo da terra, arte, música, estrutura social e seleção de cultivos agrícolas, dentre outros.

Bioindicador: Organismo cuja presença é usada para identificar um tipo específico de comunidade biótica, ou como medida das condições ou mudanças ecológicas que ocorrem no ambiente.

Biomassa: quantidade de matéria orgânica presente num dado momento numa determinada área, e que pode ser expressa em peso, volume, área ou número.

Biotita: Mineral comum da classe dos silicatos, subclasse dos filossilicatos, grupo das micas e subgrupo ferromagnesianas, formando uma série com o mineral flogopita, que contem na sua composição potássio, magnésio, ferro e alumínio. Cristaliza no sistema monoclínico, apresentando brilho nacarado a metálico.

Biótopo: local específico em que uma determinada espécie ocorre e atua ao longo de sua vida.

Borboletas frugívoras: borboletas que se alimentam de caldo de frutas.

Borboletas nectarívoras: borboletas que se alimentam de néctar de flores.

Buffering dispersal: estratégia praticada por sociedades para mitigar riscos causados por fatores ecológicos e ou sócio-econômicos, como o emprego de alta mobilidade.

C

Caçadores-coletores: sociedade cuja subsistência é baseada na coleta, caça e pesca de recursos silvestres, e que não praticam agricultura.

Cadeia alimentar: é a transferência da energia alimentar que existe no ambiente natural, numa seqüência na qual alguns organismos consomem e outros são consumidores. Essas cadeias são responsáveis pelo equilíbrio natural das comunidades e o seu rompimento pode trazer conseqüências drásticas, como é o caso quando da eliminação de predadores de insetos. Estes podem proliferar rapidamente e transformar-se em pragas nocivas à economia humana. A cadeia alimentar é formada por diferentes níveis tróficos (*trophe* = nutrição). A energia necessária ao funcionamento dos ecossistemas é proveniente do sol e é captada pelos organismos clorofilados (autótrofos), que por produzirem alimento são chamados produtores (1º nível trófico). Estes servem de alimento aos consumidores primários (2º nível trófico ou herbívoros), que servem de alimento aos consumidores secundários (3º nível trófico) que servem de alimento aos consumidores terciários (4º nível trófico) e assim sucessivamente. Todos os organismos ao morrerem, sofrem a ação dos saprófagos (*sapros* = morto, em decomposição; *phagos* = devorador), que constituem o nível trófico dos decompositores.

Calmaria: Condição atmosférica destituída de vento ou de qualquer outro movimento do ar.

Calcário: Calcários são rochas formadas a partir do mineral calcita, cuja composição química principal é o carbonato de cálcio (CaCO³). A procedência do carbonato pode variar, desde fósseis de carapaças e esqueletos calcários de organismos vivos, que compõem os calcários fossilíferos, até por precipitação química.

Cambissolos: Classe de solo constituída por material mineral, não hidromórfico, com horizonte B incipiente, subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial.

Censo: levantamento de dados.

Charnoquito: Rocha ígnea e/ou metamórfica de alto grau metamórfico, granítica ou granitóide, que se caracteriza por apresentar hiperstênio em sua composição. Os charnockitos são rochas muitas vezes de granulação grosseira e com feldspatos escuros.

Cinegéticas: espécies cobiçadas por caçadores para alimentação, hobby ou para controle de pragas.

Clima: conjunto de condições meteorológicas características do estado médio de uma região da superfície terrestre.

Cobertura de nuvens: parte do céu encoberto por uma camada de nuvens. O conceito parte da divisão da abóbada celeste em oito oitavos.

Coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidasnegativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44°C – 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal.

Comissura labial: região do bico da ave que pode determinar dependendo da coloração a idade do espécime.

Comunidade: conjunto de populações que vivem em determinado local.

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Condição meteorológica: estado da atmosfera, caracterizada por meio de medições de parâmetros específicos de mensuração dos fenômenos atmosféricos como: direção e velocidade do vento, temperatura, umidade, precipitação pluviométrica, entre outros.

Confluência – 1- Junção, ou ponto de junção, de dois cursos de água. 2- Local onde dois ou mais cursos de água se juntam formando um curso de água mais volumoso.

Conglomerados Polimíticos: Conglomerados polimíticos são rochas sedimentares formados por seixos de diferentes rochas e ou minerais sobre uma matriz com granulometria variada.

Conspícuo: algo ilustre, insigne, que se destaca.

Constância: índice utilizado para a determinação de espécies raras, acessórias e constantes.

Corte: Escavação feita no terreno natural para a colocação do solo em nível preestabelecido. Nas ferrovias ou rodovias, em geral, o corte antecede ou sucede ao aterro que se constrói com as retiradas dos cortes adjacentes.

Cordierita-Antofilita: |A cordierita é um silicato de alumínio e magnésio, podendo conter ferro ($Mg_2Al_4Si_5O_{18}$). Quando em alteração para antofilita recebe o nome de cordierita-antofilita.

Cordierita-Antofilita Xistos: Xistos com cordierita-antofilita como minerais primários.

Correlação: Interdependência entre variáveis aleatórias.

Corrugado: decoração em que os cordéis de argila utilizados na confecção da cerâmica são ligados entre si por meio de arrastes, mais ou menos regulares, da argila ainda úmida, executados com o dedo polegar, em sentido perpendicular, oblíquo ou transversal à borda das vasilhas, formando dobras.

Crípticas: diz-se um aspecto ou aparência de um organismo através do qual ele evita a detecção por outros.

Cripticidade: relativo a cripta, que serve para ocultar, passar despercebido.

Curva do Coletor: consiste em elaborar um gráfico, contendo no eixo “x” o número de unidades amostrais e no eixo “y” o número cumulativo de espécies registradas. A ordenação das unidades amostrais no eixo “x” deve ocorrer da mesma forma em que foi feita a amostragem em campo, de maneira a prevenir possíveis tendências do pesquisador e a revelar características do hábitat. O ponto em que a curva atinge o seu ponto de assíntota (ou seja, uma linha reta que se aproxima indefinidamente da curva, porém sem interceptá-la) pode ser interpretado como o ponto onde grande parte da diversidade da composição local foi inventariada.

