

Estudo de Impacto Ambiental | **EIA**

# Projeto **FERRO CARAJÁS S11D**

Canaã dos Carajás | PA | Junho de 2010 | RT-079-515-5020-0029-02-J

## **VOLUME V-B - ANEXOS**

- ANEXO XXII - MAPA DOS GEOAMBIENTES DO CORPO S11
- ANEXO XXIII - PROGNÓSTICO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS
- ANEXO XXIV - ANÁLISE RISCO

**PROJETO FERRO CARAJÁS S11D  
ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA**

**VOLUME V-A  
TEXTO**

*Elaborado para:*

*Vale  
Belo Horizonte - MG*

*Elaborado por:*

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

**Distribuição:**

- 02 Cópias – IBAMA/Brasília
- 01 Cópia – GEREX/IBAMA/Marabá
- 01 Cópia – ICMBio
- 01 Cópia – Flona de Carajás
- 01 Cópia – SEMA/PA
- 01 Cópia – Ministério Público
- 02 Cópias – Vale
- 01 Cópia – Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda.

Junho, 2010

RT-079-515-5020-0029-02-J

## SUMÁRIO

### *VOLUMES DE TEXTO*

#### **VOLUME I-A**

#### APRESENTAÇÃO

1. METODOLOGIA .....	1
1.1 Histórico do Processo de Desenvolvimento dos Estudos Ambientais .....	1
a) Definição das Áreas de Estudo .....	4
1.2 Definição das Áreas de Estudo.....	4
b) Definição dos Limites das Áreas de Estudo .....	8
c) Diagnóstico Ambiental .....	13
1.3 Metodologia Diagnóstico Ambiental .....	13
1.3.1 Diagnóstico do Meio Físico .....	13
1.3.1.1 Clima e Meteorologia .....	13
1.3.1.2 Qualidade do Ar .....	13
1.3.1.3 Ruídos e Vibrações.....	16
1.3.1.4 Geologia, Geomorfologia e Pedologia .....	19
1.3.1.5 Assoreamento dos Cursos de Água .....	22
1.3.1.6 Processos Morfodinâmicos Erosivos na AID - (Susceptibilidade à Processos Erosivos).....	23
1.3.1.7 Recursos Hídricos.....	26
1.3.1.8 Geoespeleologia .....	42
1.3.1.9 Área de Preservação Permanente – APP’s .....	44
1.3.1.10 Análise do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) na Área de Influência Direta (AID) do Projeto S11D .....	45
1.3.2 Metodologia Meio Biótico.....	47
1.3.2.1 Considerações Iniciais .....	47
1.3.2.2 Flora.....	51
1.3.2.3 Avifauna .....	72
1.3.2.4 Herpetofauna .....	81
1.3.2.5 Mastofauna Terrestre.....	87
1.3.2.6 Mastofauna Voadora .....	98
1.3.2.7 Entomofauna de Importância Sanitária .....	104
1.3.2.8 Melitofauna - Abelhas Nativas .....	109
1.3.2.9 Termitofauna .....	118
1.3.2.10 Bioespeleologia .....	123
1.3.2.11 Biota Aquática.....	126
1.3.2.12 Ictiofauna.....	129
1.3.3 Diagnóstico do Meio Socioeconômico .....	135
1.3.3.1 Área de Influência Indireta - AII .....	135
1.3.3.2 Área de Influência Direta - AID.....	138
1.3.3.3 Área de Entorno - AE .....	140
1.3.3.4 Área Diretamente Afetada - ADA.....	140
1.3.3.5 Diagnóstico Arqueológico da Área de Influência Indireta (AII).....	140
1.3.3.6 Metodologia do Diagnóstico Arqueológico da Área de Influência Direta (AID) .....	141
d) Sazonalidade dos dados referentes ao Diagnóstico Ambiental .....	145
e) Situação ambiental da área de influência, antes da Implantação do empreendimento.....	145

f) Caracterização Ambiental – Áreas de Abrangência Específicas .....	145
g./h) Levantamento do patrimônio arqueológico histórico e cultural.....	146
i) Cartografia.....	146
j./k) O Prognóstico Ambiental.....	146
1.4 Metodologia do Prognóstico Ambiental.....	146
1.4.1 Modelagem da Qualidade do Ar.....	147
1.4.2 Modelagem Hidrogeológica .....	148
1.4.3 Estudo de Autodepuração .....	150
1.5 Metodologia da Avaliação de Impactos Ambientais.....	157
l) Os programas ambientais .....	166
m) Plano de Monitoramento e de Gerenciamento de Risco .....	166
1.6 Estudo de Análise de Risco .....	166
n) Programas Ambientais - Conteúdo.....	169
o) Assinaturas e rubricas.....	169
p./q) Disponibilização de Cópias do Estudo.....	169
2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA DE CONSULTORIA RESPONSÁVEL PELOS ESTUDOS .....	169
2.1 Identificação do Empreendedor.....	169
2.2 Identificação da Empresa de Consultoria Responsável pelos Estudos.....	170
3. REGULAMENTAÇÃO APLICÁVEL.....	177
3.1 Legislação Mineral .....	177
3.2 Legislação Ambiental.....	180
3.2.1 Padrões de Emissão e de Qualidade Ambiental.....	180
3.2.2 Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos .....	183
3.2.3 Instrumentos de Gestão do Patrimônio Espeleológico .....	189
3.2.4 Instrumentos de Proteção da Biodiversidade e Gestão de Recursos da Flora .....	191
3.2.4.1 Espaços Territoriais especialmente Protegidos .....	191
3.2.4.2 Disciplina do Uso dos Recursos da Flora.....	210
3.2.5 Fauna.....	213
3.2.6 Arqueologia .....	216
3.2.7 Legislação Municipal de Canaã dos Carajás .....	218
4. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS .....	219
4.1 Alternativas Tecnológicas .....	219
4.2 Alternativas para Transporte do Minério para Beneficiamento .....	223
4.3 Alternativas Locacionais .....	223
5. DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	249
5.1 Histórico do Empreendimento.....	249
5.2 Informações Gerais.....	250
5.3 Objetivos e Justificativas .....	268
5.4 Descrição do Projeto.....	269
5.4.1 Operações Unitárias Principais.....	269
5.4.1.1 Operações Unitárias Principais da Etapa de Implantação .....	270
5.4.1.2 Operações Unitárias Principais da Etapa de Operação.....	271
5.4.1.3 Operações Unitárias Principais da Etapa de Fechamento .....	299
5.4.2 Operações Unitárias Auxiliares .....	301
5.4.2.1 Operações Unitárias Auxiliares da Etapa de Implantação .....	301

5.4.2.2 Operações Unitárias Auxiliares da Etapa de Operação.....	313
5.4.2.3 Operações Unitárias Auxiliares da Etapa de Fechamento.....	326
5.4.3 Operações Unitárias de Controle da Qualidade Ambiental.....	328
I) Insumos .....	328
II) Recursos Hídricos .....	345
III) Produtos .....	351
IV) Cronogramas do Empreendimento .....	351
V) Sistemas de Controle da Qualidade Ambiental .....	357
V.1) Efluentes .....	357
V.2) Resíduos.....	368
V.3) Emissões Atmosféricas .....	382
V.4) Ruído e Vibração .....	388
V.5) Drenagem e Geração de Sedimentos .....	391

## VOLUME II-A

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	1
a) Diagnóstico Ambiental .....	1
b) Metodologia.....	1
c) Análise Ambiental Integrada .....	1
d) Análise de Paisagem.....	1
e) Apresentação do Diagnóstico .....	1
f) Avaliação de Impactos .....	1
6.1 Meio Físico.....	2
6.1.1 Introdução .....	2
a) Base Cartográfica .....	2
b) Imagens de Satélite.....	2
c) Carta Topográfica - Cartografia .....	3
d) Caracterização da Cobertura Vegetal e dos Corpos de Água por Geoprocessamento .....	3
6.1.2 Clima e Meteorologia .....	4
a) Descrição do padrão climático local e regional.....	4
b) Séries históricas .....	28
6.1.3 Qualidade do Ar.....	28
a) Caracterização da qualidade do ar .....	28
6.1.3.1 Condições Meteorológicas Registradas Durante a Campanha de Monitoramento da Qualidade do Ar .....	28
6.1.3.2 Análise dos Dados de Qualidade do Ar.....	33
6.1.4 Ruído e Vibração .....	41
a/b) Caracterização da Área de Inserção do Projeto Ferro Carajás S11D .....	43
6.1.4.1 Considerações.....	55
6.1.5 Geologia.....	56
a) Descrição da Geologia (Descrição da estratigrafia, petrologia, geologia estrutural, da AII, AID e ADA) .....	56
6.1.5.1 Geologia da Área de Influência Indireta (AII) .....	56
6.1.5.2 Geologia da Área de Influência Direta (AID) e Diretamente Afetada (ADA).....	76
a) Descrição da Geologia.....	76
b) Mapeamento Geológico .....	87
c) Análise litoestrutural e geotécnica das áreas de cava/Delimitação das formações superficiais.....	122

d) Delimitação das Formações Superficiais e Processos Erosivos .....	126
6.1.5.3 Síntese Temática.....	129
6.1.6 Geomorfologia .....	130
6.1.6.1 Geomorfologia da Área de Influência Indireta (AII) .....	130
6.1.6.2 Geomorfologia da Área de Influência Direta (AID) e Diretamente Afetada (ADA).....	149
6.1.7 Pedologia .....	154
a) Descrição da pedologia e tipos de solo.....	154
6.1.7.1 Pedologia da Área de Influência Indireta (AII).....	154
6.1.7.2 Pedologia da Área de Influência Direta (AID) e Diretamente Afetada (ADA) ....	159
b) Descrição e mapeamento das áreas mais propensas ao desenvolvimento de processos erosivos .....	201
6.1.8 Recursos Hídricos .....	207
I. Hidrologia .....	207
6.1.8.1 Hidrologia da Área de Influência Indireta (AII).....	207
a) Descrição Fisiográfica das Bacias Hidrográficas – AII.....	207
b) Caracterização do Sistema Hidrográfico e do Regime Hidrológico da AII .....	208
c) Caracterização da Pluviosidade e Evapotranspiração da AII .....	220
d) Balanço Hídrico e Parâmetros Hidrológicos da AII.....	226
e) Caracterização do Regime Hidrológico da Bacia Hidrográfica .....	229
f) Caracterização dos Ecossistemas Aquáticos da AII .....	229
g) Características do Regime de Produção de Sedimentos da AII .....	230
6.1.8.2 Hidrologia da Área de Influência Direta (AID) e Diretamente Afetada (ADA)....	233
a) Descrição Fisiográfica das Bacias Hidrográficas Locais – AID e ADA.....	233
b) Caracterização do Sistema Hidrográfico e do Regime Hidrológico da AID e da ADA.....	237
c) Caracterização da Pluviosidade e Evapotranspiração na AID e na ADA .....	247
d) Balanço Hídrico e Parâmetros Hidrológicos da AID e da ADA.....	247
e) Caracterização do Regime Hidrológico da Bacia Hidrográfica .....	248
f) Caracterização dos Ecossistemas Aquáticos da AID e da ADA.....	248
II Qualidade dos Corpos de Água .....	249
6.1.8.3 Qualidade dos Corpos de Água da Área de Influência Indireta (AII).....	249
a) Identificação, classificação e mapeamento dos corpos de água presentes nas áreas de influência .....	249
b) Caracterização dos Corpos de Água quanto à Classe e Enquadramento .....	249
c) Classificação Hidroquímica das Águas Superficiais e Subterrâneas.....	271
d) Estudo de capacidade de suporte de carga dos corpos de água da AII receptores dos efluentes do empreendimento .....	271
e) Substâncias, entre aquelas previstas na Resolução CONAMA 357/05 para padrões de qualidade de água, que poderão estar contidas no efluente lançado.....	271
f) Substâncias presentes no efluente lançado, não contempladas na Resolução CONAMA 357/05, porém de conhecimento do empreendedor .....	272
g) Situação da área diretamente afetada pelo empreendimento em relação aos corpos receptores.....	272
h) Metodologias utilizadas e critérios de escolha dos pontos e datas de amostragem .	272
i) Mapeamento das nascentes e vazão das mesmas situadas dentro da área de influência direta pelo empreendimento .....	272
j) Localização de fontes potenciais poluidoras .....	272
k) Mapa com a localização dos pontos de amostragem.....	272
l) Identificação de Pontos de Assoreamento na AII .....	272
6.1.8.4 Qualidade dos Corpos de Água da Área Indiretamente Afetada (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) .....	273

a) Identificação e mapeamento dos corpos de água presentes nas AID e ADA.....	273
b) Caracterização dos corpos de água quanto à classe e enquadramento .....	273
c) Classificação hidroquímica das águas superficiais e subterrâneas .....	335
d) Estudo de capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor dos efluentes	343
e) Substâncias, entre aquelas previstas na Resolução CONAMA 357/05 para padrões de qualidade de água, que poderão estar contidas no efluente lançado.....	385
f) Substâncias presentes no efluente lançado, não contempladas na Resolução CONAMA 357/05 .....	386
g) Situação da área diretamente afetada pelo empreendimento em relação aos corpos receptores .....	388
h) Metodologias utilizadas e critérios de escolha dos pontos de amostragem .....	388
i) Mapeamento das nascentes e vazão das mesmas situadas dentro da área de influência direta pelo empreendimento .....	389
j) Localização de fontes potenciais poluidoras, com indicações de suas possíveis cargas contaminantes e identificação de áreas críticas .....	403
k) Mapa com a localização dos pontos de amostragem.....	404
l) Identificação de pontos de assoreamento nas áreas de influência.....	405
III. Usos das Águas Superficiais e Subterrâneas.....	409
IV. Hidrogeologia .....	420
a) Área de ocorrência, tipo, geometria, litologia, estruturas geológicas, propriedades físicas e hidrodinâmicas e outros aspectos do(s) aquífero(s) presente(s), estabelecendo a relação das águas subterrâneas com as superficiais.....	420
b) Caracterização da Piezometria dos Aquíferos e sua Rede de Monitoramento na Área de Influência Direta do Empreendimento.....	439
c) Poços de bombeamento .....	455
d) Determinação de permeabilidade média das camadas saturadas .....	455
e) Determinação, em cartas hidrogeológicas, das áreas de recarga, circulação e descarga dos aquíferos existentes .....	456
f) Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos subterrâneos nas Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) do empreendimento .....	459
g) Levantamento de dados hidrodinâmicos dos aquíferos.....	469
h) Apresentação de mapa potenciométrico dos aquíferos, com indicação do fluxo subterrâneo.....	469
i) Análise da disponibilidade e demanda dos recursos hídricos subterrâneos .....	469
j) Cálculo das reservas permanentes, reguladoras, explotáveis e totais .....	473
k) Modelagem conceitual e matemática (com base em dados primários) dos recursos hídricos para análise da interconexão de aquíferos e cursos d'água .....	480
l) Proposta de uso pela empresa dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos ....	502
6.1.9 Patrimônio Espeleológico .....	523
6.1.9.1 Geoespeleologia da Área de Influência Indireta (AII) .....	523
6.1.9.2 Geoespeleologia Preliminar da Área de Influência Direta (AID) e Diretamente Afetada (ADA) .....	525
6.1.10 Áreas Protegidas – Áreas de Preservação Permanente – APP.....	545
6.1.10.1 Áreas de Preservação Permanente - APP de Nascentes, de Cursos de Água e de Lagoas .....	545
6.1.10.2 Área de Preservação Permanente - APP de Topos de Montanha e de Encostas ou Parte de Encostas com declividade superior a 100% .....	545
6.1.10.3 Conclusão .....	546
6.1.11 Análise do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) na Área de Influência Direta (AID) do Projeto Ferro Carajás S11D .....	547

**VOLUME III-A**

6.2 Meio Biótico.....	1
6.2.1 Ecossistemas Terrestres .....	1
6.2.1.1 Flora.....	1
I. Caracterização Fisionômica Regional .....	1
II. Análise da Paisagem.....	7
III. Unidades de Conservação .....	12
a) Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri – Flona de Tapirapé-Aquiri .....	16
b) Floresta Nacional de Carajás – Flona de Carajás .....	22
c) Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado – APA do Gelado.....	26
d) A Reserva Biológica do Tapirapé .....	28
e) Floresta Nacional de Itacaiúnas – Flona de Itacaiúnas.....	29
IV. Estudos de Vegetação na Área de Influência Indireta .....	30
a) Levantamentos Florísticos e Fitosociológicos na Área de Influência Indireta (AII) .....	34
b) Espécies de Ampla Distribuição na AII .....	37
c) Espécies Endêmicas.....	38
d) Espécies Novas para a Ciência.....	41
e) Espécies Raras .....	43
f) Espécies Ameaçadas .....	44
g) Espécies de Interesse Econômico.....	45
h) Espécies de Maior Interesse Científico .....	46
I. Caracterização Fitofisionômica Local .....	47
II. Análise da paisagem.....	48
a) Fragmentação dos Ambientes Florestais, Conectividade e Estágio Sucessional .....	48
b) Efeito de Borda Atual.....	55
III. Levantamentos Florísticos na Área Diretamente Afetada e Área de Influência Direta.....	63
a) Classificação da Flora do Projeto Ferro Carajás S11D por Estratos .....	64
b) Espécies de Interesse Extrativista e Comercial .....	87
c) Espécies endêmicas .....	93
d) Espécies novas para a ciência.....	94
e) Espécies raras .....	95
f) Espécies ameaçadas de Extinção .....	96
g) Espécies de Interesse Científico .....	97
h) Espécies exóticas .....	99
IV. Caracterização e Levantamentos Fitofisionômicos na ADA/AID.....	99
a) Ambientes Florestais .....	100
b) Formações savânico-estépicas.....	127
c) Ambientes Hidromórficos .....	137
d) Pastagens e lavouras .....	146
6.2.1.2 Avifauna .....	149
a) Caracterização da Área de Estudo .....	156
b) Curvas do Coletor.....	159
c) Caracterização por Fitofisionomia.....	162
d) Hábitos Peculiares, Estratos Preferenciais e Dieta.....	182
e) Áreas de Dessedentação .....	184
f) Biologia Reprodutiva e Locais de Reprodução.....	185
g) Migração.....	188
h) Espécies Endêmicas, Raras e Ameaçadas .....	212
i) Valor Científico.....	221