Curva de massa ou curva duplo-acumulativa: Gráfico dos valores acumulados sucessivos de uma variável contra os valores correspondentes acumulados de outra variável.

Curva de Permanência: Gráfico representativo da probabilidade de excedência de quantis de vazão no tempo.

D

Dados biométricos: mensuração de tamanho do bico, asa, tarso e cauda.

Datação calibrada: datação radiocarbônica corrigida segundo mudanças locais na variação da quantidade de carbono-14 ao longo do tempo, resultado das variações no campo magnético da terra e alterações de intensidade solar.

DBO: Demanda bioquímica de oxigênio.

DC: depois de cristo. Forma de apresentação de datação absoluta que toma por preferência o ano 1 da Era Cristã. O mesmo que A.D. ou *Anno Domini*.

Deflúvio: Volume total de água que passa, em um determinado espaço de tempo, em uma seção transversal de um curso de água.

Diabásio: Rocha magmática hipabissal, de textura ofítica, constituída essencialmente por plagioclásios básicos, piroxênio, magnetita e ilmenita.

Diorito: Rocha ígnea plutônica saturada (quartzo ausente ou subordinado) com componentes essenciais plagioclásio Na-Ca (oligoclásio a andesina), K feldspato subordinado e minerais ferromagnesianos piroxênio/hornblenda e biotita. O termo vulcânico correspondente é o andesito.

Distribuição espacial: ocorrência em vários locais ou regiões.

Dissecação: Processo que conduz os cursos d'água e/ou enxurradas concentradas a imprimir uma erosão vertical profunda à superfície da terra, resultando numa superfície rasgada por vales profundos, voçorocas e/ou ravinas.

Diversidade de espécies: é um índice matemático que leva em consideração além da riqueza de espécies, a abundância proporcional entre as populações destas espécies.

Divisor de águas: Linha de separação que divide as precipitações que caem em bacias vizinhas e que encaminha o escoamento superficial resultante para um ou outro sistema fluvial.

Dossel: estrato mais alto das árvores de uma floresta.

Dunito: Rocha ígnea, ultrabásica, de textura fanerítica e é um peridotito ultramáfico constituído, sobretudo por olivina com piroxena, plagioclase ou cromite como minerais acessórios.

E

Ecosistema: conjunto integrado de fatores físicos, químicos e bióticos, que caracterizam um determinado lugar, estendendo-se por um determinado espaço de dimensões variáveis. Também pode ser uma unidade ecológica constituída pela reunião do meio abiótico (componentes não-vivos) com a comunidade, no qual ocorre intercâmbio de matéria e energia. Os ecossistemas são as pequenas unidades funcionais da vida.

Ectoparasita: parasita que vive sobre a superfície do hospedeiro ou anexado a ele.

Efluentes sanitários: produtos líquidos e/ou gasosos produzidos por resultante dos esgotos domésticos urbanos que são lançados no meio ambiente.

Emissão atmosférica: o lançamento na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa, ou de energia, efetuado por uma fonte potencialmente poluidora do ar.

Emissão difusa ou fugitiva: emissão atmosférica que ocorre de uma fonte desprovida de dispositivo projetado para dirigir ou controlar seu fluxo (chaminé ou duto).

Emissão pontual: emissão atmosférica realizada por uma fonte provida de dispositivo para dirigir ou controlar seu fluxo, como dutos e chaminés.

Enderbitto: Rocha do grupo dos charnockitos, rica em plagioclásio, apresentando composição de hiperstênio tonalito.

Entomológico: que se refere a insetos.

Erosão: É o conjunto de processos de desagregação e transporte das partículas sólidas do solo, subsolo e rocha pela ação das águas dos rios (erosão fluvial), das águas de chuva (erosão pluvial), dos ventos (erosão eólica), do degelo (erosão glacial) ou das correntes e ondas do mar (erosão marinha). A ação humana pode acelerar, direta ou indiretamente, o processo natural de erosão, que depende, sobretudo, das propriedades do solo, clima, vegetação, topografia e outras condições. A cobertura vegetal influencia as taxas de escoamento superficial e erosão mais do que qualquer outro fator físico individual.

Escarpa: (1) Declive de terreno, deixado pela erosão, nas beiras ou limites dos planaltos e mesas geológicas. Corte oblíquo. Declive ou tabule de um fosso junto à muralha. (2) Vertentes verticais a sub-verticais, geralmente sustentadas por rochas extremamente resistentes. (3) Rampa ou aclive de terrenos que aparecem nas bordas dos planaltos, serras, testemunhos etc.

Espilitização: Alteração metamórfica de minerais em espinélio.

Estéril: (1) Área de vegetação relativamente pobre em relação à adjacente devido a fatores ambientais adversos: solo, clima, etc. (2) Parte de uma jazida que não contém teor de minério suficientemente alto para ter interesse econômico. (3) Porção afossilífera de camadas sedimentares ricas em fósseis.

Estruturas Sidewall Ripout: Falhamentos rúpteis associados a eventos transpressivos.

Equitabilidade (= Equabilidade): conhecida como índice de equabilidade de PIELOU, é um componente do índice de diversidade de Shannon-Wiener que reflete a forma através da qual os indivíduos encontram-se distribuídos entre as diferentes espécies presentes na amostra.

Escapolita: Mineral alumossilicato de sódio e cálcio com componentes de fase fluida importante: $(\text{Na,Ca,K})_4[\text{Al}_3(\text{Al,Si})_3\text{Si}_6\text{O}_{24}](\text{Cl,CO}_3,\text{SO}_4)$.

Esforço-amostral: alocação de tempo ou recurso para levantamento de dados.