j) Espécies Cinegéticas .....	222
6.2.1.3 Herpetofauna .....	223
<u>Anfíbios</u> .....	226
a) Caracterização por Fitofisionomia.....	226
b) Riqueza de Espécies .....	226
c) Curva do Coletor .....	235
d) Habitats e Microhabitats Preferenciais.....	236
e) Hábitos Alimentares .....	236
f) Áreas de Dessedentação.....	238
g) Biologia Reprodutiva e Locais de Reprodução.....	238
h) Migração.....	240
i) Indicadores Ambientais.....	240
j) Espécies Endêmicas e de Distribuição Restrita.....	241
k) Espécies Ameaçadas.....	241
l) Espécies Cinegéticas .....	241
m) Espécies de Maior Interesse Científico .....	242
<u>Lagartos e Anfisbenas</u> .....	242
a) Caracterização por Fitofisionomia.....	242
b) Riqueza de Espécies .....	242
c) Curva do Coletor .....	245
d) Habitats e Microhabitats Preferenciais.....	246
e) Hábitos Alimentares .....	247
f) Áreas de Dessedentação.....	248
g) Biologia Reprodutiva e Locais de Reprodução.....	248
h) Migração.....	249
i) Indicadores Ambientais.....	249
j) Espécies Endêmicas e de Distribuição Restrita.....	249
k) Espécies Ameaçadas.....	249
l) Espécies Cinegéticas .....	250
m) Espécies de Maior Interesse Científico .....	250
<u>Serpentes</u> .....	250
a) Caracterização por Fitofisionomia.....	250
b) Curva do Coletor .....	252
c) Habitats e Microhabitats Preferenciais .....	253
d) Hábitos Alimentares .....	253
e) Áreas de Dessedentação .....	254
f) Biologia Reprodutiva e Locais de Reprodução.....	254
g) Migração.....	255
h) Indicadoras ambientais .....	255
i) Espécies Endêmicas e de Distribuição Restrita.....	255
j) Espécies Ameaçadas .....	255
k) Cinegéticas .....	256
l) Espécies de Maior Interesse Científico .....	256
<u>Quelônios e Crocodilianos</u> .....	256
a) Caracterização por Fitofisionomia.....	256
b) Curva do Coletor .....	257
c) Habitats e Microhabitats Preferenciais .....	257
d) Hábitos Alimentares .....	257
e) Áreas de Dessedentação .....	258
f) Biologia Reprodutiva e Locais de Reprodução.....	258

g) Migração.....	258
h) Indicadoras ambientais .....	258
i) Espécies Endêmicas e de Distribuição Restrita.....	258
j) Espécies Ameaçadas .....	258
k) Cinegéticas .....	259
l) Espécies de Maior Interesse Científico .....	259
6.2.1.4 Mastofauna Terrestre.....	260
a) Caracterização por Fitofisionomia.....	270
b) Curva do Coletor .....	271
c) Habitats Preferenciais .....	295
d) Hábitos Alimentares .....	295
e) Áreas de Dessedentação .....	300
f) Biologia Reprodutiva e Locais de Reprodução.....	300
g) Migração.....	301
h) Espécies Indicadoras .....	301
i) Espécies Endêmicas e Raras .....	302
j) Espécies Ameaçadas de Extinção .....	303
k) Espécies Cinegéticas .....	303
l) Espécies de Valor Científico .....	304
6.2.1.5 Mastofauna Voadora .....	305
a) Riqueza Total de Espécies .....	318
b) Curva do Coletor .....	322
c) Caracterização por Fitofisionomia.....	329
d) Habitats Preferenciais.....	335
e) Hábitos Alimentares .....	336
f) Áreas de Dessedentação.....	339
g) Biologia Reprodutiva e Locais de Reprodução.....	339
h) Migração.....	340
i) Indicadores Ambientais.....	341
j) Endêmicas e Raras .....	341
k) Espécies Ameaçadas.....	341
l) Cinegéticas .....	342
m) Valor Científico.....	342
6.2.1.6 Entomofauna de Importância Sanitária .....	344
a) Riqueza de Espécies .....	350
b) Curva do Coletor .....	366
c) Caracterização por fitofisionomia .....	368
d) Habitats preferenciais .....	380
e) Hábitos Alimentares .....	381
f) Áreas de dessedentação.....	381
g) Biologia Reprodutiva e Locais de Reprodução.....	381
h) Migração.....	382
i) Indicadores ambientais .....	382
j) Espécies Endêmicas e de Distribuição Restrita.....	382
k) Espécies Ameaçadas.....	382
l) Espécies Cinegéticas .....	382
m) Espécies de Maior Interesse Científico .....	382
6.2.1.7 Melitofauna .....	385
6.2.1.7.1 Diagnóstico da Área de Influência Indireta (AII).....	386
6.2.1.7.2 Caracterização da ADA/AID .....	394

a) Riqueza de Espécies .....	394
b) Caracterização por Fitofisionomia .....	412
c) Habitats Preferenciais .....	415
d) Hábitos Alimentares .....	416
e) Áreas de Dessedentação .....	416
f) Biologia Reprodutiva e Locais de Reprodução.....	416
g) Migração.....	418
h) Indicadoras Ambientais .....	418
i) Espécies Endêmicas e Raras .....	419
j) Espécies Ameaçadas .....	419
k) Cinegéticas .....	419
l) Valor Científico.....	419
m) Dados preliminares da Campanha 02.....	420
6.2.1.7.3 Síntese Conclusiva do Diagnóstico Ambiental.....	420
6.2.1.7.4 Biologia Floral e Polinização.....	421
a) Caracterização geral .....	422
b) Visitantes Florais e Possíveis Polinizadores .....	426
c) Caracterização das áreas .....	434
d) Caracterização dos ambientes .....	436
e) Indicadoras Ambientais .....	439
f) Dados preliminares da Segunda Campanha (02).....	440
g) Síntese Conclusiva da Polinização .....	440
6.2.1.8 Termitofauna .....	440
a) Riqueza de Espécies .....	449
b) Curvas do Coletor.....	451
c) Caracterização por fitofisionomia .....	457
d) Habitats preferenciais .....	460
e) Hábitos Alimentares .....	460
f) Áreas de Dessedentação.....	460
g) Biologia Reprodutiva e Locais de Reprodução.....	461
h) Migração.....	461
i) Indicadoras Ambientais.....	461
j) Endêmicas e Raras .....	461
k) Ameaçadas.....	461
l) Cinegéticas .....	462
m) Valor Científico.....	462
6.2.1.9 Bioespeleologia .....	463
a) Comunidade Cavernícola .....	463
a) Fauna Subterrânea Brasileira.....	463
a) Descrição das Cavidades Inventariadas.....	464
b) Fauna Inventariada .....	468
6.2.2 Ecossistemas Aquáticos.....	497
6.2.2.1 Biota Aquática.....	497
a) Parâmetros Físico-Químico .....	516
b) Caracterização por fitofisionomia .....	519
c) Indicadores ambientais .....	566
d) Espécies Endêmicas e Raras.....	566
e) Espécies Ameaçadas.....	566
f) Interesse para Saúde Pública.....	566
g) Valor Científico.....	566

6.2.2.2 Ictiofauna .....	567
a) Curva do Coletor .....	578
b) Caracterização por Ambientes Amostrados .....	581
c) Biologia Reprodutiva e Locais de Reprodução .....	586
d) Espécies Indicadoras Ambientais .....	588
e) Espécies Endêmicas, Raras e Ameaçadas .....	588
f) Espécies de Interesse .....	588
g) Espécies de Valor Científico .....	589
h) Espécies Migradoras .....	589
6.2.2.3 O Ambiente da Savana Estépica e Sua Conservação .....	591

## VOLUME IV-A

6.3 Meio Socioeconômico .....	1
6.3.1 Diagnóstico da Área de Influência Indireta - AII .....	1
6.3.1.1 Dinâmica Sociocultural .....	4
I. Processo Histórico de Ocupação do Território .....	4
a) Histórico da ocupação rural e urbana e principais processos de transformação .....	4
b) O Sudeste do Pará e o Pioneirismo de Marabá .....	7
c) O Processo de Integração Nacional e a Ocupação do Território .....	11
d) O Desenvolvimento do Programa Grande Carajás - PGC e Outras Frentes de Ocupação .....	14
e) Estruturação Político-Administrativa da Área de Interesse .....	16
II. Dinâmica Populacional .....	23
a) Distribuição Espacial da População .....	23
b) Evolução da População .....	24
III. Condições de Vida .....	43
a) Qualidade de Vida .....	43
b) Educação .....	51
c) Saúde .....	55
IV. Infraestrutura Básica .....	65
a) Sistemas Viários .....	65
b) Serviços Básicos .....	69
6.3.1.2 Estrutura Produtiva e de Serviços .....	72
I. Economia Regional .....	72
a) Dinâmica Econômica .....	72
II. Estrutura Ocupacional .....	83
a) Composição e Evolução da População em Idade Ativa (PIA), da Economicamente Ativa (PEA) e da População Ocupada (POC) .....	83
b) POC por Setores de Atividade Econômica .....	85
c) Comportamento da Taxa de Desocupação (TD) .....	89
d) Distribuição da Ocupação e de Rendimentos no Mercado de Trabalho .....	91
e) Trabalho Clandestino / Trabalho Escravo .....	100
6.3.2 Diagnóstico da Área de Influência Direta - AID .....	101
6.3.2.1 Canaã dos Carajás .....	101
6.3.2.1.1 Dinâmica Sociocultural .....	101
I. Processo Histórico de Ocupação do Território .....	101
a) Histórico da ocupação rural e urbana e principais processos de transformação .....	101
II. Dinâmica Populacional .....	102

a) Distribuição espacial da população .....	102
b) Densidade Demográfica e Grau de Urbanização .....	105
c) Evolução da População.....	106
d) Composição da População.....	110
e) Movimentos Migratórios .....	114
f) Reservas de população indígena e/ou de populações tradicionais (quilombolas) ....	115
III. Condições de Vida .....	115
a) Qualidade de Vida .....	115
b) Assentamentos Humanos .....	118
c) Educação.....	120
d) Saúde .....	134
f) Segurança Pública.....	151
IV. Uso e Ocupação do Solo .....	153
a) Zoneamento e outros normativos legais de parcelamento e de uso e ocupação do solo.....	153
b) Áreas rurais, urbanas e de expansão urbana.....	156
c) Áreas de valor histórico e outras de possível interesse para pesquisa científica ou preservação .....	159
d) Áreas Ambientalmente Protegidas .....	159
e) Usos urbanos.....	159
f) Infraestrutura regional.....	162
g) Usos rurais.....	163
h) Regime de propriedade e padrão da estrutura fundiária.....	163
V. Infraestrutura Básica .....	164
a) Sistema Viário e Transportes.....	164
b) Energia Elétrica .....	168
c) Iluminação Pública .....	170
d) Redes de Comunicação .....	170
e) Saneamento Ambiental.....	170
6.3.2.1.2 Organização Social, Cultural e Político-institucional .....	178
I. Organização da sociedade civil.....	178
a) Existência de conselhos comunitários .....	178
b) Análise de situações de conflitos, expectativas e apreensões existentes.....	180
II. Ações Governamentais .....	186
a) Planos e Programas Governamentais .....	186
b) Gestão Participativa.....	190
c) Correlação do poder político local com as relações estaduais e federais .....	191
d) Capacidade de articulação do município.....	191
e) Gestão pública e articulação institucional .....	191
f) Gestão Tributária.....	192
g) Documentos subscritos pela Vale.....	193
III. Ações Empresariais (Vale) e de outras Empresas.....	193
IV. Patrimônio Natural e Cultural.....	196
a) Áreas e monumentos naturais, culturais e/ou de relevância espiritual/religiosa; cavernas, picos, cachoeiras, entre outros; sítios paleontológicos e/ou arqueológicos..	196
b) Áreas de edificações de valor histórico e arquitetônico .....	196
6.3.2.1.3 Estrutura Produtiva e de Serviços .....	196
I. Economia Regional.....	196
a) Formação da economia e suas tendências no período recente.....	196
b) Principais eixos e fatores determinantes do crescimento econômico.....	198

c) Atividade Econômica .....	199
d) Caracterização da Atividade Econômica.....	199
e) Capacidade do empreendedorismo local .....	204
f) Atividades de cooperativismo e associativismo.....	204
g) Trabalho Informal.....	204
II. Estrutura Ocupacional .....	205
a) População Economicamente Ativa (PEA).....	205
b) População Ocupada (POC).....	207
c) Condição de ocupação .....	208
d) Renda na ocupação principal e outras .....	209
e) Distribuição da população ocupada nos setores da economia.....	210
f) Taxa de desocupação/índices de desemprego.....	211
g) Trabalho infantil .....	212
h) Trabalho clandestino/escravo .....	212
III. Finanças Públicas Municipais.....	212
a) Receitas, despesas, níveis de endividamento e de investimento .....	212
b) Receitas Próprias .....	217
c) Transferências Correntes .....	218
d) Investimentos com recursos próprios e de terceiros.....	220
6.3.2.1.4 Relações de dependência da população com os recursos ambientais.....	220
6.3.2.1.5 Caracterização das Vilas do Município de Canaã dos Carajás.....	220
a) Vila Mozartópolis.....	221
b) Vila Ouro Verde – CEDERE III.....	233
c) Vila Feitosa.....	244
d) Vila Bom Jesus .....	255
e) Vila Planalto .....	266
6.3.2.2 Parauapebas .....	278
6.3.2.2.1 Dinâmica Sociocultural.....	278
I. Processo Histórico de Ocupação do Território.....	278
a) Histórico da ocupação rural e urbana e principais processos de transformação .....	278
II. Dinâmica Populacional.....	278
a) Distribuição espacial da população .....	278
b) Densidade Demográfica e Grau de Urbanização .....	281
c) Evolução da População.....	281
d) Composição da População.....	286
e) Movimentos Migratórios .....	289
f) Reservas de população indígena e/ou de populações tradicionais (quilombolas) ....	290
III. Condições de Vida .....	291
a) Qualidade de Vida .....	291
b) Assentamentos Humanos .....	294
c) Educação.....	298
d) Educação Básica.....	298
e) Saúde .....	312
f) Lazer, Turismo, Religião e Cultura.....	331
g) Segurança Pública .....	333
IV. Uso e Ocupação do Solo .....	334
a) Zoneamento e Outros Normativos Legais de Parcelamento e de Uso e Ocupação do Solo .....	334
b) Áreas rurais, urbanas e de expansão urbana.....	341

c) Áreas de valor histórico e outras de possível interesse para pesquisa científica ou preservação .....	341
d) Áreas Ambientalmente Protegidas .....	342
e) Usos urbanos.....	342
f) Infraestrutura regional.....	342
g) Usos rurais.....	342
h) Regime de propriedade e padrão da estrutura fundiária.....	347
V. Infraestrutura Básica .....	351
a) Sistema Viário e Transportes.....	351
b) Energia Elétrica .....	352
c) Iluminação Pública .....	353
d) Redes de Comunicação .....	354
e) Saneamento Ambiental.....	355
6.3.2.2.2 Organização Social, Cultural e Político-Institucional.....	367
I. Organização da Sociedade Civil.....	367
a) Existência de Conselhos Comunitários .....	367
b) Análise de situações de conflitos, expectativas e apreensões existentes.....	373
II. Ações Governamentais .....	374
a) Planos e Programas Governamentais .....	374
b) Gestão Participativa.....	380
c) Correlação do poder político local com as relações estaduais e federais .....	381
d) Capacidade de articulação do município.....	381
e) Gestão pública e articulação institucional .....	381
f) Gestão Tributária.....	382
g) Documentos subscritos pela Vale.....	384
III. Ações Empresariais (Vale) e de outras Empresas.....	384
IV. Patrimônio Natural e Cultural.....	387
a) Áreas e monumentos naturais, culturais e/ou de relevância espiritual/religiosa; cavernas, picos, cachoeiras, entre outros; sítios paleontológicos e/ou arqueológicos..	387
b) Áreas de edificações de valor histórico e arquitetônico .....	387
6.3.2.2.3 Estrutura Produtiva e de Serviços .....	387
I. Economia Regional.....	387
a) Formação da economia e suas tendências no período recente.....	387
b) Principais eixos e fatores determinantes do crescimento econômico.....	388
c) Atividade Econômica .....	390
d) Caracterização da Atividade Econômica.....	390
e) Capacidade de empreendedorismo local .....	396
f) Atividades de cooperativismo e associativismo.....	396
g) Trabalho informal.....	397
II. Estrutura Ocupacional .....	397
a) População economicamente ativa (PEA) .....	397
b) População Ocupada (POC).....	399
c) Condição de Ocupação .....	400
d) Renda na ocupação principal e outras .....	401
e) Distribuição da População Ocupada nos setores da economia.....	402
f) Taxa de desocupação/índices de desemprego .....	403
g) Trabalho infantil .....	403
h) Trabalho clandestino/escravo .....	403
III. Finanças Públicas Municipais.....	403
a) Receitas, despesa, níveis de endividamento e de investimento.....	403

b) Receitas Próprias .....	408
c) Transferências Correntes .....	409
d) Investimentos com recursos próprios e de terceiros.....	410
6.3.2.2.4 Relações de dependência da população com os recursos ambientais.....	410
6.3.2.2.5 Caracterização das Vilas do Município de Parauapebas .....	411
a) Vila CEDERE I .....	411
b) Vila Onalício Barros (Vila Goiás).....	423
c) Síntese das Vilas de Parauapebas .....	435
6.3.2.3 Patrimônio Natural .....	436
I. Objetivo Geral .....	436
II. Objetivos específicos.....	436
III. Ecoturismo e Atrativos Naturais .....	436
IV. Metodologia .....	437
a) Estratégia Utilizada para o Levantamento dos Atrativos Naturais.....	438
b) Trabalhos de campo.....	439
c) Método usado de avaliação dos atrativos naturais.....	439
d) Caracterização física dos atrativos naturais.....	439
e) Caracterização da visitação dos atrativos .....	440
f) Avaliação dos riscos potenciais de acidentes nos locais dos atrativos .....	440
g) Classificação dos atrativos naturais.....	440
V. Atrativos Naturais da Área de Estudo.....	441
a) Atrativos naturais de Mozartópolis (Racha Placa) e entorno .....	441
b) Área do Corpo S11 – FLONA Carajás.....	451
c) Cavidades.....	465
VI. Considerações Finais .....	465
6.3.2.4 Área de Entorno da ADA .....	466
6.3.2.5 Área Diretamente Afetada – ADA .....	480
6.3.3 Relações de Dependência da População com os Recursos Ambientais .....	494
I. Usos da Terra.....	495
II. Usos da Água.....	497
III. Extrativismo Vegetal, Animal e Mineral .....	501
IV. Considerações Finais .....	504
6.3.4 Comunidade Xikrin.....	506
I. Ocupação Indígena da Amazônia e da Região de Carajás.....	514
a) Situação nas Aldeias .....	518
6.3.5 Arqueologia .....	524
6.3.5.1 Etnografia Regional.....	524
I. Características culturais gerais das tribos de língua Tupi.....	526
II. Características culturais gerais das tribos de língua Jê.....	527
III. Considerações sobre a cultura material das tribos indígenas historicamente registradas na área de influência indireta .....	530
6.3.5.2 Diagnóstico Arqueológico da Área de Influência Indireta (AII).....	531
I. Arqueologia dos Caçadores-coletores .....	535
II. Arqueologia dos Horticultores .....	537
6.3.5.3 Diagnóstico Arqueológico da Área de Influência Direta.....	541
I. Platô do Bloco D.....	541
II. Cavidades Naturais.....	545
III. Área externa à Flona de Carajás e Igarapé Sossego.....	553
6.3.5.4 Conclusão .....	567