Espécie ameaçada: espécie animal ou vegetal que se encontra em perigo de extinção, sendo sua sobrevivência incerta, caso os fatores que causam essa ameaça continuem atuando.

Espécie em perigo: espécie vegetal ou animal que poderá ser considerada criticamente em perigo de extinção, caso os fatores causais da ameaça continuem a operar.

Espécie endêmica: espécie animal ou vegetal que ocorre somente em uma determinada área ou região geográfica.

Espécie exótica: espécie presente em uma determinada área geográfica da qual não é originária.

Espécie extinta: espécie animal ou vegetal de cuja existência não se tem mais conhecimento por um período superior a 50 anos.

Espécie fora de perigo: espécie vegetal ou animal que foi protegida através de medidas bem-sucedidas e que, portanto, não mais se encontra em uma das categorias de risco.

Espécie nativa: espécie vegetal ou animal que, suposta ou comprovadamente, é originária da área geográfica em que atualmente ocorre.

Espécie pioneira: espécie vegetal que inicia a ocupação de áreas desprovidas de plantas, em razão da atuação do homem ou de agentes naturais.

Espécie rara: espécie vegetal ou animal que não está ameaçada e nem é vulnerável, porém corre certo risco, pelo fato de apresentar distribuição geográfica restrita, *habitat* pequeno, ou baixa densidade na natureza.

Espécie vulnerável: espécie vegetal ou animal que poderá ser considerada em perigo de extinção caso os fatores causais da ameaça continuem a operar.

Espécie: unidade básica de classificação dos seres vivos. Designa populações de seres com características genéticas comuns, que em condições naturais reproduzem-se gerando descendentes férteis e viáveis. Embora possa haver grande variação morfológica entre os indivíduos de uma mesma espécie, em geral, as características externas de uma espécie são razoavelmente constantes, permitindo que as espécies possam ser reconhecidas e diferenciadas uma das outras por sua morfologia.

Espécie-chave: organismo que mostra uma forte influência no caráter ou estrutura de um ecossistema. Pode ser dividido em 3 categorias: predadores, parasitóides, herbívoros e patógenos, que contribuem na manutenção da biodiversidade ao reduzirem a abundância de competidores dominantes; mutualistas, sem os quais as espécies associadas correm o risco de extinção; e espécies que provem recursos que são essenciais a manutenção das espécies dependentes.

Espécime: designa um exemplar ou amostra de qualquer material ou ser vivo.

Estação Fluviométrica: Estação onde são obtidos os seguintes dados relativos às águas de rios: nível de água e vazão.

Estação Pluviométrica: Estação onde são obtidos dados da altura de chuva.

Estratificação: disposição paralela ou subparalela que tomam as camadas ao se acumularem formando uma rocha sedimentar. Normalmente é formada pela alternância de camadas sedimentares com granulação e cores diferentes, ressaltando o plano de sedimentação.

Estratificação Cruzada Assintótica: Aspecto estrutural característico das rochas sedimentares, que consiste na sua disposição em estratos ou camadas, lâminas, lentes, cunhas. Origina-se de modificações periódicas ou não, na natureza ou na quantidade do material sedimentado.

Estrato (vegetação): cada andar de uma comunidade vegetal. Cada estrato é composto por plantas que tem alturas semelhantes. Sob o ponto de vista ecológico divide-se em estratos arbóreo, arbustivo, subarbustivo e rasteiro ou herbáceo.

Evento Transpressivo Sinistral: Movimentação da crosta terrestre com deslizamentos laterais, originados por forças de compressão, cujo sentido do deslocamento em planta é anti-horário.

Evento Transtensional Dextral: Movimentação da crosta terrestre com deslizamentos laterais, originados por forças de tração, cujo sentido do deslocamento em planta é horário.

Exotrófico: que apresenta desenvolvimento externo e se alimenta no meio externo.

Extinção: desaparecimento, extirpação de um táxon localmente, regionalmente ou de fato.

Exutório: Ponto mais baixo, no limite de um sistema de drenagem.

F

Falha: superfície ou zona de rocha fraturada ao longo da qual houve deslocamento vertical ou horizontal, o qual pode variar de alguns centímetros até quilômetros.

Fase: qualquer complexo de cerâmica, lítico, padrões de habitação, etc. relacionado no tempo e no espaço, num ou mais sítios.

Félsica: É um termo utilizado em geologia aplicado a minerais silicatados, magmas e rochas, ricos em elementos leves como o silício, oxigênio, alumínio, sódio e potássio.

Filitos: Rocha metamórfica intermediária entre ardósia e xisto na evolução metamórfica de pelitos.

Filossilicatos: grupo de minerais constituintes essenciais de muitas rochas metamórficas, magmáticas, sedimentares e dos solos, Caracterizam-se por apresentarem hábito achatado ou em escama e clivagem basal perfeita a proeminente e as lamelas de clivagem (placas) são flexíveis elásticas ou plásticas, mais raramente quebradiças. De um modo geral, exibem dureza baixa, normalmente inferior a 3,5, na escala Mohs, e densidade relativamente baixa em relação a outros silicatos.

Floresta primária: floresta que nunca sofreu derrubada ou corte, sendo uma remanescente das florestas originais de uma região. Floresta não alterada pela ação do homem.

Floresta secundária: floresta em processo de regeneração natural após ter sofrido derrubada ou alteração pela ação do homem ou de fatores naturais, tais como ciclones, incêndios, erupções vulcânicas.

Fluviograma: Gráfico representativo da variação, no tempo, de vazões.

Fluxo de Base: é o fluxo que os rios mantêm durante os períodos de recesso inter-chuvas, proveniente das descargas dos aquíferos, principalmente.

Folhelho: Rochas sedimentares que possuem grãos de tamanho argila. Diferenciam-se dos argilitos porque possuem lâminas finas e paralelas esfoliáveis, enquanto os argilitos apresentam aspecto mais maciço.

Frente: zona de transição entre uma massa de ar quente e uma massa de ar frio.

G

Generalistas: espécies com ampla preferência de alimentos ou habitats.

Geometria Sigmoidal Alongada: Forma de sigmóide dada a um conjunto de rochas ou minerais afetados por movimentos tectônicos.

Gossans: Capeamento residual (laterítico) de zonas mineralizadas com sulfetos ricos em ferro, como a pirita, e que se originam pelo intemperismo químico dos sulfetos com oxidação do Fe^{2+} para Fe^{3+} , formando-se hematita e hidróxido de ferro limonítico que é muito resistente ao

intemperismo químico. Ocorrências de *gossan* são importantes, pois indicam a possível existência de minério em profundidade.

Grabens: Bloco abatido, relativamente alongado e estreito, limitado por falhas normais. Sua definição original (Suess, 1885) referia-se à feição geomorfológica muito mais do que à tectônica.

Granodiorito: rocha ígnea plutônica com componentes essenciais quartzo, plagioclásio e K-feldspato; biotita e/ou hornblenda geralmente presentes.

Granulitos: Rocha de alto grau metamórfico cuja designação é a mesma da fácies metamórfica regional de alta temperatura, elevado grau geotérmico (T/P) e condições anidras (Pcarga >> PH₂O) que levam a rocha a ter paragênese metamórfica tipicamente anidra.

Grauvaca Lítica: Grauvaca lítica representa um tipo de grauvaca com predominância de clastos tamanho areia proveniente do retrabalhamento de rochas.

Gregarismo: comportamento de permanecer unidos, em blocos; estratégia defensiva anti-predatória.

Guilda: denominação utilizada para indicar grupo ou conjunto de espécies que apresentam, na comunidade, um papel semelhante ou mesmo comparável.

Guildas de forrageamento: termo cunhado por Kalko (1997) que abrange tipo de alimentação (e.g. frutos, insetos) e locais preferenciais de forrageamento (e.g. interior da mata, ou acima do dossel, ou áreas abertas) para morcegos.

H

Habitat: ambiente que oferece um conjunto de condições favoráveis para o desenvolvimento, a sobrevivência e a reprodução de determinados organismos. Os ecossistemas, ou parte deles, nos quais vive um determinado organismo, são o habitat. O habitat constitui a totalidade do ambiente do organismo. Cada espécie necessita de determinado tipo de habitat porque tem um determinado nicho ecológico.

Hidrografia: Estudo e mapeamento das águas continentais e oceânicas da superfície terrestre, com foco na medida e descrição das características físicas, como a profundidade das águas, a velocidade e a direção das correntes dos oceanos, mares, lagos, e rios.

Hidrograma: Gráfico representativo da variação, no tempo, de diversas observações hidrológicas como cotas, descargas, velocidades, carga sólida, etc.

Hidrotermalito: Rocha formada por deposição em veios hidrotermais ou rocha fortemente transformada em sua mineralogia e geoquímica por processos de alteração hidrotermal, muitas vezes com completa destruição das texturas e estruturas originais.

Hornblenda: Designação dada a um grupo de minerais monoclinicos, do grupo das anfíbolas, constituídos por mistura isomorfa de silicatos de cálcio, magnésio, ferro, alumínio e, por vezes, também de sódio, manganês ou titânio.

Horticultores: sociedades que têm uma economia de subsistência baseada na agricultura de produtos domesticados.

Horsts: Unidade crustal positiva, relativamente alongada e estreita, limitada por falhas normais. Trata-se de uma feição estrutural que pode ou não expressar-se geomorfologicamente

I

Ictiofauna: conjunto das espécies de peixes de uma determinada localidade, bacia hidrográfica ou região.

Ictiologia: estudo dos peixes.

IGAM: Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

Igarapé: o mesmo que córrego: rio de pequeno porte.

Impacto ambiental: qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, segurança e bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota, os recursos naturais e as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente.

Inciso: decoração que consiste na confecção de incisões na superfície da cerâmica, antes da queima, por intermédio da extremidade aguçada de um objeto de ponta aguda.

Indicadores de qualidade ambiental: refere-se a certas espécies que, devido a suas exigências ambientais bem definidas e à sua presença em determinada área ou lugar, podem se tornar indício ou sinal de que existem as condições ecológicas para elas necessárias.

Insolação: radiação solar recebida pela Terra.

Interflúvio: Área elevada (topo de morro, montanha, chapada) que delimita a bacia hidrográfica, a partir de onde a água da chuva que cai escoar em diversas direções, seguindo o sentido dos cursos d'água.

Intrusões Batolíticas: Intrusões de corpos graníticos que formam estruturas do tipo batólito, massas enormes de material magmático (granítico) que afloram e são derivadas de injeções maciças de magma. Essa massa ígnea de grande volume, abrange área de superfície superior a 100km².

Isoieta: Linha que liga os pontos de igual precipitação, para um dado período (WMO)

IQA: Índice de Qualidade das águas.

J

Jaspilitos Oolíticos: Rocha metamórfica rica em ferro em oólitos. Oólitos é a designação dada a grãos arredondados do tamanho de areia (0,25 a 2,00 mm) formados por precipitação química inorgânica de carbonato de cálcio em águas agitadas e com pouca deposição de material clástico.

Jusante: Rio abaixo.

L

Lacustre: ambientes de lagos.

Lasca: termo geral que designa um fragmento de rocha dura destacado de um núcleo, de um seixo, de uma plaqueta ou de um artefato em fabricação.

Lasca sired: tipo de lasca que apresenta um plano de fratura que passa por seu ponto de impacto e divide a lasca em duas metades iguais.

Lascamento bipolar: técnica de modificação de um fragmento de rocha por goles de força e trajeto pré-determinado em faces opostas da peça, de modo que se destacam fragmentos menores (lascas).