**VOLUME V-A**

7. ANÁLISE AMBIENTAL INTEGRADA.....	1
a./b./c) Premissas Adotadas para Elaboração da Análise Ambiental Integrada .....	1
7.1. Arranjo Físico da Porção Central e Meridional da Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiúnas ...	9
7.2 As Unidades Ambientais da ADA e AID.....	19
7.2.1 Colinas e Patamares com Argissolos .....	19
7.2.2 O Corpo S11 .....	21
7.3 Contexto Socioeconômico.....	37
7.3.1 Contexto Socioeconômico Regional.....	37
7.4 Considerações.....	39
8. PROGNÓSTICO COM AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS .....	41
8.1 A Abordagem Prognóstica .....	42
8.2 Prognóstico Sem o Empreendimento .....	42
8.3 Prognóstico com o Empreendimento .....	48
8.4 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais.....	56
a) Metodologia de Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais .....	56
b) Descrição dos Impactos Ambientais .....	56
8.4.1 Meio Físico .....	56
8.4.2 Meio Biótico .....	86
8.4.3 Meio Socioeconômico .....	136
c) Síntese conclusiva dos impactos relevantes e suas interações .....	170
d) Valoração, magnitude e importância dos impactos.....	172
e) Análise e avaliação dos impactos ambientais.....	172
f) Identificação e avaliação dos efeitos decorrentes dos múltiplos usos dos recursos da Flona Carajás .....	172
g) Alternativas tecnológicas e locais para a realização do empreendimento, considerando-se os custos ambientais nas áreas críticas. ....	172
9 AÇÕES DE CONTROLE, MITIGAÇÃO E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL – PROGRAMAS AMBIENTAIS .....	173
9.1 Programas Ambientais.....	173
9.1.1 Meio Físico .....	173
9.1.1.1 Plano de Gestão de Recursos Hídricos Superficiais- PGRHSUP .....	173
9.1.1.2 Plano de Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos - PGRHSUB .....	192
9.1.1.3 Plano de Gestão da Qualidade do Ar.....	211
9.1.1.4 Plano de Gerenciamento de Resíduos – PGRRe.....	220
9.1.1.5 Plano de Controle e Monitoramento de Ruídos e Vibrações .....	222
9.1.2 Meio Biótico .....	227
9.1.2.1 Plano de Conservação da Biodiversidade.....	227
9.1.2.1.1 Programa do Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio) .....	228
9.1.2.1.2 Programa de Conservação da Biodiversidade Florística do Projeto Ferro Carajás.....	232
9.1.2.1.3 Programa de Conservação e Biodiversidade Faunística de Carajás.....	262
9.1.2.1.4 Programa Estudo de Comunidades Aquáticas de Ambientes Úmidos no Corpo S11 .....	325
9.1.2.1.5 Plano de Compensação Ambiental .....	330
9.1.2.1.6 Programa de Criação de Unidade de Conservação .....	333
9.1.3 Meio Socioeconômico .....	336
9.1.3.1 Programa de Acompanhamento da Migração .....	336

9.1.3.2 Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos .....	339
9.1.3.3 Programa de Fomento ao Desenvolvimento Socioeconômico Local.....	342
9.1.3.4 Programa de Apoio à Infraestrutura .....	345
9.1.3.5 Programa de Capacitação e Formação de Mão-de-Obra.....	347
9.1.3.6 Programa de Desenvolvimento de Fornecedores - PDF.....	350
9.1.3.7 Programa de Educação Ambiental .....	353
9.1.3.8 Programa de Saúde e Segurança.....	356
9.1.3.9 Programa de Comunicação Social.....	360
9.1.3.10 Programa de Arqueologia Preventiva.....	364
9.1.3.11 Programa de Educação Patrimonial.....	373
9.3.1.12 Outras Ações Corporativas.....	379
9.1.4 Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD .....	379
9.1.4.1 Introdução.....	379
9.1.4.2 Justificativa.....	379
9.1.4.3 Aspectos Conceituais da Recuperação e Revegetação.....	383
9.1.4.4 Objetivos .....	385
9.1.4.5 Caracterização das estruturas do Projeto.....	385
9.1.4.6 Plano de Trabalho.....	388
9.1.4.7 Monitoramento e manutenção das áreas recuperadas – Etapa de Implantação, Operação, Fechamento e Pós-Fechamento.....	417
9.1.4.8 Uso Futuro .....	424
9.1.4.9 Responsabilidade da Execução.....	424
9.1.4.10 Instituições Envolvidas.....	424
9.1.4.11 Fase de Execução/Cronograma .....	427
9.1.4.12 Desempenho Esperado .....	427
9.1.4.13 Abrangência.....	427
9.1.4.14 Responsabilidade pela Execução do Programa .....	427
9.1.5 Plano de Fechamento .....	431
9.1.5.1 Introdução.....	431
9.1.5.2 Objetivo .....	432
9.1.5.3 Metodologia.....	432
9.1.5.4 Uso Futuro .....	433
9.1.5.5 Plano Conceitual de Fechamento .....	433
10. ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCO .....	441
10.1 Análise Histórica de Acidentes .....	441
10.2 Identificação dos Perigos.....	446
10.2.1 Descrição das Instalações .....	446
10.2.2 Descrição dos Produtos (Insumos) .....	447
10.2.3 Identificação e Avaliação Qualitativa dos Eventos Perigosos.....	447
10.3 Estimativa das Frequências .....	463
10.3.1 Árvore de Eventos .....	463
10.3.2 Cálculos das Frequências .....	464
10.4 Cálculos das Conseqüências e Vulnerabilidade .....	465
10.4.1 Caracterização dos Cenários Acidentais .....	466
10.4.2 Resultados .....	467
10.5 Estimativa e Avaliação dos Riscos Ambientais .....	469
10.6 Medidas para Redução e Reavaliação dos Riscos.....	469
10.7 Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) .....	476

10.7.1	Informações de Segurança de Processo.....	477
10.7.2	Revisão dos Riscos de Processo.....	477
10.7.3	Gerenciamento de Modificações.....	477
10.7.4	Manutenção e garantia da integridade de Sistemas Críticos.....	478
10.7.5	Procedimentos Operacionais.....	478
10.7.6	Procedimentos para Realização de Serviços Não Rotineiros.....	478
10.7.7	Capacitação de Recursos Humanos.....	478
10.7.8	Investigação de Incidentes.....	479
10.7.9	Auditorias.....	479
10.8	Plano de Ação de Emergência (PAE).....	480
10.8.1	Objetivo.....	480
10.8.2	Cenários Acidentais.....	480
10.8.3	Organização de Emergência.....	480
10.8.4	Comunicação de Emergência e Acionamento do PAE.....	485
10.8.5	Procedimentos Emergenciais.....	487
10.8.6	Treinamentos e Exercícios.....	498
11.	CONCLUSÃO.....	499
12.	GLOSSÁRIO.....	505
12.1	Meio Físico.....	505
12.2	Meio Biótico.....	514
12.3	Meio Socioeconômico.....	525
13.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	529
13.1	Meio Físico.....	529
13.2	Meio Biótico.....	542
13.3	Meio Socioeconômico.....	581
13.4	Análise de Risco.....	589

**VOLUMES DE ANEXOS****VOLUME I-B**

ANEXO I – TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA) DO PROJETO FERRO – MINA/USINA S11D (JULHO/2009)

OFÍCIO DE FORMALIZAÇÃO DAS ALTERAÇÕES DO REFERIDO DOCUMENTO, DEFINIDAS NAS REUNIÕES REALIZADAS NO IBAMA JUNTO COM AS EQUIPES DA GOLDBERG E VALE, NO PERÍODO DE 18 A 19 DE AGOSTO DE 2009

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA ABORDAGEM DOS TEMAS HIDROGEOLOGIA E ANÁLISE DE RISCO PERTINENTE AO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D, EM CONFORMIDADE COM O QUE FOI ACORDADO NA REUNIÃO TÉCNICA REALIZADA NOS DIAS 18 E 19 DO MÊS DE AGOSTO DE 2009

**ANEXO II - MAPAS DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA**

- Anexo II – A – Figura 1.2.1.1 - ADA dos Meios Físico e Biótico e do Meio Socioeconômico e Cultural
- Anexo II – B – Figura 1.2.2.1 - AID dos Meios Físico e Biótico
- Anexo II – C – Figura 1.2.2.3 - Pontos de Medições Acústicas (ruídos) e Velocidade de Partículas (vibrações)
- Anexo II – D – Figura 1.2.2.4 - AID do Meio Socioeconômico e Cultural
- Anexo II – E – figura 1.2.2.5 - Propriedades da ADA do Meio Socioeconômico E Cultural e do Entorno Imediato
- Anexo II – F – Figura 1.2.3.1 – Área de Influência Indireta (AII) dos Meios Físico e Biótico
- Anexo II – G – Figura 1.2.3.2 - Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico e Cultural

**VOLUME I-C****ANEXO III - METODOLOGIA DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

- Anexo III-A - 1.3.2.1 - Mapa de Amostragem - Pontos de Levantamento por Fitofisionomia e Áreas Amostradas (ADA, Adjacente e Controle)
- Figura 1.3.2.2 - Pontos de Amostragem – Flora
- Figura 1.3.2.5 - Pontos de Amostragem – Avifauna
- Figura 1.3.2.6 - Pontos de Amostragem – Herpetofauna
- Figura 1.3.2.7 - Pontos de Amostragem – Mastofauna Não Voadora
- Figura 1.3.2.9 - Pontos de Amostragem – Mastofauna Voadora
- Figura 1.3.2.10 - Pontos de Amostragem da Entomofauna de Importância Sanitária
- Figura 1.3.2.12 - Pontos de Amostragem da Melitofauna – Abelhas Nativas
- Figura 1.3.2.14 - Pontos de Amostragem – Termitofauna
- Figura 1.3.2.15 – Pontos de Amostragem – Biota Aquática
- Figura 1.3.2.16 - Pontos de Amostragem - Ictiofauna

- Anexo III-B - Cópia das Autorizações de Captura, Coleta e Transporte de Fauna e Flora  
Autorização IBAMA 050/2007 – Coleta e Transporte de Recursos Pesqueiros e Invertebrados Aquáticos – Ictiofauna Algas Perifíticas e Macro Invertebrados Bentônicos - EIA/RIMA do Ramal Serra Sul  
Autorização IBAMA 054/2007 – Captura / Coleta / Transporte / Exposição – Levantamentos de Fauna Silvestre na Área da Serra Sul – Flona de Carajás  
Autorização IBAMA 085/2007 – Captura / Coleta / Transporte / Exposição – Levantamentos da Mastofauna, Herpetofauna, Avifauna e Invertebrados na Área de Influência do Ramal Serra Sul  
Autorização IBAMA 122/2008 – Captura / Coleta / Transporte / Exposição – Levantamentos da Avifauna Silvestre na Área de Influência da Flona de Carajás  
Autorização ICMBio 064/2008 – Coleta de Material Botânico na Flona Carajás – Estudo Similaridade  
Autorização ICMBio 064/2009 – Prorrogação da Autorização para Coleta de Material Botânico na Flona Carajás – Estudo Similaridade  
Autorização IBAMA 229/2009 – Autorização para Transporte de Material Biológico – Pequenos Mamíferos  
Autorização IBAMA 230/2009 – Autorização para Transporte de Material Biológico – Pequenos Mamíferos  
Autorização ICMBio 004/2010 – Autorização para Captura / Coleta / Transporte de Material Biológico – Pequenos Mamíferos Não Voadores (substitui a autorização IBAMA 229/2009)  
Autorização ICMBio 09/2010 – Levantamentos para o EIA S11D e Estudos de Similaridade de Savana da Flona de Carajás – Pesquisas Científicas com Coleta e Transporte de Material Biológico e Sedimentos de Rocha
- Anexo III-C - Cartas de Aceite
- Anexo III-D - Inventários Florestais  
Inventário Florestal em 8.868 Hectares da Floresta Ombrófila no Entorno de Serra Sul Da Floresta Nacional de Carajás (Instituto AMBIENTAL Vale, Fevereiro/2008)  
Inventário Florestal em 1037 Hectares de Floresta Degradada Localizada ao Sul da Floresta Nacional De Carajás (Nstituto Ambiental Vale do Rio Doce, Dezembro/2007)
- Anexo III-E - Avifauna - Tabela 1.3.2.9 - Pontos do Levantamento por Fitofisionomia e Áreas Amostradas (ADA, Adjacente e Controle)
- Anexo III-F - Quiropterofauna - Tabela 1.3.2.19 - Pontos de Amostragem por Fitofisionomia e Áreas Amostradas (ADA, Adjacente e Controle)
- Anexo III-G - Quiropterofauna - Lista dos Indivíduos Anilhados Registrados por Ponto de Coleta, Tipo de Registro, Dia de Coleta e Fitofisionomia
- Anexo III-H - Planos de Trabalho  
Plano de trabalho da qualidade do ar  
Plano de trabalho da espeleologia  
Plano de trabalho da hidrogeologia  
Plano de trabalho da flora

**VOLUME I-D**

ANEXO IV - ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ARTs

ANEXO V - DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

- Anexo V-A - Desenho FG-079-515-5020-0011-00-J – Plano Diretor
- Anexo V B - Figura 5.4.1.5 - Localização das Cavidades
- Anexo V C - Fichas de informações dos Insumos

**VOLUME II-B**

ANEXO VI - CARTA TOPOGRÁFICA EM ESCALA 1:10.000

**VOLUME II-C**

ANEXO VII- FIGURA 6.1.11.3 - CÁLCULO DO NDVI - ÍNDICE DE VEGETAÇÃO

ANEXO VIII - ANÁLISE DA SAZONALIDADE DA DIREÇÃO E VELOCIDADE DO VENTO

ANEXO IX - GEOLOGIA

- Anexo IX -A - Figura 6.1.5.2 - Geologia da AII
- Anexo IX -B - Figura 6.1.5.5 - Geologia da ADA e AID
- Anexo IX-C - Figura 6.1.5.19 – Seções Geológicas do Bloco D

ANEXO X - GEOMORFOLOGIA

- Anexo X-A - Figura 6.1.6.1 - Geomorfologia da AII - Compartimentos Geomorfológicos
- Anexo X-B - Figura 6.1.6.2 - Geomorfologia da AII - Níveis de Dissecação
- Anexo X-C - Figura 6.1.6.3 - Geomorfologia da AII - Mapa de Declividades
- Anexo X-D - Figura 6.1.6.4 - Geomorfologia da AII - Modelo Digital do Terreno em Perspectiva
- Anexo X-E - Figura 6.1.6.6 - Nova Compartimentação da Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiúnas
- Anexo X-F - Figura 6.1.6.8 - Uso do Solo e Cobertura Vegetal da AII - Bacia do Rio Itacaiúnas
- Anexo X-G - Figura 6.1.6.9 - Geomorfologia da AID e ADA - Altimetria
- Anexo X-H - Figura 6.1.6.10 - Geomorfologia da AID e ADA - Unidades Geomorfológicas
- Anexo X-I - FIGURA 6.1.6.11 - Geomorfologia da AID e ADA – Declividades

**VOLUME II-D**

ANEXO XI - PEDOLOGIA

- Anexo XI-A - Figura 6.1.7.1 - Pedologia da AII - Distribuição Espacial da Classe de Solos
- Anexo XI-B - Figura 6.1.7.2 - Pedologia da AID e ADA - Pontos de Amostragem dos Perfis de Solo e Unidades Pedológicas Mapeadas

Anexo XI-C - Figura 6.1.7.7 - Pedologia da AID e ADA - Classes de Susceptibilidade e Unidades Geotécnica Mapeadas na AID

## ANEXO XII- RECURSOS HÍDRICOS - HIDROLOGIA

Anexo XII-A - Figura 6.1.8.2 - Hidrologia da AII

Anexo XII-B - Figura 6.1.8.18 - Hidrologia da AID e ADA

## ANEXO XIII - RECURSOS HÍDRICOS - QUALIDADE DAS ÁGUAS

Anexo XIII-A - AII - Tabelas dos Resultados Analíticos Comparados aos Limites Legais

Anexo XIII-B - AID e ADA – Fichas de Campo das Amostragens das Águas Superficiais

Anexo XIII-C - AID e ADA – Laudos dos Resultados das Análises das Amostras de Água (TASQA, 2007 e 2008)

## VOLUME II-E

Anexo XIII-D - AID e ADA – Tabelas dos Resultados Analíticos Comparados aos Limites Legais

Anexo XIII-E - Mapas dos Pontos de Amostragem da Qualidade das Águas

Figura 6.1.8.25 - Pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais existentes na AII

Figura 6.1.8.53 – (1:45.000) - Pontos de amostragem das águas superficiais da AID e ADA

Figura 6.1.8.53 – A e B (1:30.000) - Pontos de amostragem das águas superficiais da AID e ADA

Anexo XIII-F - Figura 6.1.8.111 - Mapa com a Localização das Nascentes Cadastradas E dos Pontos de Amostragem de Água para Caracterização Hidroquímica (AID e ADA)

Anexo XIII-G - Mapas do Estudo de Autodepuração

Figura 6.1.8.118 - Cenário atual

FIGURA 6.1.8.121 - Cenário implantação

FIGURA 6.1.8.124 – Cenário operação

FIGURA 6.1.8.127 – Cenário fechamento

Anexo XIII-H - Figura 6.1.8.192 - Mapeamento das Drenagens Temporárias da AID e ADA e dos Pontos de Assoreamento Levantados em Campo

## VOLUME II-F

### ANEXO XIV - USO DAS ÁGUAS

Anexo XIV-A - Questionário Aplicados Durante as Entrevistas de Uso das Águas

Anexo XIV-B - Figura 6.1.8.193 - Mapa Hidrográfico Contendo a Localização das Propriedades Identificadas e Entrevistadas na ADA

### ANEXO XV - HIDROGEOLOGIA

Anexo XV-A - Figura 6.1.8.195 - Área de Ocorrência dos Aquíferos a Serem Caracterizados no Âmbito do Projeto Ferro Carajás S11D

Anexo XV-B - Figura 6.1.8.196 - Mapa de Sistemas Hidrogeológicos da AII

Anexo XV-C - Figura 6.1.8.197 - Mapa de Sistemas Hidrogeológicos da AID e ADA

Anexo XV-D - Figura 6.1.8.204 - Determinação, em Carta Hidrogeológica, das Áreas de Recarga, Circulação e Descarga dos Aquíferos Existentes

Anexo XV-E - Figura 6.1.8.208 - Pontos de Medição de Descargas em Nascentes e Drenagens Associadas ao Corpo S11 Bloco D de Serra Sul

Anexo XV-F - Figura 6.1.8.209 – Distribuição das Unidades Hidrogeológicas no Domínio de Interesse do Domínio Hidrogeológico Conceitual do Bloco D

#### ANEXO XVI - ESPELEOLOGIA

Figura 6.1.9.2 - Mapa de Localização das Cavidades

#### ANEXO XVII - ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - APP

Figura 6.1.10.1 - Áreas de Preservação Permanente - APP de Nascentes, Cursos de Água e Lagoas

Figura 6.1.10.2 - Áreas de Preservação Permanente - APP de Topo de Montanha

Figura 6.1.10.3 - Áreas de Preservação Permanente – APP de Encostas ou Parte de Encosta com Declividade Superior a 100%

Figura 6.1.10.4 - Áreas de Preservação Permanente – APP a serem Interferidas pelas Estruturas do Projeto

### VOLUME III-B

#### ANEXO XVIII - FLORA

Anexo XVIII-A - Tabela 6.2.1.6 - Lista de Espécies da Flora de Ocorrência na Área de Influência Indireta do Projeto Ferro Carajás S11D

Anexo XVIII-B - Figura 6.2.1.13 - Uso do Solo e Cobertura Vegetal - Figuras 6.2.1.14 - Uso do Solo e Cobertura Vegetal/Imagens

Anexo XVIII-C - Figura 6.2.1.15 – Carta Imagem

Anexo XVIII-D - Tabela 6.2.1.14 - Lista de Espécies da Flora de Ocorrência na AID do Projeto Ferro Carajás S11D

Anexo XVIII-E - Tabela 6.2.1.16 - Espécies da Flora Amostradas na Florística Anotada Realizada na ADA e AID do Projeto Ferro Carajás S11D no Mês de Outubro de 2009

Anexo XVIII-F - Tabela 6.2.1.21 - Lista de Espécies Arbóreas Ocorrentes na AID/ADA do Projeto Ferro Carajás S11D

#### ANEXO XIX - FAUNA

Anexo XIX-A - Tabela das Aves Registradas na Região de Carajás (PA)

Anexo XIX-B - Tabela das Aves Identificadas na AID e ADA do Projeto Ferro Carajás S11D (PA) – Compilação do Número de Registros por Forma de Registro

Anexo XIX-C - Tabela das Aves Identificadas na AID e ADA do Projeto Ferro Carajás S11D (PA) – Compilação dos Registros por Data e Local de Coleta

Anexo XIX-D - Tabela das Aves Registradas nos Capões de Mata dos Blocos A, B, C, D do Corpo S11D

Anexo XIX-E - Tabela das Aves Registradas nas Matas de Transição dos Blocos A, B, C, D do Corpo S11D

Anexo XIX-F - Tabela das Aves Registradas nas Florestas das Baixadas dos Blocos A, B, C, D do Corpo S11D

Anexo XIX-G - Tabela das Aves Registradas nas Savanas-Estépicas dos Blocos A, B, C, D do Corpo S11D



Anexo XIX-H - Tabela das Espécies de Anfíbios Registradas por Área de Influência (AII, AID e ADA), Respectivos Ambientes de Ocorrência e Região Geográfica Principal Onde São Encontradas

Anexo XIX-I - Tabela das Espécies de Lagartos Registradas por Área de Influência (AII, AID e ADA), Respectivos Ambientes de Ocorrência e Região Geográfica Principal Onde São Encontradas

Anexo XIX-J - Tabela das Espécies de Serpentes Registradas por Área de Influência (AII, AID e ADA), Respectivos Ambientes de Ocorrência e Região Geográfica Principal Onde São Encontradas

Anexo XIX-K - Tabela das Espécies de Jacarés e Quelônios Registradas por Área de Influência (AII, AID e ADA), Respectivos Ambientes de Ocorrência e Região Geográfica Principal Onde São Encontradas

Anexo XIX-L - Tabela dos Indivíduos da Quiropteroфаuna Registrados na ADA/AID, Constando o Número de Campo, Gênero, Espécie, Nome Comum, Data, Tipo de Registro, Localidade Específica, Fitofisionomia e Coordenada

Anexo XIX-M - Fichas Informativas das Plantas Floridas Registradas em S11 no Período de Coleta

Anexo XIX-N – Tabela 6.2.1.9.2 - Táxons Invertebrados Registrados NAS Cavidades do Bloco D

Anexo XIX-O - Mapeamento dos Ecossistemas Lóticos e Lênticos da Área de Influência do Empreendimento

## ANEXO XX- DADOS BRUTOS DO MEIO BIÓTICO - MEIO DIGITAL

### VOLUME IV - B

#### ANEXO XXI - MEIO SOCIOECONÔMICO E CULTURAL

Anexo XXI-A - Organizações Política e Social da AID

Anexo XXI-B - Patrimônio Natural - Mapa de Acesso à Mozartínópolis (AMPLO, 2008)

Anexo XXI-C - Trilha Mozartínópolis, Peladão (Corpo S11D) e Localização dos Atrativos (AMPLO, 2008)

### VOLUME V - B

#### ANEXO XXII - FIGURA 7.2.5 – MAPA DOS GEOAMBIENTES DO CORPO S11

#### ANEXO XXIII - PROGNÓSTICO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

Anexo XXIII-A - Qualidade do Ar

Anexo XXIII-B - Estoques Médios de Carbono

Anexo XXIII-C - Modelagem Hidrogeológica Conceitual e Matemática

#### ANEXO XXIV - ANÁLISE RISCO

Anexo XXIV-A - FG-079-515-50-0027-01-J - Áreas Relacionadas aos Cenários Acidentais de Severidade Séria ou Crítica

Anexo XXIV-B - Relatórios da Modelagem Matemática do Cálculo do Alcance dos Efeitos Físicos com o Emprego do Programa PHAST

Anexo XXIV-C - FG-079-515-5020-0040-00-J - Alcance dos Efeitos Físicos Relativos aos Cenários Acidentais Modelados (alcance dos níveis de radiação térmica – incêndio em poça, alcance do limite inferior de inflamabilidade – incêndio em nuvem, alcance dos níveis de sobrepressão – explosão não confinada)

*CHECK LIST* DO TERMO DE REFERÊNCIA DO IBAMA  
VOLUME V-A

Termo de Referência para a elaboração do EIA e RIMA do Projeto Ferro Carajás – S11D	Item correspondente no EIA	Localização no EIA Volume V-A
<p><b>7 ANÁLISE INTEGRADA</b></p> <p>Após os diagnósticos setoriais deverá ser realizada uma análise que caracterize a área de influência do empreendimento de forma global, ressaltando os possíveis impactos nas demais zonas adjacentes ao projeto previstas no Plano de Manejo da FLONA.</p>	<p><b>7. Análise Ambiental Integrada</b></p>	<p><b>Página 1</b></p>
<p>a. A análise deverá conter a interação dos componentes de maneira a demonstrar com clareza as principais inter-relações entre os meios: físico, biótico e socioeconômico;</p>	<p>a./b./c) Premissas Adotadas para Elaboração da Análise Ambiental Integrada</p> <p>Análise Ambiental Integrada</p>	<p>Página 1</p> <p>Página 1</p>
<p>b. Deverá ser realizada uma análise das condições ambientais atuais e de suas tendências evolutivas, explicitando as relações de dependência e/ou de sinergia entre os meios físico, biótico e socioeconômico, de forma a se compreender a estrutura e a dinâmica ambiental na área de influência, identificando corredores naturais e contemplando futuros projetos de uso;</p>		
<p>c. Essa análise terá como objetivo subsidiar a identificação e a avaliação dos impactos decorrentes da implantação, operação e fechamento do empreendimento/ atividade, bem como a qualidade ambiental futura da área de influência.</p>		

<b>Termo de Referência para a elaboração do EIA e RIMA do Projeto Ferro Carajás – S11D</b>	<b>Item correspondente no EIA</b>	<b>Localização no EIA Volume V-A</b>
<b>8 Prognóstico com Avaliação dos Impactos Ambientais</b>	<b>8. Prognóstico Ambiental com avaliação de impactos</b>	<b>Página 41</b>
<p>O prognóstico ambiental constitui-se em uma etapa onde, a partir do diagnóstico e dos elementos constituintes do empreendimento, se delineiam quadros prospectivos de uma qualidade ambiental futura e se estabelecem os impactos ambientais.</p> <p>O prognóstico ambiental deverá considerar o quadro prospectivo com e sem o empreendimento, e deverá ser constituído por um conjunto de cenários futuros, contendo características das fases de planejamento, implantação, operação e fechamento do empreendimento. O prognóstico deverá contemplar a inserção regional do empreendimento, considerando – na medida do possível – a proposição ou a existência de outros empreendimentos, planos e programas localizados na região.</p>	<p>8.1 A Abordagem Prognóstica</p> <p>8.2 Prognóstico Sem o Empreendimento</p> <p>8.3 Prognóstico com o Empreendimento</p>	<p>Página 42</p> <p>Página 42</p> <p>Página 48</p>

Termo de Referência para a elaboração do EIA e RIMA do Projeto Ferro Carajás – S11D	Item correspondente no EIA	Localização no EIA Volume V-A
<b>8 Prognóstico com Avaliação dos Impactos Ambientais</b>	<b>8.4 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais</b>	<b>Página 56</b>
<p>Com base nas interferências previstas do empreendimento sobre os meios físico, biótico e socioeconômico, deverão ser identificados e avaliados os impactos ambientais positivos e adversos associados, caracterizando-se os impactos. Para a realização da Avaliação dos Impactos Ambientais, deverá ser utilizada uma metodologia adequada, consagrada e escolhida pela empresa independente de consultoria a ser contratada. Uma vez identificados os impactos ambientais deverá se proceder a análise e a avaliação integrada desses impactos considerando as suas sinergias, de forma a subsidiar as ações de controle, mitigação e compensação adequadas.</p> <p>A referida avaliação deverá propiciar a proposição de medidas destinadas a melhorias no controle ambiental do empreendimento, à mitigação dos impactos ambientais adversos, a compensação dos impactos não mitigáveis e a maximização dos impactos ambientais positivos.</p>	<p>8.4 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais</p> <p>8.4.1 Meio Físico</p> <p>8.4.2 Meio Biótico</p> <p>8.4.3 Meio Socioeconômico</p>	<p>Página 56</p> <p>Página 56</p> <p>Página 86</p> <p>Página 136</p>
<p>Na análise dos impactos identificados, deverão constar:</p> <p>a. Metodologia de identificação dos impactos, bem como os critérios adotados para a interpretação e análise de suas interações;</p>	a) Metodologia de Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais	Página 56
b. Descrição detalhada dos impactos sobre cada fator ambiental, considerando os efeitos sinérgicos das áreas de mina, beneficiamento e unidades auxiliares e vila residencial;	b) Descrição dos Impactos Ambientais	Página 56
c. Síntese conclusiva dos impactos relevantes a serem ocasionados nas fases de implantação e operação, acompanhada de suas interações;	c) Síntese conclusiva dos impactos relevantes e suas interações	Página 170
d. Valoração, magnitude e importância dos impactos;	d) Valoração, magnitude e importância dos impactos	Página 172
e. Análise e avaliação dos impactos ambientais, considerando os efeitos diretos e indiretos, positivos e negativos, sobre os meios: abióticos, bióticos e socioeconômicos, destacando, a flora, a fauna, os solos, as atividades agropastoris ribeirinhas etc;	e) Análise e avaliação dos impactos ambientais	Página 172
f. Identificação e avaliação dos efeitos decorrentes dos múltiplos usos dos recursos da FLONA Carajás;	f) Identificação e avaliação dos efeitos decorrentes dos múltiplos usos dos recursos da FLONA Carajás	Página 172
g. Alternativas tecnológicas e locais para a realização do empreendimento, considerando-se os custos ambientais nas áreas críticas.	g) Alternativas tecnológicas e locais para a realização do empreendimento, considerando-se os custos ambientais nas áreas críticas.	Página 172

Termo de Referência para a elaboração do EIA e RIMA do Projeto Ferro Carajás – S11D	Item correspondente no EIA	Localização no EIA Volume V-A
<b>9. Ações de Controle, Mitigação e Compensação Ambiental – Programas Ambientais</b>	<b>9. AÇÕES DE CONTROLE, MITIGAÇÃO E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL –PROGRAMAS AMBIENTAIS</b>	Página 173
<p><b>9.1 Programas Ambientais</b></p> <p>Deverão ser propostos programas integrados para monitoramento ambiental, a partir do Prognóstico Ambiental, com o objetivo de acompanhar a evolução da qualidade ambiental e permitir a adoção de medidas complementares de controle.</p> <p>Estas medidas devem contemplar, portanto, eventuais melhorias nas ações de controle ambiental do empreendimento, ações de mitigação dos impactos ambientais adversos, ações de maximização dos impactos ambientais benéficos, e a compensação dos impactos não mitigáveis.</p> <p>Tais ações, incluindo-se os respectivos planos de monitoramento, deverão ser expressas em programas específicos; em nível conceitual.</p> <p>A apresentação dos Programas Ambientais deverá descrever a justificativa, objetivo, metas, indicadores ambientais, público-alvo, metodologia, descrição do programa, atividades, cronograma físico-financeiro, equipe técnica, instituições envolvidas, interrelação com outros programas e, quando exigível, atendimento a requisitos legais para sua efetiva implantação.</p>	<p>9.1 Programas Ambientais</p> <p>9.1.1 Meio Físico</p> <p>9.1.2 Meio Biótico</p> <p>9.1.3 Meio Socioeconômico</p>	<p>Página 173</p> <p>Página 173</p> <p>Página 227</p> <p>Página 336</p>
<p>Deverá ainda ser considerada a prévia avaliação e recomendação da FUNASA, acerca do impacto sobre os fatores de risco para ocorrência dos casos de malária, com fins de desenvolver, de acordo com orientação da mesma Fundação, estudos epidemiológicos e conduzir programas voltados para o controle da doença e de seus vetores, a serem implementados nas diversas fases do empreendimento (Resolução CONAMA nº. 286, de 30 de agosto de 2001).</p>	<p>9.1.2.1 Plano de Conservação da Biodiversidade</p> <p>9.1.2.1.3 Programa de Conservação e Biodiversidade Faunística de Carajás</p> <p>9.1.2.1.3.1 Sub-Programa de Monitoramento da Fauna</p> <p>i) Projeto de Monitoramento e Controle de Vetores de Doenças</p>	<p>Página 227</p> <p>Página 262</p> <p>Página 294</p>

Termo de Referência para a elaboração do EIA e RIMA do Projeto Ferro Carajás – S11D	Item correspondente no EIA	Localização no EIA Volume V-A
<p><b>9.1.2 Plano de recuperação de áreas degradadas – PRAD</b></p> <p>Apresentar o PRAD, com descrição das técnicas e metodologias que poderão ser utilizadas nos programas previstos, justificando as alternativas. Deverá desenvolver-se sob as atuais e modernas técnicas de recuperação por revegetação de áreas degradadas pela atividade minerária.</p> <p>Deverão ser incluídas no PRAD as áreas de lavra, de beneficiamento mineral, das bacias de rejeitos, pilhas de estéril, diques, barragens, as áreas das instalações de infraestrutura e das vias de acesso etc.</p> <p>Deverão ser apresentados, entre outros, os seguintes itens:</p> <p>a) A recuperação física referente à adoção de medidas de estabilização do terreno operado pela atividade de mineração;</p> <p>b) A recuperação biológica referente à implantação de vegetação nativa na área e no entorno da área minerada;</p> <p>c) As operações visando o restabelecimento do escoamento pluvial e fluvial modificados pela atividade;</p> <p>d) A identificação, quantificação e caracterização das espécies vegetais usadas na recomposição da paisagem devidamente acordadas com o ICMBio;</p> <p>e) A destinação das superfícies d'água, se existentes;</p> <p>f) A apresentação de cronograma de execução dos trabalhos de recuperação;</p> <p>g) Uso futuro das áreas a serem recuperadas;</p> <p>h) Monitoramento ambiental do sucesso do PRAD</p>	<p>9.1.4 PRAD</p> <p>9.1.4.1 Introdução</p> <p>9.1.4.2 Justificativa</p> <p>9.1.4.3 Aspectos Conceituais da Recuperação e Revegetação</p> <p>9.1.4.4 Objetivos</p> <p>9.1.4.5 Caracterização das estruturas do Projeto</p> <p>9.1.4.6 Plano de Trabalho</p> <p>9.1.4.7 Monitoramento e manutenção das áreas recuperadas – Etapa de Implantação, Operação, Fechamento e Pós-Fechamento</p> <p>9.1.4.8 Uso Futuro</p> <p>9.1.4.9 Responsabilidade da Execução</p> <p>9.1.4.10 Instituições Envolvidas</p> <p>9.1.4.11 Fase de Execução/Cronograma</p> <p>9.1.4.12 Desempenho Esperado</p> <p>9.1.4.13 Abrangência</p> <p>9.1.4.14 Responsabilidade pela Execução do Programa</p>	<p>Página 379</p> <p>Página 379</p> <p>Página 379</p> <p>Página 383</p> <p>Página 385</p> <p>Página 385</p> <p>Página 388</p> <p>Página 417</p> <p>Página 424</p> <p>Página 424</p> <p>Página 424</p> <p>Página 427</p> <p>Página 427</p> <p>Página 427</p> <p>Página 427</p>

<b>Termo de Referência para a elaboração do EIA e RIMA do Projeto Ferro Carajás – S11D</b>	<b>Item correspondente no EIA</b>	<b>Localização no EIA Volume II-A</b>
<p><b>9.2 Plano de Descomissionamento</b></p> <p>A empresa deverá apresentar um plano de fechamento da mina, na etapa do EIA, de forma conceitual, com indicativo de uso futuro da área após o término da exploração. Devendo apresentar, também, uma expectativa da paisagem final da área de influência direta do projeto.</p> <p>Essa indicação deverá estar consubstanciada na descrição de indicadores de aptidão ambiental e nas diversas alternativas de uso propostas, para que se possa conduzir a seleção de formas de ocupação mais compatíveis com a vocação natural da área.</p>	<p><b>9.1.5 Plano de Fechamento</b></p> <p>9.1.5.1 Introdução</p> <p>9.1.5.2 Objetivo</p> <p>9.1.5.3 Metodologia</p> <p>9.1.5.4 Uso Futuro</p> <p>9.1.5.5 Plano Conceitual de Fechamento</p>	<p><b>Página 431</b></p> <p>Página 431</p> <p>Página 432</p> <p>Página 432</p> <p>Página 433</p> <p>Página 433</p>



Termo de Referência para a elaboração do EIA e RIMA do Projeto Ferro Carajás – S11D	Item correspondente no EIA	Localização no EIA Volume V-A
<b>10. Estudo de Análise de Risco</b>	<b>10. Estudo de Análise de Risco</b>	Página 441
<b>10.1 Descrição das Instalações</b> Apresentar e descrever os sistemas, unidades e procedimentos previstos para o empreendimento, conforme caracterização do empreendimento.		
<b>10.2 Descrição dos produtos, métodos e tarefas</b> a. Apresentação das características físico-químicas dos produtos que serão transportados, estocados e/ou armazenados, incluindo produtos/combustíveis utilizados para manutenção e operação do empreendimento; b. Apresentação das características físico-químicas dos produtos que serão transportados, estocados e/ou armazenados, incluindo produtos/combustíveis utilizados para manutenção e operação do empreendimento;		
<b>10.3 Análise histórica de acidentes</b> Deverá ser elaborada uma análise histórica com o objetivo de identificar as tipologias acidentais capazes de resultar em danos importantes para ecossistemas e áreas com concentração humana. Para fins de Análise Histórica: • considerar os cenários acidentais mais relevantes para comunidades e ecossistemas, envolvendo riscos críticos ou catastróficos; e considerar as tipologias de acidente contempladas em bases de dados consistentes e reconhecidas internacionalmente.	10.1 Análise Histórica de Acidentes	Página 441
<b>10.4 Identificação dos perigos</b> a. Consiste no estudo dos eventos capazes de provocar efeitos indesejáveis no sistema e que venham a acarretar impactos adversos ao homem e ao meio ambiente.	10.2 Identificação dos Perigos 10.2.1 Descrição das Instalações 10.2.2 Descrição dos Produtos (Insumos)	Página 446 Página 446 Página 447