Lateritas: (1) Rocha ferruginosa, que aparece nas regiões de climas intertropicais úmidos, resultante da alteração que se realiza em qualquer tipo de rocha. Esta alteração está ligada, essencialmente, ao clima. (2) Nome dado aos solos vermelhos das zonas úmidas e quentes.

Lineamento estrutural: Feição linear, topograficamente representada por vales alinhados ou cristas, geralmente indicando a presença de fraturas e/ou falhas geológicas.

Lapilli Tufos: Tipo de rocha piroclástica.

Lepidóptera: ordem dos insetos onde estão incluídas as borboletas e mariposas.

Linha de estabilidade: região de formação de nuvens do tipo cumulus e cumulonimbus em formato de uma linha contínua. O vento pode aumentar abruptamente, a temperatura cai de modo súbito acompanhadas por pancadas de chuva e granizo, e muitas vezes por relâmpagos e trovões. Geralmente, antecede ou sucede as frentes.

M

Manto Regolítico: Também conhecido como Manto de alteração Termo usado pelos geólogos como sinônimo de solo em seu sentido amplo. Camada de material intemperizado que recobre a superfície do planeta. O regolito é o conjunto do material superficial, originado das rochas e dos depósitos inconsolidados, que foi afetado pelo intemperismo químico e físico. Abaixo do regolito estão os materiais rochosos que não foram afetados pelo intemperismo.

Metariolito: rocha metamórfica de origem vulcânica ácida equivalente extrusiva a granitos, com mais de 72% SiO₂, K-feldspato normativo predominante nos feldspatos.

Metarriodacito: Rocha ígnea, ácida, supersaturada, com mais de 60% de sílica (SiO₂), o que leva a ter quartzo em excesso (>10%), modal ou normativo. Quando metamorfizada recebe a denominação de metarriodacito.

Metasserpentinito: Rocha ultramáfica composta quase que inteiramente por minerais do grupo da serpentina.

Malhadeira: aparelho de pesca passivo. Trata-se de uma rede de espera, constituída normalmente de um pano de nylon com uma seqüência contínua e uniforme de malhas ou aberturas de igual tamanho. Este pano é delimitada na parte superior por uma corda com várias bóias e na parte inferior por outra, com chumbada, permitindo que ela fique armada na coluna d'água, com as malhas abertas. Os peixes normalmente são capturados nela pela cabeça, ao tentarem ultrapassá-la.

Metagabros: Rocha intrusiva de cor escura e granulação grosseira, composta predominante por plagioclásio básicos e clinopiroxênio. São originados por arrefecimento em profundidade de magmas basálticos (magma quimicamente básico), sendo o gabro o equivalente plutônico ou intrusivo do basalto.

Metargilitos: Os argilitos são rochas sedimentares lutáceas (granulação de argila, menor que 0,004 mm) maciças e compactas, sendo compostas por argilas litificadas, isto é, argilas compactadas e exibindo orientação dos minerais foliados. Metargilito consiste num argilito metamorfizado.

Material-testemunho: exemplar(es) depositado(s) em museu(s) como testemunho da ocorrência do(s) mesmo(s) em determinada região.

Metadacitos: Dacito é uma rocha vulcânica ácida de cores cinza médio até escuro, equivalente extrusiva ao tonalito, com 63 a 68% de SiO₂, plagioclásio oligoclásico a andesina predominante nos feldspatos, frequentemente porfirítica com feldspato e/ou piroxênio/anfibólio associados como fenocristais e na matriz. Metadacito consiste em um dacito metamorfizado.

Metapiroxenito: Piroxenito é uma rocha plutônica ultramáfica composta, essencialmente, por piroxênios e com menores teores de olivina, sendo que $M(\text{minerais máficos}) \geq 90$ e $ol/(ol+cpx+opx) < 40$. Acessórios comuns são: magnetita, cromita, espinélio, pirrotita e outros sulfetos. Quando metamorfizada recebe o nome de metapiroxenito.

Metagrauvas: Grauvaca é uma rocha de origem sedimentar formada por fragmentos de outras rochas e mais um "cimento", que pode ser de natureza siliciosa e, mais raramente, calcária, no qual estes ficam presos. Metagrauvaca é a denominação usada para grauvaca metamorfizada.

Metandesitos: Andesito uma rocha ígnea vulcânica de composição intermédia, calcialcalina, de cor cinzenta a cinzenta escura ou mesmo negra, com textura afanítica a porfirítica. Metandestio representa um andesito metamorfizado.

Metapelitos: Pelito é uma rocha sedimentar com granulometria dos cristais no tamanho argila. Metapelito é um pelito metamorfizado.

Metapiroclásticas: Piroclasto é a designação dada em geologia aos fragmentos de rocha sólida que são expelidos para o ar pela erupção de um vulcão. Metapiroclástica é designação utilizada para estas rochas após sofrerem metamorfismo.

Metarritmitos Ritmitos são rochas sedimentares com granulação areia, maciças e compactas. Quando sofrem metamorfismo são chamados de metarritmitos.

Metassiltitos: Siltitos são formados pelo acúmulo de sedimentos de granulometria silte, variando de 0,002 a 0,06 mm, sendo composto principalmente por quartzo, feldspatos, micas e argilas. Quando metamorfizados recebem a denominação de metassiltitos.

Meteorologia: ciência que trata da dimensão física da atmosfera e investiga os fenômenos que nela ocorrem, cujas observações possibilitam o registro dos fenômenos e o desenvolvimento de estudos climáticos.

Método Dupla Massa: Método utilizado para se verificar a homogeneidade dos dados registrados em uma estação pluviométrica através da análise da curva de massa entre duas ou mais estações.

Microclina: Microclina ou microclínio, ($KAlSi_3O_8$) é um importante mineral tectossilicato constituinte de rochas ígneas. Também designado por "feldspato alcalino", é comum no granito e rochas relacionadas e em rochas metamórficas.