Termo de Referência para a elaboração do EIA e RIMA do Projeto Ferro Carajás – S11D	Item correspondente no EIA	Localização no EIA Volume V-A
<p>b. A Análise Preliminar de Perigos (APP) deverá identificar os perigos, suas causas e efeitos, classificando-os segundo o nível de severidade, de acordo com o potencial de causar efeitos físicos às pessoas, ao meio ambiente e ao patrimônio, público e privado, exposto. A APP deverá ser aplicada às fases de instalação e operação.</p> <p>c. Deverá ser estabelecido um critério que permita a classificação dos perigos, de maneira a identificar e priorizar os eventos acidentais críticos.</p> <p>d. A definição dos cenários acidentais deverá ser feita de acordo com o Critério de Classificação dos Perigos a ser estabelecido.</p> <p>e. As tipologias acidentais passíveis de ocorrência deverão ser claramente determinadas, bem como as condições em que tais tipologias poderão ocorrer.</p> <p>f. Nas planilhas da APP, deve constar o modo de detecção da falha/acidente;</p> <p>g. Deverá ser apresentada planta do projeto indicando a localização da origem dos cenários acidentais críticos e catastróficos.</p> <p>h. O erro humano deverá ser considerado durante a elaboração da APP.</p>	<p>10.2.3 Identificação e Avaliação Qualitativa dos Eventos Perigosos</p> <p>10.2.3.1 Resultados</p>	<p>Página 447</p> <p>Página 463</p>
<p><b>10.5 Estimativa das frequências</b></p> <p>a. As frequências de ocorrência dos cenários acidentais críticos e catastróficos identificados na etapa anterior, quando da aplicação da APP, deverão ser estimadas, quando aplicável, com base nas taxas de falhas, considerando os registros históricos pesquisados em bancos de dados e referências representativas para o caso em estudo.</p> <p>b. De acordo com a complexidade, a estimativa das frequências de ocorrência das hipóteses acidentais poderá ser realizada utilizando-se outras técnicas pertinentes, caso necessário, como, por exemplo, a AAF – Análise por Árvores de Falhas.</p> <p>c. A estimativa das frequências de ocorrência das tipologias acidentais (<i>flashfire</i>, dispersão de nuvem, jato de fogo, bola de fogo e deflagração) deverá ser realizada por meio da aplicação da técnica AAE – Análise por Árvores de Eventos, nas quais deverão ser considerados os diferentes tipos de liberações e direções dos jatos de saída dos vazamentos.</p>	<p><b>10.3 Estimativa das frequências</b></p> <p>10.3.1 Árvore de Eventos</p> <p>10.3.2 Cálculo das Frequências</p>	<p>Página 463</p> <p>Página 463</p> <p>Página 464</p>

<b>Termo de Referência para a elaboração do EIA e RIMA do Projeto Ferro Carajás – S11D</b>	<b>Item correspondente no EIA</b>	<b>Localização no EIA Volume V-A</b>
<p><b>10.6 Cálculos das conseqüências e vulnerabilidade</b></p> <p>Quando aplicável, deverá ser feito o cálculo ou estimativa do alcance dos efeitos físicos resultantes dos cenários acidentais decorrentes dos perigos identificados, anteriormente, na APP e classificados como críticos ou catastróficos. Para isso deverão ser utilizados modelos matemáticos ou outras referências apropriadas. O alcance dos efeitos físicos deverá ser representado em plantas, mapas ou imagens aéreas, conforme apropriado.</p> <p><b>10.7 Estimativa e avaliação dos riscos ambientais</b></p> <p>Caso níveis letais de efeitos físicos dos cenários acidentais atinjam áreas com ocupações humanas, deverá ser realizado o cálculo do risco social (curva F-N) e do risco individual (curvas de iso-risco). Os resultados obtidos deverão ser avaliados com base em critérios de aceitabilidade de risco usualmente utilizados no Brasil.</p> <p><b>10.8 Medidas para redução e reavaliação dos riscos</b></p> <p>Deverão ser sugeridas medidas capazes de diminuir a probabilidade de ocorrência dos cenários acidentais e/ou a magnitude de suas conseqüências para os ecossistemas e áreas com concentração humana.</p> <p>Quando os riscos forem considerados inaceitáveis ou quando for conveniente reduzi-los, segundo a metodologia adotada, deverão ser identificados os procedimentos a serem adotados em cada caso.</p> <p>Independentemente do enquadramento dos níveis de risco do empreendimento em estudo, deverão ser propostas medidas e procedimentos operacionais, de segurança e de treinamento, de forma a possibilitar uma gestão operacional plena e segura do empreendimento dentro das melhores práticas e técnicas disponíveis.</p>	<p><b>10.4 Cálculos das Conseqüências e Vulnerabilidade</b></p> <p>10.4.1 Caracterização dos Cenários Acidentais</p> <p>10.4.2 Resultados</p> <p><b>10.5 Estimativa e Avaliação dos Riscos Ambientais</b></p> <p><i>“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).”</i></p> <p><b>10.6 Medidas para Redução e Reavaliação dos Riscos</b></p>	<p>Página 465</p> <p>Página 466</p> <p>Página 467</p> <p>Página 469</p> <p>Página 469</p>

Termo de Referência para a elaboração do EIA e RIMA do Projeto Ferro Carajás – S11D	Item correspondente no EIA	Localização no EIA Volume V-A
<p><b>10.9 Conclusões</b></p> <p><b>10.9.1</b> Diretrizes gerais para elaboração do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) e Plano de Ação de Emergência (PAE);</p> <p><b>10.9.2</b> O PGR e o PAE são considerados pré-requisitos para obtenção da LI e LO, respectivamente. Portanto, no EAR elaborado para a obtenção da LP deverão constar as <i>diretrizes</i> do PGR e do PAE, que subsidiarão a futura elaboração destes documentos, a serem entregues a IBAMA, previamente à obtenção da LI e LO.</p> <p><b>10.9.3</b> As diretrizes que comporão o escopo do PGR e, conseqüentemente do PAE, uma vez que este é considerado parte integrante do primeiro, deverão contemplar os itens:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Informações de segurança de processo;</li> <li>b. Revisão de riscos de processos</li> <li>c. Gerenciamento de modificações;</li> <li>d. Manutenção e garantia da integridade de sistemas críticos;</li> <li>e. Procedimentos operacionais;</li> <li>f. Capacitação de recursos humanos;</li> <li>g. Investigação de incidentes;</li> <li>h. Plano de Ação de Emergência (PAE);</li> <li>i. Auditorias;</li> </ul> <p><b>10.9.4</b> O PGR, a ser entregue na etapa de obtenção da LI, deverá ser entendido como documento de política para gestão dos riscos do empreendimento estudado. Assim sendo, este documento deverá ser elaborado com base nos resultados do EAR e na gestão operacional da mina, reproduzindo assim a estrutura de trabalho a ser contemplada e referenciando a matriz de responsabilidades, a documentação e os procedimentos norteadores de cada um dos tópicos pertinentes à gestão dos riscos, conforme as diretrizes anteriormente apresentadas no EAR e aprovadas pelo IBAMA na fase de LP do processo de licenciamento ambiental;</p> <p><b>10.9.5</b> O Plano de Ação de Emergência a ser apresentado, de forma detalhada, na etapa de obtenção da LO, deverá ser elaborado com base nos cenários acidentais identificados no EAR.</p>	<p><b>10.7 Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>10.7.1 Informações de Segurança de Processo</li> <li>10.7.2 Revisão dos Riscos de Processo</li> <li>10.7.3 Gerenciamento de Modificações</li> <li>10.7.4 Manutenção e garantia da integridade de Sistemas Críticos</li> <li>10.7.5 Procedimentos Operacionais</li> <li>10.7.6 Procedimentos para Realização de Serviços Não Rotineiros</li> <li>10.7.7 Capacitação de Recursos Humanos</li> <li>10.7.8 Investigação de Incidentes</li> <li>10.7.9 Auditorias</li> </ul> <p><b>10.8 Plano de Ação de Emergência (PAE)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>10.8.1 Objetivo</li> <li>10.8.2 Cenários Acidentais</li> <li>10.8.3 Organização de Emergência</li> <li>10.8.4 Comunicação de Emergência e Acionamento do PAE</li> <li>10.8.5 Procedimentos Emergenciais <ul style="list-style-type: none"> <li>10.8.5.1 Procedimentos Operacionais de Resposta</li> <li>10.8.5.2 Procedimentos para Comunicação às Autoridades e Outras Entidades Externas</li> <li>10.8.5.3 Procedimentos para Evacuação da Unidade</li> <li>10.8.5.4 Procedimentos para Coleta e Disposição dos Resíduos</li> </ul> </li> <li>10.8.6 Treinamentos e Exercícios</li> </ul>	<p>Página 476</p> <p>Página 477</p> <p>Página 477</p> <p>Página 477</p> <p>Página 478</p> <p>Página 478</p> <p>Página 478</p> <p>Página 478</p> <p>Página 479</p> <p>Página 479</p> <p>Página 480</p> <p>Página 480</p> <p>Página 480</p> <p>Página 480</p> <p>Página 485</p> <p>Página 487</p> <p>Página 487</p> <p>Página 494</p> <p>Página 498</p> <p>Página 498</p> <p>Página 498</p>

Termo de Referência para a elaboração do EIA e RIMA do Projeto Ferro Carajás – S11D	Item correspondente no EIA	Localização no EIA Volume V-A
	11. Conclusões	Página 499
<b>Glossário</b> Deverá constar uma listagem dos termos técnicos utilizados no estudo.	12. Glossário 12.1 Meio Físico 12.2 Meio Biótico 12.3 Meio Socioeconômico	Página 505 Página 505 Página 514 Página 525
<b>Bibliografia</b> Deverá constar a bibliografia consultada para a realização dos estudos, especificada por área de abrangência do conhecimento, de acordo com as normas da ABNT.	13. Referências Bibliográficas 13.1 Meio Físico 13.2 Meio Biótico 13.3 Meio Socioeconômico	Página 529 Página 529 Página 542 Página 581

## 7. ANÁLISE AMBIENTAL INTEGRADA

### a./b./c) Premissas Adotadas para Elaboração da Análise Ambiental Integrada

A análise ambiental integrada tem por finalidade caracterizar a áreas de influência de uma forma global, ressaltando as interações entre os atributos ambientais que compõem aquele recorte geográfico, apontando de forma holística as potencialidades e vulnerabilidades identificadas.

Neste item buscou-se analisar as relações de dependência e/ou sinergia entre os atributos ambientais identificados e descritos separadamente no capítulo de diagnóstico. Esta forma de analisar permite a visualização da estrutura e da dinâmica ambiental da área de influência.

Esta análise integrada irá balizar o prognóstico, bem como a avaliação de impactos ambientais (**capítulo 8**) com o objetivo de se vislumbrar a qualidade ambiental futura da área de influência do empreendimento considerando os cenários da implantação ou não do empreendimento.

### Análise Ambiental Integrada

Para o desenvolvimento deste capítulo, definiu-se uma abordagem metodológica que pudesse demonstrar a realidade ambiental de três domínios espaciais distintos que encontrar-se-ão interferidos pelo Projeto Ferro Carajás S11D.

Optou-se por adotar como forma de caracterização integrada deste ambiente, parte dos resultados obtidos no desenvolvimento do Estudo de Similaridade das Paisagens de Savana Metalófila (Golder, 2007), já que seu escopo permite não só uma visão integrada do domínio espacial de pretendida interferência, o Bloco D, bem como dos demais blocos, A, B e C, que representam a continuidade do Corpo S11.

Além deste domínio ambiental particular, caracterizou-se no interior da Flona de Carajás, a área correspondente ao local de formação das pilhas de estéril, ambas posicionadas na porção sul do Bloco D. Trata-se de uma área marcada pela dominância de ambientes florestais ombrófilos posicionados num relevo tipicamente de encostas íngremes. Neste caso, trata-se de uma paisagem relativamente comum dentro da Flona de Carajás e mesmo no mosaico das áreas protegidas do qual esta faz parte.

A terceira unidade considerada no contexto espacial analisado, corresponde ao domínio, efetivamente antropizado, dos terrenos planos ou suavemente inclinados posicionados na porção sudeste, externos ao limite da Flona de Carajás. Trata-se do local onde se prevê a instalação da Usina de Beneficiamento e estruturas a estas associadas como alojamentos, unidades administrativas, depósitos de produtos, entre outros.

Uma análise considerando a área de influência direta do Projeto Ferro Carajás S11D, reconhecida como domínio de manifestação dos impactos significativos, frente ao zoneamento da Floresta Nacional de Carajás, observa-se que tal perímetro praticamente envolve terrenos correspondentes à zona de mineração (**Figura 7.1**). Áreas de dimensões diminutas, localizadas na porção centro-norte da área de influência direta correspondem à zona de produção florestal e

faunística, bem como uma porção maior localizada na porção centro-sul já no limite mais meridional da Floresta Nacional de Carajás. Ao norte, a zona de produção florestal e faunística corresponde a duas pequenas áreas posicionadas posteriores à zona de mineração que, por sua vez, expande-se por mais de 2,5 km em relação à porção da área diretamente afetada, local de desenvolvimento da lavra. Neste caso, é possível afirmar haver a possibilidade de que a porção corresponde à zona de produção florestal e faunística não seja necessariamente exposta aos impactos mais significativos emanados da área diretamente afetada. Ao sul, duas pilhas de estéril, apesar de contidas na zona de mineração, localizam-se contíguas à zona de produção florestal e faunística, sem contudo, produzir interferências diretas sobre esta.

De forma geral, pode-se afirmar que a distribuição espacial do empreendimento procurou seguir as orientações previstas no zoneamento da Floresta Nacional de Carajás, cujo resultado foi a locação das estruturas restritas aos domínios da zona de mineração.



**FIGURA 7.1 – Área de Influência Direta e o Zoneamento da Flona de Carajás.**

Para o desenvolvimento da análise integrada, pertinente às questões de âmbito regional, fundamentalmente aquelas associadas aos aspectos socioeconômicos e culturais, foram consolidadas as informações levantadas para a composição do diagnóstico que integra este EIA. Foram consideradas para fins de elaboração desta síntese ambiental, as informações que permitiram compor o cenário regional, seja em relação às oportunidades ou mesmo em relação às fragilidades que operam sobre o mesmo.

Para a caracterização dos atributos físicos e do uso do solo em escala da AII, buscou-se a integração de um conjunto de informações que permitiram a definição de unidades de mapeamento com características de macroescala semelhantes.

Dada a dimensão da AII, juntamente com o fato de que o Projeto Ferro Carajás S11D, apesar de sua reconhecida sinergia no contexto regional, tem uma influência óbvia na porção mais meridional da Flona de Carajás, bem como na parte sul fora desta, optou por apresentar na seqüência, as informações que representam os compartimentos localizados no domínio citado.

O desenvolvimento da análise integrada no que tange a abordagem ao meio físico considerou os atributos ambientais que mais influenciam na estruturação da paisagem, bem como na sua funcionalidade. Assim, os grandes conjuntos litológicos, seu comportamento em termos de armazenamento de água, os grandes domínios de relevo e de solos e sua influência junto com os demais atributos ambientais no comportamento fluvial, compõem a base fundamental de uma análise que compõe a síntese da base física da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas.

De maneira geral, pode-se assinalar que os temas geologia, hidrogeologia, geomorfologia, pedologia e hidrologia apresentam-se como os de notório funcionamento sistêmico. Obviamente, as marcas antrópicas impostas ao meio, de maneira mais ou menos significativa, interferem no processo natural de relacionamento entre estes. No caso em análise, quando se fizer necessário, as marcas da antropização na paisagem serão consideradas para a explicação dos fatos evidenciados.

É importante assinalar que tais temas encontram-se, pela sua própria natureza, devidamente espacializados em toda a área de estudo. Temas que também integram o meio físico como a qualidade de água, apresenta-se, no presente caso, como portador de análise insuficiente. Tal situação decorre da distribuição espacial dos pontos de coleta de água registrados ao longo dos anos em toda a Província Mineral de Carajás e seu entorno. Estes mostram-se concentrados no entorno imediato das áreas operacionais da Vale, impossibilitando análises mais amplas que possam caracterizar a bacia do rio Itacaiúnas como um todo.

A caracterização detalhada referente à fauna não foi considerada como um item específico neste capítulo, em função do entendimento que se tem em relação à região estudada como um todo.

Conforme explicitado em outras oportunidades, fica evidente que as áreas portadoras de formações nativas se revestem da maior importância do ponto de vista ambiental num contexto regional ou mesmo de bacia hidrográfica. Tal fato é decorrente de que, nessas escalas, o que se observa é a presença de uma matriz de uso e ocupação do solo caracterizada por extensões infundáveis de pastagens, como é o caso da bacia do Itacaiúnas. A importância dessas áreas se dá também ao nível funcional, dada a importância que alguns domínios têm, por exemplo, em relação à produção de água.



No caso em estudo, o conjunto das unidades de conservação deve ser reconhecido como ambiente portador de estoques da biodiversidade que caracteriza o bioma amazônico nesta porção do território paraense. Obviamente, o mosaico destas unidades de conservação é assim reconhecido por se tratar efetivamente de um domínio espacial de quase 1 milhão de hectares, marcados pela dominância muito significativa dos ambientes naturais sobre os antrópicos. A este total deve-se considerar ainda, uma área de mais 400 mil hectares, representados pela Terra Indígena Xikrins, preservados em sua grande totalidade.

Este cenário permite afirmar que, associado a este domínio de formações vegetais nativas protegidas, encontra-se vinculada toda a riqueza faunística regional, que poderá ser conhecida com mais profundidade somente no âmbito do desenvolvimento de estudos mais sistemáticos, como os que já se encontram em curso na Flona de Carajás.

Os resultados que normalmente permeiam os estudos ambientais para fins de licenciamentos de empreendimentos não permitem conclusões no que diz respeito a aspectos correlatos a particularidades da fauna. Mesmo porque, o fato de reconhecer a evidente riqueza presente no domínio das áreas protegidas é algo lógico, dada a degradação presente no entorno, associado a contínuos registros e levantamentos sistemáticos já efetuados nos diferentes pontos do mosaico das mesmas. Significa que, independentemente dos resultados obtidos nos levantamentos executados no contexto das florestas, savanas e lagos das unidades protegidas, deve-se reconhecer que este porta uma biodiversidade faunística agregada ao ambiente fitogeográfico de reconhecida importância. Logicamente a reflexão sobre o significado de tais interferências passa pela compreensão da representatividade espacial dos espaços interferidos no contexto da matriz geral, já que se trata de um espaço de ambientes protegidos com unidades contíguas.

Outro aspecto importante a destacar relaciona-se com um pleito apresentado no Termo de Referência, que orienta a necessidade da identificação dos corredores naturais.

Neste caso, o que se observa é a presença de duas matrizes totalmente distintas. A primeira corresponde aos ambientes preservados com predomínio de florestas e manchas de formações de savana estépica, localmente denominada de metalófila, enquanto a segunda é caracterizada pela dominância de ambientes antrópicos, marcados pela pastagem destinada ao pastoreio extensivo de bovinos.

A análise da área de influência direta, não indica a interferência do empreendimento na possível estruturação de corredores, visto que a porção sul da área de localização da usina de beneficiamento não comporta fragmentos florestais que justifiquem tal consideração. É importante salientar que a sul da vila de Mozartópolis foram identificados alguns fragmentos florestais isolados de maior porte. Estes mostram-se drenados por um afluente da margem esquerda do rio Parauapebas, no entanto muito distante dos limites da Flona de Carajás.

Tratar da questão de corredores potenciais significa também considerar aspectos de natureza socioeconômica na área considerada. No caso em questão, à escassez de arranjos de fragmentos mercedores de tal atenção, soma-se a predominância de uma estrutura fundiária consolidada a partir de assentamentos, portanto caracterizada por propriedades de pequeno e médio porte, considerando-se os padrões amazônicos. Também a tradição da pecuária nestes terrenos, incluindo-se o manejo através do uso de fogo que, gradualmente, afeta negativamente as populações de fauna e flora que povoam os parques fragmentos florestais existentes.

De toda forma, é importante considerar que o mosaico de áreas protegidas na região funciona como um grande estoque de populações de fauna que podem ter contribuição importante no povoamento destes fragmentos. Tais populações podem ter uma relação direta com os recursos das áreas protegidas como é o caso da serra da Bocaina e outros domínios próximos da Flona de Carajás que guardam diversidades importantes semelhantes à que se observa nos domínios da mesma.

Considerando a implantação e operação do Projeto Ferro Carajás S11D, observa-se a possibilidade de constituição de um arranjo de fragmentação que será configurado na porção centro-sul da área de influência direta. Nesta porção, a presença da correia transportadora, a implantação da fábrica de explosivo e paiol, da estrada de ligação da usina até a área de lavra, a formação da pilha de estéril 1 e sua operação compõem um arranjo de significativo potencial de fragmentação nesta porção da Flona de Carajás. Tal fragmentação, apesar de não isolar populações, em sentido amplo, dado que todo o maciço florestal que as comporta continuará conectado, sem barreiras à dispersão, pelas porções oeste-sudoeste do empreendimento, dificultará o acesso ao rio Sossego, principal curso de água perene próximo ao empreendimento, de parte das populações animais isoladas ao sul das áreas de implantação das correias transportadoras, paiol de explosivos e pilhas de estéril. Essa constatação torna-se clara ao se observar a **Figura 7.2**, onde é apresentado o estado atual da paisagem, com os efeitos de borda atualmente incidentes nesses ambientes. Esta fragmentação será potencializada pela presença de áreas desmatadas resultantes da presença dos posseiros estabelecidos no interior da citada unidade de conservação.

**Figura 7.2 – Efeito de borda atualmente existente na área de influência direta do Projeto Ferro Carajás S11D\_A3**

Uma análise comparativa do efeito de borda atual e futuro (considerando a implantação do empreendimento) está apresentada no **Capítulo 8 – Prognóstico Ambiental (Figura 8.3.2)**.

O texto apresentado na sequência apresenta uma análise das condições ambientais vigentes na área de estudo, fundamentada no estudo da relação dos atributos físicos, bióticos e socioeconômicos. O capítulo correspondente ao tema Prognóstico com Avaliação dos Impactos Ambientais guarda estreita interface com o presente capítulo dado que considera o cenário atual e suas perspectivas sem a presença do Projeto Ferro Carajás S11D, bem como com a implantação e operação deste.

A análise apresentada na sequência foi estruturada com base nas informações de cartografia compatível e de abrangência espacial equivalente. Neste caso, as informações produzidas nos estudos que não integram a base cartográfica que expressa a síntese ambiental, foram consideradas como orientativas das interpretações apresentadas a seguir.

### **7.1. Arranjo Físico da Porção Central e Meridional da Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiúnas**

Para caracterizar de forma integrada os atributos de ordem física da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas, optou por iniciar pela análise do mais conhecido compartimento da mesma, a serra dos Carajás.

O **Compartimento da Serra dos Carajás** posiciona-se na porção central da bacia, tendo sua maior expressão espacial orientada no sentido E-W. Apesar de tal orientação, sua expressiva largura, cerca de 60 km em alguns pontos, confere a mesma um aspecto planáltico, especialmente em função da singular identidade que esta tem do ponto de vista topográfico em relação à toda a bacia do rio Itacaiúnas.

Além do destaque topográfico, é importante assinalar que o domínio deste compartimento é marcado por um conjunto expressivo de geoformas, submetidos, apesar da quase homogênea floresta, a processos de dissecação de diferentes intensidades, favorecendo o modelado de escarpas, colinas, chapadas, vales embutidos em meio às serras e encostas de diferentes comprimentos e inclinações. Neste compartimento encontram-se ainda embutidos os platôs de canga, representados por relevos isolados de destaque na topografia regional, marcados pela cobertura de uma compacta carapaça ferruginosa, caracterizados por terem bordas abruptas, estando seu contato com os terrenos adjacentes marcados por escarpas com “*front*” rochoso quase sempre bem definido.

Tais platôs são também caracterizados por serem favoráveis ao desenvolvimento de processos geomorfológicos indutores de formação de feições cársticas. Neles são notáveis as presença de cavidades e de dolinamentos que, em parte, apresentam-se como sistemas lacustres nas áreas mais elevadas da serra.

Este compartimento é marcado pelo domínio do grupo de rochas sedimentares, vulcânicas e, em menor escala, de intrusões graníticas. Associadas ao domínio das rochas sedimentares encontram-se as jazidas de ferro das serras Norte e Sul, a do manganês do Azul e a do cobre do

Alemão. A uma intrusão granítica presente na porção central da serra tem-se a Mina de Granito, também de propriedade da Vale, a exemplo das demais.

A existência de uma diversidade geomorfológica e, secundariamente geológica neste compartimento serrano, potencializou o desenvolvimento de classes de solos diversas, estando a dos latossolos associados aos domínios mais planos cimeiros, como nos domínios típicos de chapadas suavemente inclinadas como, por exemplo, os domínios que alojam o Núcleo Urbano de Carajás e o Aeroporto. Nas encostas os argissolos e cambissolos são as classes características, estando a elas associados os maiores níveis de susceptibilidade erosiva dado que, além de características físicas específicas, posicionam-se em condições de relevo marcado por declividades mais elevadas.

Afloramentos de rocha caracterizam os primeiros metros das escarpas erosivas dos platôs, enquanto solos litólitos ou lajedos ocorrem em sua superfície. Levantamentos recentes demonstraram que a diversidade pedológica é muito maior na superfície dos platôs, favorecendo o desenvolvimento de nichos diversos de biodiversidade florística (Golder, 2007). Tais estudos têm revelado que alguns platôs são portadores de diferentes geossistemas que tem a eles associados fitofisionomias distintas, cuja biomassa é razão direta da profundidade dos solos.

Com relação à influência do substrato na distribuição das florestas ombrófilas, observa-se que as formações mais abertas encontram-se associadas às encostas mais declivosas, enquanto nas áreas planas superiores, o predomínio é da floresta ombrófila densa. Nas áreas mais baixas, especialmente a borda norte da serra dos Carajás, formações florestais das terras baixas e aluviais foram identificadas. Cabe ressaltar um fato novo, levantado também em pesquisas recentes. Trata-se da ocorrência de um mosaico considerável de florestas decíduais em meio à serra do Carajás, associadas ao afloramento de diferentes litologias. Tais formações são de dimensões variadas e ocorrem embutidas em depressões interiores. Esta formação vegetal está sendo estudada dentro dos projetos de pesquisa ora em desenvolvimento na região.

Relacionado às características hidrogeológicas, o domínio de rochas sedimentares no compartimento analisado, marcado por litologias de alto grau de fraturamento, associadas a uma evolução geoestrutural de grande capacidade de estabelecimento de um denso sistema de falhas, a existência de amplas coberturas latossólicas, altamente arejadas do ponto de vista da capacidade de drenagem e a cobertura florestal existente, favoreceram o desenvolvimento de aquíferos de grande relevância no contexto espacial estudado.

É importante salientar que apesar da centralidade deste compartimento no contexto da bacia, este mostra-se como o principal dispersor hidrográfico do mesmo. Suas drenagens alimentam tanto o rio Itacaiúnas que marca o nível de base a oeste e a norte da bacia, como o rio Parauapebas, que desempenha este papel em todo o limite leste da serra dos Carajás.

Estudos hidrológicos desenvolvidos pela Golder em 2006, voltados a avaliar a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas, identificaram a serra dos Carajás como a principal unidade aquífera da área de estudo, resultado referendado pela investigação hidrogeológica.

Apesar de se tratar das características físicas da bacia é importante considerá-las à luz dos aspectos antrópicos. Neste sentido, é importante esclarecer que grande parte do domínio do compartimento serra dos Carajás integra o conjunto de terras legalmente protegidas na região.

Trata-se, à exceção da Reserva Biológica do Itacaiúnas, de um conjunto de unidades de uso sustentável, mais precisamente florestas nacionais e uma área de proteção ambiental.

As Florestas Nacionais de Carajás e Tapirapé-Aquiri são dotadas de plano de manejo e tem sua utilização amparada por um zoneamento que permite o desenvolvimento de algumas atividades produtivas em seu interior. Neste caso, destaca-se a mineração entre aquelas que são permitidas que, efetivamente, produz modificação no contexto espacial em que opera. Assim, a mineração apresenta-se como uma atividade, cujo desenvolvimento rebate diretamente sobre a base física em análise.

É importante ressaltar que a mineração configura-se como empreendimento de ação pontual, cujos efeitos em termos de alteração das características físicas das áreas ainda não produziram efeitos que extrapolam o seu sitio de ação no que tange aos atributos físicos analisados. De toda forma, fica evidente que ao ocupar domínios da serra dos Carajás, torna-se imprescindível a manutenção das condições de estabilidade dos terrenos, bem como a eficiência operacional das barragens de contenção de rejeitos e sedimentos, dado tratar-se de um compartimento com significativa importância para o conjunto de terras localizadas no seu entorno.

Considera-se que, à exceção das queimadas, os empreendimentos localizados neste compartimento apresentam-se como aqueles produtores das maiores interferências em termos da qualidade ambiental. No entanto, conforme demonstrado no diagnóstico ambiental, os parâmetros analisados encontram-se compatíveis com as legislações vigentes.

Outro compartimento importante no contexto da área de estudo foi definido como característico de grande parte da porção meridional da bacia do rio Itacaiúnas, onde se pretende instalar a usina de beneficiamento do Projeto Ferro Carajás S11D.

Trata-se do **Compartimento do Alto Itacaiúnas e Parauapebas**. Este domínio refere-se a um compartimento que tem seu domínio espacial distribuído, a grosso modo, a partir do divisor de águas entre os rios Vermelho e Parauapebas, agregando o alto curso de afluentes do primeiro, e estende-se por toda a porção oeste, excluindo-se apenas uma pequena porção de terras que abriga algumas nascentes do rio Itacaiúnas.

Este compartimento é caracterizado por uma topografia de pequena diferenciação altimétrica, associada a uma homogeneidade de suas formas de relevo. Trata-se de um conjunto de terras marcado por incipiente dissecação fluvial, fato que imprime aos cursos de água principais um fraco gradiente em seus perfis longitudinais.

As condições topográficas, associadas a solos preferencialmente pouco desenvolvidos em grande parte do compartimento, representam um situação a ser melhor estudada, num contexto especificamente científico, considerando o modelo de desenvolvimento morfogenético esperado para uma região de clima úmido.

Este compartimento é caracterizado do ponto de vista geológico, pela presença dominante de rochas ígneas, associadas à relativa abundância de rochas graníticas distribuídas de forma alongada no sentido E-W, principalmente no domínio espacial mais próximo da serra dos Carajás. Este compartimento encontra-se também marcado por falhas de orientação E-W, quase sempre associadas aos limites entre as duas litologias que o dominam.

A morfologia da área é marcada por colinas baixas, de reduzida declividade, distribuídas em meio a vales muito abertos entulhados, na maioria das vezes, denotando a baixa capacidade de arraste e, por consequência de dissecação, associado a estas drenagens.

Conforme destacado anteriormente, solos ainda pouco maduros como os cambissolos caracterizam a cobertura superficial destes terrenos. A estes, ocorrem associadas manchas menores de argissolos.

Todo este compartimento é, no contexto da hidrogeologia, marcado por baixa disponibilidade de água subterrânea, bem como possui uma marcada sazonalidade em suas vazões superficiais, assumindo um caráter de escoamento que em muito se afasta do esperado para drenagens equatoriais.

Conforme relatório produzido pela Golder (2006) as variações altimétricas deste compartimento estão representadas por amplitudes que atingem cotas entre 250 e 400 metros em relação ao nível médio do mar. Está sustentada basicamente pelas rochas do Complexo Xingu, representado por diversos tipos litológicos, tais como anfibolitos, charnockitos, dioritos, gnaisses, granitos, granitóides, granulitos e metabásicas.

A análise em separado desse compartimento relaciona-se com a diminuição acentuada de corpos de rochas graníticas na direção leste, tendo sido verificado apenas corpos estreitos de pouca abrangência superficial, como os que ocorrem na porção a oeste e a diminuição considerável das amplitudes altimétricas, o que ressalta uma condição de monotonia do relevo, naturalmente, proveniente da predominância de rochas do Complexo Xingu.

As características descritas acarretam num condicionamento hidrogeológico que é pautado na generalizada ocorrência de rochas de baixa capacidade de armazenamento, associadas a um cenário de relevo arrasado que ocupa toda a porção sul da bacia, onde as diferenças altimétricas existentes entre as cabeceiras do rio Parauapebas e sua porção de médio curso, no momento em que encontram a Flona de Carajás, são da ordem de 100 m apenas, para uma distância de cerca de 83 km. Ou seja, o gradiente hidráulico nessa faixa é de somente 0,0012 m/m ou 1,2 mm/m.

As rochas de baixo potencial aquífero que integram este compartimento, apesar de um relevo relativamente plano, inibem a reposição das águas meteóricas destinadas à recarga, pois os aportes pluviométricos devem, normalmente, exceder a capacidade de absorção dos materiais pelíticos, devido à sua baixa permeabilidade intrínseca. Desse modo, devem prevalecer condições de regime torrencial, com elevadas taxas de escoamento superficiais e pequenas contribuições subterrâneas.

Conforme ressaltado no diagnóstico, somente estudos mais aprofundados podem explicar a ausência de coberturas pedológicas mais evoluídas num compartimento relativamente plano, bem como a razão de níveis de dissecação tão incipientes nesta porção da bacia.

Como hipótese, é possível admitir tratar-se de terrenos que alojavam uma floresta ainda jovem, cujo clímax ainda não havia se consolidado. Neste caso, o amadurecimento dos solos ainda estava em curso associado, a exemplo do domínio amazônico em geral, à incorporação contínua de biomassa e, por consequência, o favorecimento da evolução pedogenética das coberturas superficiais.

No que diz respeito aos baixos níveis de dissecação fluvial desta porção da bacia, é possível que o controle de intrusões de rochas mais resistentes esteja mantendo o perfil longitudinal das drenagens elevadas, controlando efetivamente o aprofundamento do nível de base na mesma e ao mesmo tempo favorecendo a formação de várzeas largas e muito úmidas em determinadas porções da drenagem do rio Itacaiúnas e Parauapebas.

Com relação aos atributos físicos é importante considerar o papel da ação antrópica sobre este compartimento, onde a cobertura florestal encontra-se integralmente substituída por pastagem.

Conforme destacado no diagnóstico é importante analisar o comportamento destes terrenos, cuja gênese encontrava-se controlada pelo efeito de uma floresta ombrófila, agora expostos diretamente a um padrão de ação de escoamento pluvial chuvoso, no qual a torrencialidade é uma marca de sua manifestação. É possível que a dinâmica erosiva esteja efetivamente alterada, bem como os processos pedológicos, se considerados os padrões deste ambiente quando cobertos pela floresta. Neste caso, reflexos indesejáveis no comportamento e disponibilidade dos recursos hídricos podem ser esperados.

Ainda em relação ao contexto antrópico, este compartimento abriga a mina de cobre do Sossego, estando em licenciamento o Projeto Cristalino. Trata-se de uma região promissora em termos de recursos minerais e, conseqüentemente, dos efeitos decorrentes da instalação de grandes projetos. Assim, conhecer a funcionalidade do comportamento hidrológico, hidrogeológico, bem como a gênese desta porção da área de estudo apresenta-se como conduta prioritária para planejamento e gestão de uma porção do território de franco interesse da Vale. Estudos orientados para a análise da disponibilidade hídrica regional já desenvolvidos pela Vale revelam o investimento na busca da compreensão da funcionalidade deste recurso na região.

Historicamente, tem sido comum nos municípios da área que abrigaram grandes projetos - sejam eles de mineração, hidrelétricos ou de outra natureza -, tanto a capacidade de geração de grande número de empregos quanto a pressão sobre sua infra-estrutura. Conscientes da presença minerária na região e dos conhecidos movimentos de atração migratória, os municípios posicionados no entorno da serra dos Carajás elaboraram planos diretores municipais em 2006, nos quais incluíram políticas específicas relacionadas ao crescimento de forma acelerada.

Outra atividade econômica de porte, a ser considerada na análise integrada dos municípios da região, é a agropecuária. Desde o início, sua implantação se desenvolveu após um expressivo processo de desmatamento. Com ênfase na pecuária extensiva de corte e baixa incorporação tecnológica, a atividade tem também como características a escassa utilização de mão-de-obra e a falta de adequado manejo das pastagens, com a decorrente degradação do solo e o esgotamento dos recursos naturais, o que se completa com a baixa qualidade do rebanho. A conseqüência última é a produtividade baixa e decrescente da atividade.

Com relação à qualidade do ar, este compartimento abriga uma estação meteorológica do INPE em Canaã dos Carajás e seus dados apresentam a dominância de uma direção de vento para norte, marcados por serem fracos. A estação do centro de visitantes do Sossego mostra que as concentrações de partículas inaláveis apresentam-se, ao longo do ano, caracterizadas por picos que excedem os limites legais, devido à ocorrência de queimadas.

A **Tabela 7.1.1** apresenta as características ambientais observadas na bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas. A **Figura 7.1.1** mostra a distribuição espacial dos compartimentos delimitados para a referida bacia hidrográfica.