Milonito: rocha de granulação finíssima, cor escura, fortemente triturada pela ação de metamorfismo dinâmico.

Minério: são rochas ou minerais que podem ser minerados, ou seja, dos quais mineral(is) de valor econômico podem ser retirados, processados e colocados no mercado pra gerar lucro. Para ser minério, o elemento tem que estar concentrado acima da sua média crustal. Minérios são geralmente subdivididos em metálicos, não metálicos, energia e água. Minério é por vezes usado apenas para metais ou minerais que contêm metais. No uso mais moderno, os não-metálicos, como enxofre e fluorita são também incluídos.

Montante: Rio acima.

Monzonitos: Rocha que ocupa posição intermediária entre o sienito e o diorito. Caracteriza-se por quantidades aproximadamente iguais de feldspato potássico e de plagioclásio, nenhum deles constituindo menos de um terço nem mais de dois terços do feldspato total. O quartzo presente, geralmente não excede 10% do volume.

Monzogranito: Nome dados a granitos que apresentam aproximadamente 35% de Microclina micropertílico 35% de Quartzo 20% de Plagioclásio (oligoclásio).

Morfodinâmico: Constitui o conjunto de processos interconectados responsáveis pela gênese do relevo. Esses processos comandam a divisão da paisagem em unidades homogêneas, tendo em vista uma perspectiva sistêmica.

Morfoespécie: indivíduo ou indivíduos que fazem parte da mesma espécie, mas que ainda não foi possível realizar a sua identificação taxonômica.

Muda: estágio de troca de penas da avifauna.

N

Nidificação: é ação de construção e cuidados de um ninho para postura de ovos.

Norito: Rocha plutônica máfica gabróica composta, essencialmente, por plagioclásio básico e ortopiroxênio (hiperstênio ou bronzita) com clinopiroxênio em menor quantidade.

Núcleo: bloco de matéria-prima do qual foram retiradas lascas ou lâminas, com o objetivo de obter suportes para artefatos.

O

Oficina de polimento: sítio arqueológico associado a afloramento rochoso utilizado para abrasão de peças líticas. Geralmente para confecção de peças líticas polidas.

Olivina-Diabásio: Diabásio é uma rocha ígnea intrusiva, hipoabissal, básica, de granulação média a fina, constituída essencialmente de feldspato cálcico e piroxênio. Quando rica em olivina recebe o nome de Olivina-diabásio.

Onívoro: os consumidores de um ecossistema podem participar de várias cadeias alimentares e em diferentes níveis tróficos, caso em que são denominados onívoros.

Ordem de um curso de água: Número que indica o grau de ramificações ou bifurcações de um sistema fluvial.

Ornitologia: estudo das aves a partir de sua distribuição na superfície do globo, das condições e peculiaridades de seus meio, costumes e modo de vida, querem de sua organização e dos caracteres que as distinguem umas das outras, para classificá-las em espécies, gêneros e famílias.

OD: Oxigênio dissolvido.

P

Padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente.

Padrões Primários de Qualidade do Ar: são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população.

Padrões Secundários de Qualidade do Ar: são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Paludosa: vegetação de charcos, pântanos ou brejos. Lugares com florestas inundadas.

Paragênese Mineral: Associação de minerais formados pelo mesmo processo genético. Também definida como ordem pela qual os minerais que ocorrem nas rochas, vieiros, etc., se desenvolvem associadamente.

Parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água.

Pegmatóides: Denominação utilizada para a textura de rochas graníticas que apresentam cristais félsicos extremamente grandes, originados em magmas de baixa temperatura cerca de 500 °C e saturados em H₂O.

Peridotito: Rocha ultramáfica cujo constituinte principal é a olivina, podendo conter outros minerais máficos como: piroxênio, anfibólio ou biotita.

Piriclasito: É um granulito que, além do plagioclásio, contém mais de 30% de piroxênios.

Piroxenito: Piroxenito é uma rocha plutônica ultramáfica composta, essencialmente, por piroxênios e com menores teores de olivina, sendo que $M(\text{minerais máficos}) \geq 90$ e $ol/(ol+cpx+opx) < 40$.

Pisólitos: O mesmo que oólitos só que apresentando granulometria maior que 2mm.

Placa incubatória: localizada no ventre da ave, dependendo o estágio pode determinar se o espécime no momento da captura está nidificando.

Plagioclásios: Plagioclásio é uma importante série de tectossilicatos da família dos feldspatos. Esta designação não se refere a um mineral com uma composição química específica, mas a uma série de soluções sólidas, mais conhecida como a série da plagioclase. Esta série tem como extremos a albita e a anortita (com composição química NaAlSi₃O₈ e CaAl₂Si₂O₈ respectivamente) em que os átomos de sódio e cálcio se podem substituir uns pelos outros na estrutura cristalina dos minerais.

Platô: Unidade de relevo (geomorfológica) constituída por uma superfície plana e elevada, bordejada por escarpas e/ou vertentes íngremes. Área relativamente elevada de superfície terrestre bastante plana, que é limitada pelo menos de um lado por um declive abrupto descendo para as áreas baixas adjacentes.

Pluviógrafo: Instrumento que contém um dispositivo para registro do tempo durante a medida de uma precipitação.

Pluviômetro: Instrumento para medir a altura da chuva de distribuição horizontal supostamente homogênea e não submetida à evaporação.

Ponteados: decoração que consiste em marcar com estocadas, por meio de objetos de tamanhos e profundidades diversas, a superfície externa ou interna das vasilhas.

População: conjunto de indivíduos de uma mesma espécie.

Porosidade Intersticial: Relação, geralmente expressa em percentagem, entre o volume dos interstícios de uma dada amostra de material poroso (por exemplo, solo) e seu volume total, inclusive os vazios.

Precipitação pluviométrica: todas as formas de água, líquida ou sólida, que caem das nuvens. Podem ser na forma de aguaceiros, chuva, chuvisco, granizo.

Predadores de topo: estágio máximo na cadeia alimentar.

Protominério do Ferro: Protominério é o termo utilizado para o que deu origem ao minério. Protominério do ferro seria o minério que originou o ferro.

Puçá: aparelho de pesca ativa. É constituído de um pano de nylon ou algodão, com uma sequência contínua e uniforme de aberturas de igual tamanho, sendo esta presa a uma armação aberta de ferro ou alumínio. Os peixes são capturados quando este é passado nas margens do rio, geralmente por entre folhagens ou raízes, onde os peixes normalmente ficam escondidos e são capturados de surpresa.

Puçá: instrumento utilizado para capturar borboletas durante o vôo ou pousadas.

Q

Quartzo-Dioríticos: Diorito é uma rocha ígnea plutônica saturada (quartzo ausente ou subordinado) com componentes essenciais plagioclásio Na-Ca (oligoclásio a andesina), K feldspato subordinado e minerais ferromagnesianos piroxênio/hornblenda e biotita. Quando há presença de quartzo recebe o nome de quartzo-diorítico.

Quiropterofauna: fauna de morcegos, quirópteros (*Chiros* = mão; *ptera* = asa).

R

Radiação solar: São ondas eletromagnéticas curtas emitidas pelo Sol, responsáveis pelo aquecimento terrestre. A radiação solar é parcialmente refletida pelo Planeta Terra. A partir da irradiância emergente no topo tenta-se avaliar a irradiância global à superfície.

Rapiché: o mesmo que puçá.

Raspador: utensílio lítico produzido a partir de uma lasca ou de um bloco. O bordo ativo é convexo ou, mais raramente, retilíneo e forma um ângulo muito aberto com a face externa do artefato.

Ravinamento: Processo de formação e funcionamento de ravinas, que são escavações da superfície dos terrenos causadas e controladas pela atuação de fluxos d'água concentrados pelo escoamento superficial. Podem ter origem ou aceleração por intervenções humanas não controladas ou mal planejadas. Processo de formação de sulco no terreno por erosão pluvial

Recarga: alimentação do aquífero.

Rede Fluviométrica: Conjunto de estações fluviométricas situadas numa dada área.

Rejeito: definido como material descartado proveniente de plantas de beneficiamento de minério.

Rede Pluviométrica: Conjunto de estações pluviométricas situadas numa dada área.

Regime De Transpressão Sinistral: Regime de falhas transcorrentes com uma cinemática sinistral, ou seja, movimento da esquerda para direita.

Riolitos: Rocha vulcânica ácida equivalente extrusiva a granitos, com mais de 72% SiO₂, K-feldspato normativo predominante nos feldspatos.

Riqueza: número de espécies.

Rochas Piroclásticas: fragmentos de origem vulcânico ejetados por explosão vulcânica.

Rochas Supracrustais: Supracrustal consiste em rocha ou processo geológico desenvolvido sobre a crosta terrestre como as rochas sedimentares e vulcânicas, os processos exógenos de intemperismo e erosão.

Rocha vulcânica: rocha proveniente de atividade magmática que ascende na crosta terrestre através de vulcões, diques e *sills*, solidificando-se na superfície ou a pequenas profundidades da crosta.

Roletado: tipo de decoração que consiste em conservar visíveis os roletes de confecção das vasilhas, sem pressionar e alisar a superfície externa.

Ruderal: referente a áreas perturbadas.

Regolítico: Adjetivo dado a camada ou manto de material rochoso incoerente, de qualquer origem (transportado ou residual) que recobre a superfície rochosa ou embasamento. Compreende materiais de alterações de rocha em geral.

S

Sericita: Mineral do grupo das micas. Variedade microcristalina da muscovita, ligeiramente mais hidratada.

Sensitividade: grau de sensibilidade.

Shoshonitos: Um traquiandesito composto de fenocristais de olivina e augita em uma massa de labradorita com margens de feldspato alcalino, olivina, augita, leucita e vidro vulcânico.

Siliciclásticas: Rochas sedimentares ricas em sílica.

Sill: O mesmo que soleira. Corpo tabular de rocha ígnea, geralmente horizontal que penetrou entre camadas de rochas mais antigas. Estas camadas podem ser rochas sedimentares ou mesmo lavas ou planos formados por foliação metamórfica. Mais do que o fato de ser ou não horizontal

ou subhorizontal, o que caracteriza um sill em geologia é o fato de ser um corpo de rocha intrusivo e concordante a estruturas mais antigas.

Sienitos: Rocha plutônica, granular, essencialmente constituída de feldspatos alcalinos, tendo como acessórios minerais ferromagnesianos.

Similaridade: índice utilizado para se medir o grau de semelhança entre dois ou mais locais.

Sistemática: ciência que estuda a identificação e classificação das espécies.

Sítios: locais.

Sítios cerâmicos: sítios arqueológicos com presença de material cerâmico, podendo ocorrer ou não peças líticas. Sítios associados a sociedades que praticavam agricultura.

Sítios líticos: sítios arqueológicos onde ocorrem somente peças confeccionadas em pedra. Normalmente associados a sociedades mais antigas, que não praticavam agricultura e não produziam artefatos em cerâmica.

Solo: (1) Formação natural superficial, de pequena rigidez e espessura variável. Compõe-se de elementos minerais (silte, areia e argila), húmus, nutrientes, água, ar e seres vivos. (2) Material mineral ou orgânico inconsolidado originado do intemperismo das rochas que recobre a superfície terrestre e mantém a vida animal e vegetal na Terra.

Solo: Material inconsolidado da superfície terrestre originado do intemperismo das rochas. Para os geólogos e engenheiros, solo é usado como sinônimo de regolito e compreende tanto o material superficial como o subsolo formado por rocha em decomposição. Para os agrônomos e geógrafos, mais interessados no solo do ponto de vista de sua capacidade de sustentar vida, principalmente vida vegetal, o solo é mais bem definido como o material mineral ou orgânico, inconsolidado, que recobre a superfície do planeta e serve como o meio natural para o crescimento das plantas terrestres. Entre o solo e o material de onde ele é derivado, existem diferenças marcantes do ponto de vista físico, químico, biológico e morfológico.