TABELA 7.1.1

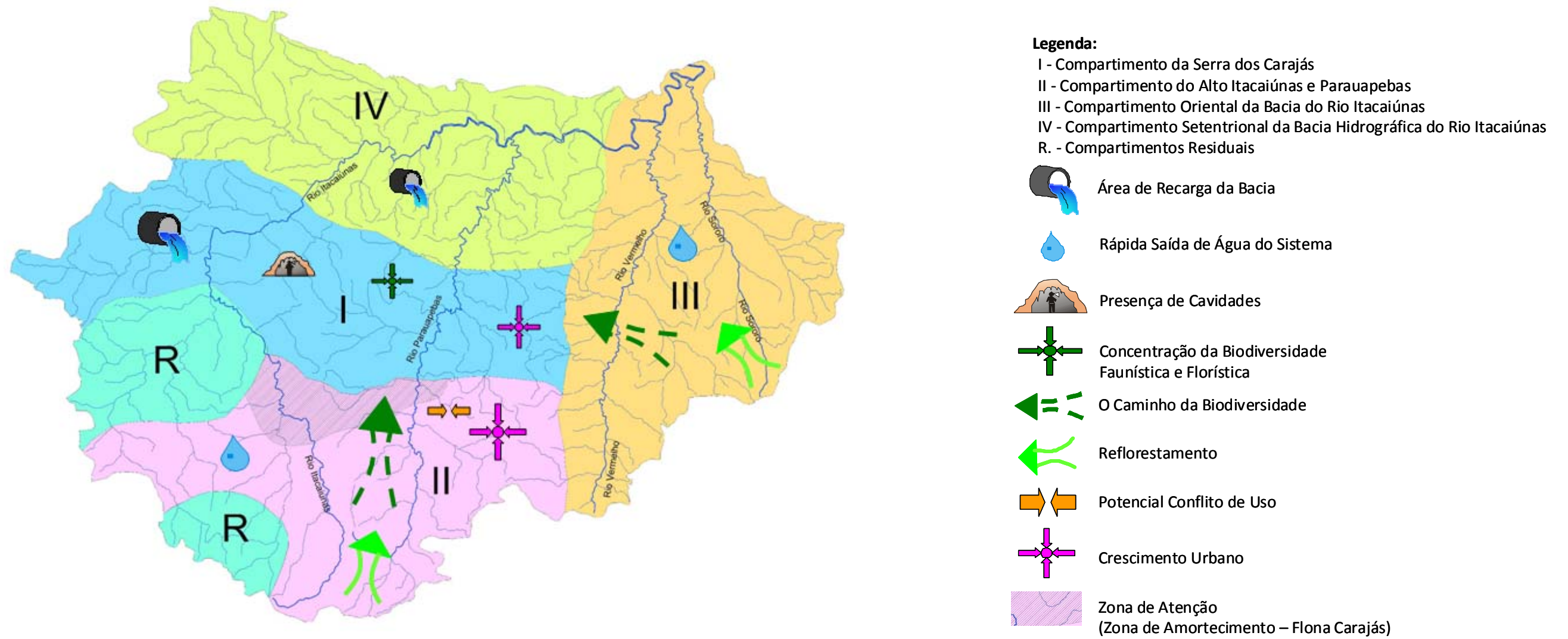
## SÍNTESE E INFORMAÇÕES ADICIONAIS SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACAIÚNAS

Compartimentos	Considerações importantes	Inserção Hidrográfica	Litologias	Sistema Aquífero	Solos	Vegetação Original	Uso Atual e Cobertura Vegetal
I Serra dos Carajás	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Representa importante aquífero da bacia do rio Itacaiúnas</li> <li>▪ Representa habitats remanescentes da biodiversidade faunística e florística do Sudeste do Pará</li> <li>▪ Comporta importantes recursos minerais</li> <li>▪ Comporta um conjunto de unidades de conservação de uso sustentável</li> <li>▪ Comporta o Complexo Ferro Carajás, Manganês do Azul</li> <li>▪ Conflito de convivência – Unidade de conservação x mineração</li> <li>▪ As cavidades como um contexto de grande complexidade ao desenvolvimento do empreendimento</li> </ul>	Produção de grande volume de água para drenagens que fluem para o Parauapebas e Itacaiúnas	Anfibolito, charnockitos, diorito, gnaiss, granulito, formação ferrífera bandada, metarenito, arenito, siltitos	Sedimentar	Latossolos Argilosos e Latossolos	Floresta ombrófila e savana metalófila	Floresta ombrófila Savana metalófila e mineração
II Alto Itacaiúnas e Parauapebas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exposto à significativas variações de vazões sazonais</li> <li>▪ Drenagens com comportamento atípico ao domínio equatorial</li> <li>▪ Compartimento fortemente antropizado</li> <li>▪ Domínio de forte dinamização econômica</li> <li>▪ Núcleos urbanos em franco crescimento</li> <li>▪ Potencial conflito de uso da água (crescimento x mineração)</li> <li>▪ Necessidade de investigações mais profundas relativas aos recursos hídricos</li> <li>▪ Comporta importantes recursos minerais</li> <li>▪ Atividades em curso: pecuária, mineração</li> </ul>	Abrange o alto e parte do médio curso dos rios Parauapebas e Itacaiúnas	Anfibolitos, charnockitos, dioritos, gnaisses, granitos, granulitos e metabásicas	Cristalino	Argissolos e Cambissolos	Floresta ombrófila	Pastagem/mineração Sossego/ áreas urbanas

Continua...

...Continuação

Compartimentos	Considerações importantes	Inserção Hidrográfica	Litologias	Sistema Aquífero	Solos	Vegetação Original	Uso Atual e Cobertura Vegetal
III Oriental Bacia do Itacaiúnas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exposto à significativas variações de vazões sazonais</li> <li>▪ Drenagens com comportamento atípico no domínio equatorial</li> <li>▪ Compartimento fortemente antropizado</li> <li>▪ Compartimento de pouco interesse atual para a atividade de mineração</li> <li>▪ Apresenta crescimento econômico e populacional incipiente</li> <li>▪ Atividades em curso: pecuária</li> <li>▪ Necessidade de investigações mais profundas relativas aos recursos hídricos</li> <li>▪ Oportunidade: reflorestamento</li> </ul>	Abrange toda a bacia hidrográfica dos rios Vermelho e Sororó	Rochas pelíticas (ardósias e filitos). Sedimentos clásticos, Conglomerados suportados por clastos, argilitos, metassiltitos, metarcóseos e metarenitos. Deforma pontual, formações ferríferas bandadas e metabasaltos e gabros	Metassedimentar	Argissolos e aluviões	Floresta ombrófila	Juquiras em diferentes estágios e pastagem
IV Setentrional Bacia do Itacaiúnas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ As vazões agregadas ao rio Itacaiúnas derivadas do compartimento I contribuem para regularização anual das vazões</li> <li>▪ Área de antropização em curso (substituição floresta por pastagem)</li> <li>▪ Interesse econômico: pecuária, mineração (Projeto Buriti e Buritirama)</li> </ul>	Bacia dos rios Tapirapé, Preto, Sapucaia, médio e baixo Itacaiúnas e Parauapebas	Anfibolitos, granulitos charnockíticos, gnaisses e metabásicas, metassedimentos clásticos, micaxistos, mármore, quartzitos ferruginosos	Metamórfico	Argissolos Latosolos Gleissolos	Floresta ombrófila	Floresta ombrófila, juquiras, pastagem
R (Residuais)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Áreas residuais inseridas em meio a domínios muito homogêneos (não traduzem em interferências singulares no contexto de sua inserção).</li> </ul>						



Fonte: Campos, 2007.

**FIGURA 7.1.1 - Compartimentos e Características ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiúnas.**

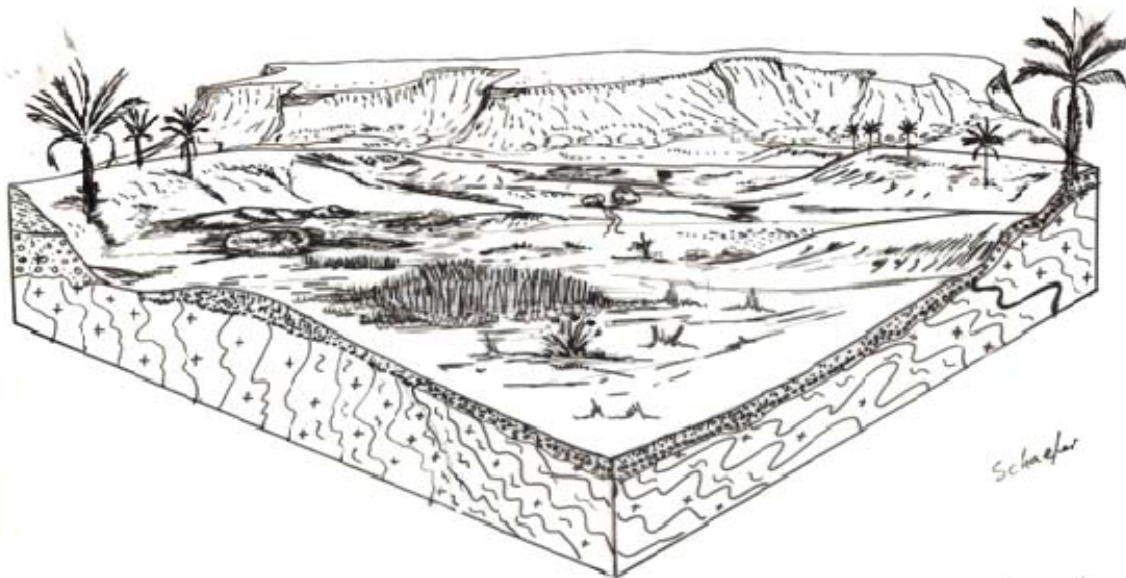
## 7.2 As Unidades Ambientais da ADA e AID

Para melhor compreensão das relações entre os atributos geomorfopedológicos da área em análise, apresenta-se, a seguir, a caracterização das unidades geoambientais identificadas no contexto espacial da ADA e AID.

### 7.2.1 Colinas e Patamares com Argissolos

A área em análise apresenta um relevo de morros e colinas com cristas restritas. O sistema de morros apresenta amplitudes da ordem de 300 m, chegando a 500 m em algumas serras. O relevo é ondulado a forte ondulado, com encostas côncavo-convexas esculpidas sobre rochas do complexo Xingu (granitos e gnaisses). A drenagem apresenta densidade média com padrão dentrítico, por vezes paralelo, estruturalmente controlado. Os vales são fechados e raramente em forma de U. Não há evidências de drenagens fechadas. Observa-se uma densidade de drenagem média a alta. Nas bordas mais próximas das encostas, os segmentos alongados e linearizados apresentam um ravinamento mais intenso.

Dentro da Depressão Periférica ocorre também um domínio de relevo colinoso aplainado esculpido sobre o complexo Xingu, correspondendo geologicamente à parte mais arrasada do regime compressivo do cinturão Itacaiúnas. A altitude média é entorno de 200 m, chegando a 300 m nas áreas mais elevadas. As encostas são de padrão suave-onduladas a onduladas, mesmo nas bordas das raras elevações deste domínio, apresentando vertentes retilíneas. Nas depressões periféricas em cotas mais baixas, são comuns extensos babaçuais (**Figura 7.2.1**).



**FIGURA 7.2.1** – Geologia e geomorfologia do domínio colinoso de argissolos epi-pedregosos da borda sul do Corpo S11, Bloco D, próxima de onde será instalada a Usina de Beneficiamento. Pastagens degradadas sobre argissolos plínticos e pedregosos se alternando com babaçuais e matas de porte elevado, ao fundo, nas encostas de colúvio do Corpo S11. O desnível alcança mais de 400 metros do topo à base da escarpa (Golder, 2007).

Neste domínio a ocupação antrópica é representada pela plenitude das pastagens em relação aos pontuais usos para o desenvolvimento de pequenos cultivos.

Como se observa nas **Fotos 7.2.1, 7.2.2 e 7.2.3** representativas da área onde se pretende instalar a Usina de Beneficiamento do Projeto Ferro Carajás S11D, o uso do solo é representado pela ampla dominância de pastagens, com concentrações esparsas de palmeiras.



**FOTO 7.2.1 - A foto mostra o domínio de pastagens na área onde se pretende a instalação da Usina de Beneficiamento e estruturas associadas.**



**FOTO 7.2.2 - Notar domínio exclusivo de pastagens com indivíduos de palmeiras isolados em meio a área de instalação da Usina de Beneficiamento e estruturas associadas.**



**FOTO 7.2.3 - Notar domínio exclusivo de pastagens com indivíduos de palmeiras isolados e poucos regenerantes de espécies arbustivas em meio na área de instalação da Usina de Beneficiamento e estruturas associadas.**

Os solos associados são Argissolos, na sua grande maioria, distróficos. Observa-se uma densidade média de drenagem, apresentando um padrão dendrítico. Os vales são essencialmente abertos, onde ocorrem as planícies aluvionares (BRASIL, 1991). É comum o predomínio de Palmeiras, como Babaçu e Inajá, formando estandes regulares que dominam o dossel florestal.

Na bacia do Parauapebas, esta unidade será utilizada pelo empreendimento, pela natureza favorável de sua topografia. Nela serão instaladas a Usina de Beneficiamento e as demais estruturas administrativas do projeto.

Encontra-se também rebaixada em relação à chamada serra Sul de Carajás, formando um limite de bordas escarpadas ou ravinadas, em entalhes de drenagem profundos. É caracterizada por colinas de topo aplainado e faixas de terrenos mais baixos, formando rampas (BRASIL, 1974), em geral associadas à Argissolos com ou sem epipedregosidade.

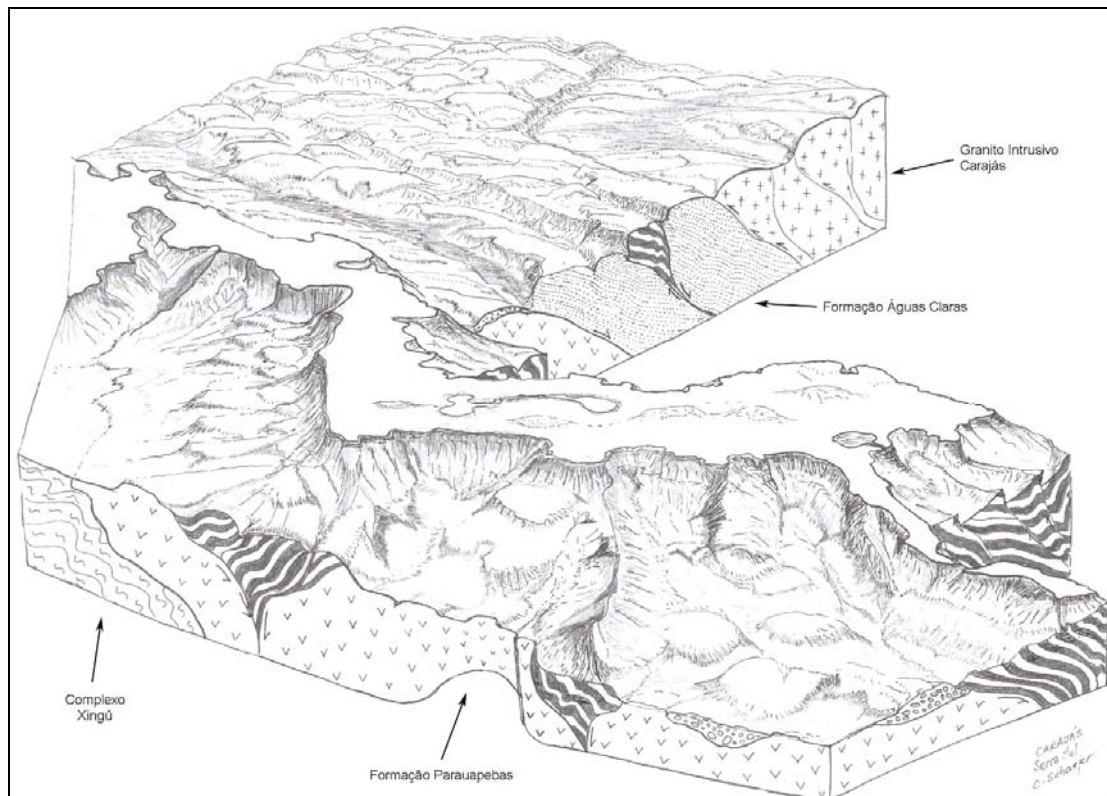
Apresenta-se dissecada por vales amplos, encaixados em colinas e morrotes, com patamares, adaptados a redes de fratura e com muitos solos pedregosos, no terço médio e superior das encostas. Observa-se uma densidade média de drenagem, apresentando um padrão dendrítico. Os vales são essencialmente abertos, onde ocorrem as planícies aluvionares (BRASIL, 1991), de pequena expressão. Não são comuns solos com plintita nessa unidade. O material pedogenizado possui boas características geotécnicas, por ser argiloso, caulínico e possuir boa compactabilidade.

### **7.2.2 O Corpo S11**

O Corpo S11, conforme destacado ao longo do diagnóstico ambiental, é um dos principais residuais de canga ferrífera com vegetação rupestre dentro da Flona Carajás.

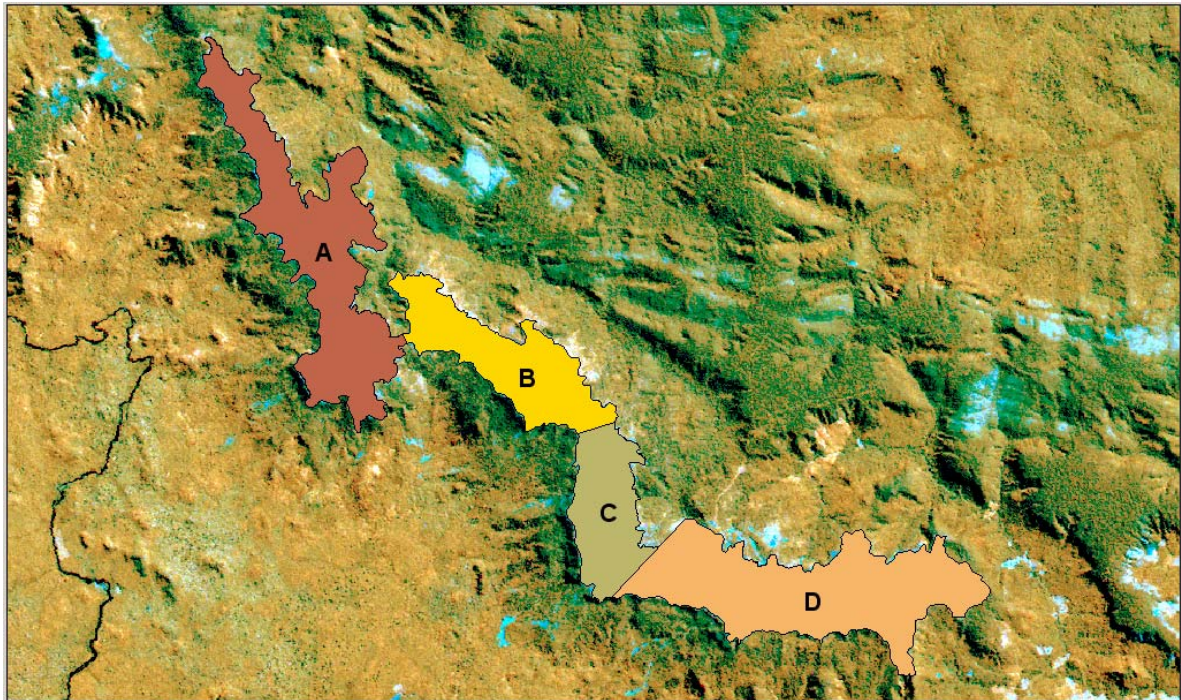
Trata-se de um grande alinhamento de orientação aproximada no sentido sudeste - noroeste representado por superfícies inclinadas, de geometria diversa, onde se alojam drenagens temporárias, lagoas ou depressões do tipo doliniformes.

Nos flancos, ou mesmo em quebras locais da carapaça ferruginosa das áreas de canga, é comum a presença de cavidades com espeleotemas típicos de formações ferríferas. Em algumas cavidades ocorrem testemunhos arqueológicos de ocupação humana. Na superfície, as lagoas podem apresentar-se isoladas ou conectadas a outras, através de canais que se assemelham a cânions, modelados também a partir de ruptura da camada rígida superficial ferruginosa de canga (**Figura 7.2.2**).



**FIGURA 7.2.2 - Bloco diagrama da porção centro-leste do Corpo S11 e entorno (Blocos B, C e D), ilustrando a dominância de relevos dissecados com topos aplainados e pendentes alongadas sobre os arenitos e siltitos da Formação Águas Claras; relevo dissecado e colinoso, mais suave e rebaixado, sobre os granitos félsicos e granófiros associados ao Bloco plutônico de Carajás e formando uma depressão periférica central no maciço de Carajás. Ocorrem extensos areais em condições hidromórficas, alagadiços muito pobres e ácidos. Cristas e Alinhamentos serranos, controlados por falhas transcorrentes de direção NW-SE, estabelecem o contato do Grupo Grão Pará com os metabasaltos da Formação Parauapebas. Nesta última Formação, ocorrem solos concrecionários com mais de dois metros de canga degradada, pisolítica, evidenciando o páleo-espço semi-árido do grande anfiteatro da Flona de Carajás; enormes bolsões de material coluvionar e conglomerático ocorrem nas duas bordas do Corpo, formando leques aluviais e talús de dimensões gigantes, que alcançam distâncias superiores a 1000 metros da borda serrana. (Golder, 2007).**

Para fins de caracterização foi adotada no presente estudo a separação do Corpo S11 nos blocos A, B, C e D (**Figura 7.2.3**). Trata-se de uma setorização apenas para fins de orientação de investigações geológicas adotada pela Vale.