Sub-bacia hidrográfica: Área drenada por um rio e seus afluentes, que transportam para um ponto comum (a foz ou desembocadura) água e sedimentos.

Substrato: superfície ou meio que serve de base para algo, biologicamente corresponde ao microhabitat utilizado por determinado organismo.

Sucessão: mudança gradual entre tipos de comunidades ou ecossistemas transitórios que envolve mudanças na composição das espécies vegetais e animais.

T

Taxocenose: conjunto (associação) de táxons em uma dada localidade.

Táxon: qualquer unidade taxonômica, sem especificação da categoria.

Tabuleiro: Forma de terreno que se assemelha a planalto, terminado de forma abrupta.

Talude: (1) Plano que imita lateralmente tanto um aterro como uma escavação. (2) A face inclinada de um corte ou aterro. (3) Superfície inclinada de um terreno na base de um morro ou de uma encosta do vale, onde se encontra um depósito de detritos.

Talvegue Linha imaginária que percorre a parte mais funda do leito de um curso d'água ou de um vale. O termo significa "caminho do vale".

Terciário: é o primeiro período geológico da era Cenozóica e abrange o intervalo de tempo compreendido entre 65 e 1,75 milhões de anos atrás.

Textura Inequigranular e Porfiroclástica: Inequigranular é a denominação para textura cujos grãos comportam-se heterogêneos em tamanho. Porfiroclástica é a textura de rochas de origem vulcânica.

Tombamento: processo de depósito de exemplares em coleções científicas.

Tonalito: Tonalito é uma rocha ígnea plutônica, de textura fanerítica com a mesma composição do diorito, mas com quantidades apreciáveis de quartzo (mais de 20% dos minerais félsicos presentes); as anfíbulas e as piroxenas são minerais acessórios comuns.

Tradição: Grupos de elementos ou técnicas, com persistência temporal. Uma seqüência de estilos ou de culturas que se desenvolvem no tempo, parindo uns dos outros, e formam uma continuidade cronológica.

Transecto: trilhas lineares ou não lineares para coleta de dados.

Transmissividade: vazão derivada através de um trecho de aquífero de largura unitária por unidade de gradiente hidráulica. Exprime-se como o produto da condutividade hidráulica pela espessura da parte saturada do aquífero.

Transpressão: Estruturas em flor, positivas (**transpressão**) originadas por esforços tectônicos de colisão associados a falhas transcorrentes.

Transtensão Sinistral: Estruturas em flor, negativas (**transtensão**) originadas por esforços tectônicos de colisão associados a falhas transcorrentes.

Traquiandesitos: Rocha ígnea de granulação fina composta principalmente por feldspato plagioclásio e com 25 a 40% por anfibólio e biotita. Não contém quartzo.

Trend: Termo em inglês (tendência), utilizado para especificar uma direção principal de um corpo rochoso, falha e outros. Por ex: Sistema de falhas com trend N-S.

Trondhjemitó: rocha ígnea intrusiva leucocrática (de cor clara). Constitui uma variedade de tonalito na qual o plagioclásio é a forma mais comum de oligoclásio. Também conhecidos como plagiogranitos.

Tonalito Rocha ígnea plutônica com componentes essenciais quartzo, plagioclásio (K-feldspato subordinado); biotita e/ou hornblenda geralmente importantes.

Tufos Finos: Tufo é designação comum dada a um vasto conjunto de rochas caracterizadas pela sua baixa densidade, reduzida consistência intergranular que se traduz na presença de grãos (ou partículas de qualquer natureza) facilmente desagregáveis.

Tufos Líticos: Tufo é designação comum dada a um vasto conjunto de rochas caracterizadas pela sua baixa densidade, reduzida consistência intergranular que se traduz na presença de grãos (ou partículas de qualquer natureza) facilmente desagregáveis. No tufo vulcânico lítico predominam fragmentos de rochas cristalinas geradas do resfriamento rápido dos materiais vulcânicos.

Tupiguarani: tradição cultural caracterizada principalmente por cerâmica policrômica.

Turbidez: Estado de diminuída transparência de uma amostra ou corpo d'água, resultando em redução de penetração da luz, devido à presença de matéria em suspensão ou substâncias coloidais, que prejudica a biota que realiza fotossíntese e diminui a taxa de oxigênio dissolvido na água.

U

Umidade relativa: É a umidade verificada entre a pressão de vapor de água na atmosfera e a saturação da pressão de vapor na mesma temperatura. É expressado em porcentagem.

Uralita: Silicato natural de cálcio e magnésio.

V

Vertente: (1) Planos ou declives variados que divergem das cristas ou dos interflúvios, enquadrando o vale. Nas zonas de planície, muitas vezes, as vertentes podem ser abruptas e formarem gargantas. (2) Declive lateral de uma elevação pelo qual escoam as águas.

Virtualmente Ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar.

Vulcanismo Bimodal: Vulcanismo bimodal é caracterizado pela presença de rochas efusivas e piroclásticas de composição ácida e alcalina num mesmo ambiente.

X

Xerimbabos: designação genérica do animal de criação.

Z

Zona Vadosa: zona que se situa imediatamente abaixo da superfície topográfica e acima do nível freático, onde os espaços vazios entre as partículas estão parcialmente preenchidos por gases (essencialmente ar e vapor de água) e por água. A água contida nesta zona encontra-se à pressão atmosférica, podendo ser utilizada pelas raízes das plantas ou contribuir para o aumento das reservas de água subterrânea.

Zircão: É um mineral pertencente ao grupo dos nesossilicatos. Trata-se de um silicato de zircônio de fórmula química $ZrSiO_4$.