**FIGURA 7.2.3 - Blocos A, B, C e D do Corpo S11.**

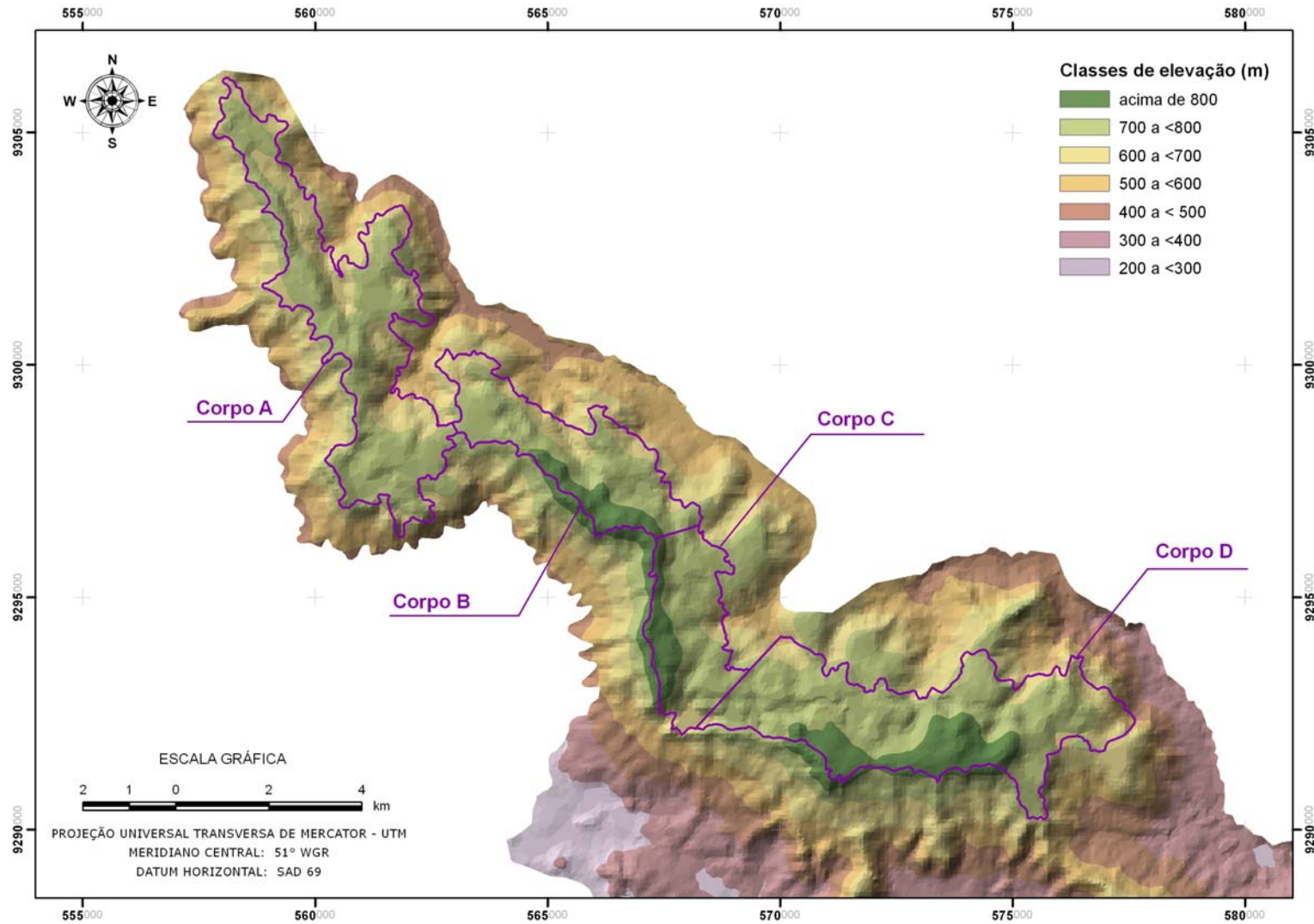
Conforme mostra a **Tabela 7.2.1** e a **Figura 7.2.4**, existe pouca variação entre os Blocos do Corpo S11 no que se refere à altitude média, amplitude altimétrica e declividade média. O Bloco A constitui a porção ligeiramente mais baixa e de menor amplitude altimétrica do Corpo S11.

**TABELA 7.2.1**

**ALTITUDES E DECLIVIDADES DAS DIFERENTES ÁREAS ESTUDADAS**

Unidades de mapeamento	Altimetria			Declividade
	MÁX	MIN	MÉDIA	MÉDIA
	-----m-----			-----%-----
CORPO S11	890	510	733	17
BLOCO A	780	510	699	16
BLOCO B	890	588	743	20
BLOCO C	870	570	750	18
BLOCO D	890	552	753	16





**FIGURA 7.2.4 – Variação Altimétrica dos Blocos que compõem o Corpo S11.**

A **Tabela 7.2.2** apresenta a área ocupada por cada geofácia em cada bloco do Corpo S11. Estas representam unidades de mapeamento menores contidas nos geoambientes. São caracterizadas por forte influência dos solos e da disponibilidade hídrica. As Matas de Transição (altas e baixas) ocupam mais de 50 % de todos os blocos. Este valor deve-se ao fato de ter sido utilizada a cota 550 como limite inferior a ser estudado, sendo constatada a presença de substrato de canga jaspelítica mesmo abaixo das escarpas do Corpo S11, em seu flanco sul mais escarpado. Apesar da grande importância ecológica destas áreas, estas não ocupam em sua totalidade a parte do platô em si, mas sim seus rebordos e saias das escarpas.

Em relação aos geoambientes integralmente inseridos no Bloco D, as encostas com campos rupestres constituem o principal geoambiente, com o predomínio, em todos os blocos, da geofácia de Encostas com Campos Rupestres Arbustivos. Os extremos do Corpo S11, blocos A e D, destacam-se pela maior ocorrência de Depressão com Campos Mal Drenados e Solos Hidromórficos/Buritzais. O mapa dos geoambientes do Corpo S11 corresponde à **Figura 7.2.5** apresentada no **Anexo XXII**.

TABELA 7.2.2

## PERÍMETRO, ÁREA TOTAL (Ha) E RELATIVA (%) DAS GEOFÁCIES DOS DIFERENTES BLOCOS DO CORPO S11

Unidades Geofáceis – Corpo S11	Bloco A			Bloco B			Bloco C			Bloco D		
	Perímetro (m)	Área (ha)	Área (%)	Perímetro (m)	Área (ha)	Área (%)	Perímetro (m)	Área (ha)	Área (%)	Perímetro (m)	Área (ha)	Área (%)
Depressão com campos mal drenados e solos hidromórficos/Buritizais	2.437,01	3,57	0,13	-	-	-	245,43	0,2	0,02	2.300,36	5,59	0,14
Campo Brejoso (Ciperáceas, Tiphaceae e Xyris, com turfeiras)	6.483,40	16,51	0,58	1.503,15	7,45	0,41	3.351,57	15,49	1,23	3.318,19	14,58	0,37
Campo gramíneo parcialmente drenado	3.767,67	19,36	0,68	934,84	5,02	0,27	-	-	-	7.556,28	23,23	0,59
Campo rupestre arbustivo de Canga Ferrífera	110.050,52	904,25	31,96	59.908,16	558,76	30,52	35.045,68	330,93	26,21	134.058,24	1.064,71	27,18
Encostas com campos rupestres	32.195,43	195,97	6,93	20.401,45	117,25	6,4	15.701,52	124,79	9,88	42.663,93	206,8	5,28
Lagos	4.786,38	47,17	1,67	1.390,52	5,15	0,28	225,71	0,37	0,03	4.502,13	42,69	1,09
Mata alta (Capão florestal denso) sobre canga degradada	14.936,20	36,42	1,29	1.600,09	4,93	0,27	3.683,89	7,68	0,61	23.664,65	68,26	1,74
Mata baixa (Capão Florestal aberto) sobre canga degradada	14.811,85	41,44	1,46	15.400,77	50,61	2,76	7.247,87	32,49	2,57	29.747,13	68,67	1,75
Mata de transição sobre canga degradada	96.744,22	1.547,05	54,69	54.597,66	1.071,98	58,55	29.773,66	749,9	59,39	90.481,42	2.422,83	61,85
Vegetação submersa de borda lacustre	5.252,46	17,16	0,61	2.383,36	9,62	0,53	500,01	0,85	0,07	-	-	-

Os campos rupestres arbustivos correspondem a 29% da área total do Corpo S11, e os campos rupestres de *Vellozia* a 6,6%. Da área total de 9.840 ha, acima de 550m, cerca de 6336ha são formações florestais, das quais a mata de transição sobre canga recobre 59% da área total.

### **7.2.2.1 Depressões com Campos Mal Drenados e Solos Hidromórficos**

Depressões com Campos Mal Drenados e Solos Hidromórficos são as depressões de topo que ocorrem na área de canga embasada na Formação Carajás. O Bloco D é um dos domínios onde tal fisiografia ocorre, com destaque para o extremo leste, que possui as formações mais expressivas deste geoambiente.

Nas depressões doliniformes e patamares rebaixados do Bloco D e outros corpos que integram o grande alinhamento da serra Sul, bem como nos demais platôs de Carajás, ocorre uma verdadeira sucessão vegetal, que se inicia com a colmatação ou pelo esvaziamento de antigas áreas lacustres com o avanço da drenagem interna dos platôs, promovida pela mudança natural do nível do lençol, ou pela incisão da erosão remontante nas bordas, causando a dissecação dos lagos de Carajás (**Figura 7.2.6**). Como diferentes estágios sucessionais, foram identificados e mapeados três padrões distintos de campos inundáveis, em sucessão: graminoso, de ciperáceas e eriocauláceas, brejoso, onde forma turfeiras profundas, e buritizais.

Em seu conjunto, formam os geoambientes de maior importância ambiental da área. O Campo Graminoso Parcialmente Inundável Sobre Canga Nodular constitui-se em ambiente já oxidado e parcialmente drenado. Como a taxa de sedimentação nas depressões doliniformes é baixa, em vista da alta flocculação dos compostos férricos e da pouca quantidade de argila dispersa capaz de acumular-se, os solos das áreas de paleodepressões lacustres são geralmente muito rasos, formados por canga pisolítica esferoidal, de natureza secundária, dominada por goethita.



**FIGURA 7.2.6 - Bloco-diagrama da paisagem de depressão com campo graminoso sobre canga nodular, evidenciando o rebaixamento do lençol freático para um nível de cerca de 4 metros abaixo da paleo-depressão hidromórfica, que se mantém graças a pouca permeabilidade do substrato e presença de canga pisolítica cimentada. Não há acumulação de matéria orgânica expressiva nesses ambientes, em contraste com o grande acúmulo de turfeiras dos campos hidromórficos maiores, sob ciperáceas e tipha (na parte direita da ilustração). Na borda desses antigos terraços de canga, há feições de dissolução e cavidades subterrâneas, onde a água corre mesmo na estação seca.**

Além disso, a rápida oxidação da pouca matéria orgânica acumulada no solo hidromórfico anterior, expôs o horizonte petroplântico pisolítico subjacente, num processo de gradativa erosão superficial, fazendo com que os solos dos campos graminosos sejam atipicamente rasos.

Este geoambiente singular, de solos petroplânticos rasos, líticos, possui vegetação graminóide de crescimento sazonal, formada por tufos de Xyridaceas, Ciperaceas e Gramíneas, com pequenas Eriocaulaceas subordinadas, comuns nos solos mais expostos e em microdepressões inundáveis. O geoambiente, como um todo, tende ao desaparecimento dos ambientes brejosos, e formação de cavidades e vazios pseudocársticos, onde a água passa a acumular-se. Verdadeiros terraços ou patamares de canga pisolítica são formados por este processo dinâmico de rebaixamento do lençol freático, em função do reajuste hidrológico atual, que cria novas depressões e abandona níveis hidromórficos pretéritos. Em alguns exemplos, verifica-se a presença de água subterrânea através de *pipes* e depressões de dissolução entre 40 cm e 1 metro de profundidade, enquanto o solo superficial se encontra totalmente seco (Julho/Agosto).

Na sequência evolutiva natural das depressões doliniformes, ocorrem fases semi-lacustres, pântanos colmatados, formando verdadeiras turfeiras onde predominam Organossolos. São os Campos Brejosos (de Ciperáceas, Tiphaceas e Xyris, com turfeiras rasas). Constituem antigos

lagos outro mais amplos, hoje parcialmente drenados, com rebordos erosivos de canga bem marcados, evidenciando o antigo nível de água das depressões (**Figura 7.2.6**). Os campos brejosos formam um complexo com os Buritizais, que bordejam essa formação.

Um dos exemplos mais típicos é o grande pântano dos Buritis no extremo leste do Bloco D, cujo nível atual de hidromorfismo se encontra 5-6 metros abaixo do paleo-nível marcado pela escarpa de canga laterítica. Na faixa intermediária entre a escarpa laterítica e o antigo nível do piso do lago ocorre uma sucessão de comunidades vegetais pioneiras, passando de Mata-seca com sub-bosque graminoso – Campo graminoso com bambus – Buritizais – Campo brejoso de Ciperáceas e Samambaias. Tal sequência se repete no restante do platô com muitas variações na composição das espécies do ambiente brejoso, onde se alternam diferentes Ciperáceas, com Xyridáceas, Típha e Eriocauláceas, além de macrófitas aquáticas.

Na dinâmica evolutiva da drenagem das depressões, as áreas pantanosas tendem a um rebaixamento do lençol, acompanhado da mineralização do horizonte turfoso (hístico) existente.

### 7.2.2.2 Encostas com Campos Rupestres e Plintossolos Pétricos

Como geoambiente, destaca-se pela importância econômica dos depósitos ferríferos, que alcançam grande profundidade e volume explorável nesse setor (mais de 400 metros). Entre os Platôs de Canga de Carajás, o Corpo S11 representa o maior residual de canga ferrífera dentro da Flona Carajás. Apesar de comumente referida como um platô é na verdade composta por superfícies inclinadas, colinosas ou convexas em diferentes graus, em parte estruturalmente controladas. Possui drenagens temporárias, lagoas ou depressões do tipo “doliniformes”. Nos flancos, ou mesmo em quebras locais da carapaça ferruginosa das áreas de canga, é comum a presença de cavidades de dimensões diversas, em alguns casos, portadoras de espeleotemas típicos de formações ferríferas. Em algumas dessas cavidades ocorrem vestígios arqueológicos, agregando importância a esta feição geomorfológica.

Em termos gerais, o Campo Rupestre de Canga Ferrífera, *strictu sensu*, pode ser separado em duas fácies distintas, correspondendo a duas fitofisionomias que mais se destacam na área de estudo. São os campos rupestres de *Vellozia*, mais abertos e baixos, e os Campos Rupestres Arbustivos. Essas fisionomias dos campos rupestres se diferenciam em função da dinâmica climática. Durante os meses chuvosos (de novembro a abril), ficam cobertos por uma vegetação verde de aspecto bem atraente, com muitas espécies floridas. Entre essas destacam-se a *Ipomoea cavalcantei*, *Aspilia vandenberiana*, *Vermonia muricata* DC., *Begonia goiasensis* DC., *Begonia humilis* Ait., *Mimosa somnians* H.B.K. e a orquídea *Sobralia liliastrum* Lindl., entre outras. Esta orquídea herbácea encontra-se distribuída em toda área de campo rupestre, com flores brancas vistosas, contrastando com as flores vermelhas da *Ipomoea cavalcantei*. *Aspilia vandenberiana* cresce em aglomerados formando verdadeiras moitas cobertas de flores amarelas, sendo, porém restrita a certos trechos dos campos.

Na época seca, cujo período crítico é de julho a outubro, o cenário é bem diferente, pois a maioria das espécies herbáceas perde as folhas. A vegetação, de modo geral, adquire um aspecto seco com algumas espécies caducifólias, como é o caso de *Callisthene cf. minor* e *Mimosa acustistipula* var. *nigra*; enquanto o estrato graminoso seca ou paralisa seu crescimento. Entre as gramíneas, duas espécies, *Trachipogon macroglossus* Trim. e *Axonopus cf. leptostachys* (Fluegge) Hitchac. são as mais resistentes à seca, mas acabam formando uma biomassa seca muito susceptível ao fogo. Como exceção, cita-se a *Norantea goyasensis* Cambess que floresce

em plena época seca, apresentando enormes inflorescências coloridas dispersas em toda área rupestre.

De um modo geral, a fisionomia desses campos apresenta-se ora arbustiva- semi-arbustiva, ora herbácea, com ilhas esparsas de vegetação arbórea baixa. Em alguns trechos até as ervas tornam-se rarefeitas ficando as rochas ferríferas desnudas de vegetação. No topo dos morros, a área é tomada quase que totalmente pelos afloramentos rochosos, onde a camada de solo orgânico é praticamente inexistente, ficando restrita a um pequeno acúmulo de matéria orgânica nas fendas das rochas ou entre elas, bem como nos inúmeros cupinzeiros que recolhem a pouca matéria orgânica acumulada.

Nestes ambientes apenas um reduzido número de espécies logra desenvolver-se, representando um grau extremo de especialização sobre a canga. As temperaturas medidas sobre a canga exposta ao sol chegam a mais de 60°C. Estas espécies são, em geral, de porte reduzido (herbáceas) e notadamente as duas espécies de gramíneas citadas são as mais representativas em biomassa, muitas vezes formando verdadeiro tapete verde sobre a canga. Trata-se de espécies que possuem mecanismos fotossintéticos especializados, C4, o que lhe possibilita superar longos períodos de alta insolação e deficiência de água.

Nestas condições, de topos de morros, além dos dois tipos de pressões seletivas citados anteriormente, ainda há um alto grau de pobreza química (oligotrofismo) dos solos. Muitas das espécies que crescem diretamente sobre as rochas têm um período vegetativo muito curto, reduzido, praticamente, à época chuvosa, pois quando cessam as chuvas não há condições de retenção de água no substrato rochoso ou na camada reduzida de solo e/ou de matéria orgânica. Nas amostragens correspondentes à parte mais elevada da área, a presença de espécies arbustivas e/ou semi-arbóreas é nula.

À medida que se desce as encostas, a flora vai se tornando mais rica em número e o porte dos indivíduos e nos trechos pouco escarpados, onde houve possibilidade de um certo acúmulo de solo e/ou material orgânico, aparecem as espécies de porte mais desenvolvido. Nestes lugares, encontram-se espécies com circunferência igual ou maior que 15 cm à altura do peito, como: *Callisthene minor* Mart., *Mimosa acustistipula* var. *nigra*, *Byrsonima coriácea* (Sw.) Kunth, *Erythroxylum* cf. *suberosum* St. Hil., *Eugenia* sp., *Franchetella* sp., *Heisteria ovata* Benth., *Lippia grandis* Schaw., *Norantea* cf. *goyasensis* Cambess., *Ouratea castaneaefolia* (DC.) Engl. e *Solanum grandiflorum* Ruiz & Pav. Tal situação assemelha-se à da base dos morros, onde a flora alcança o seu máximo desenvolvimento.

### 7.2.2.3 Buritizais sobre Solos Orgânicos

Ocorrente no Bloco D, igualmente observada em tomadas aéreas na serra do Tarzan, Serra do Rabo (Bocaina), N1, N4, é a presença de formações higrófilas, denominados Buritizais, formados por *Mauritia* spp. e Buritirana (*M. caranda*), além de muitas outras plantas subordinadas (*Landi-Calophyllum brasiliensis*, por exemplo). Ocorrem bordejando as formações lacustres e doliniformes de maior extensão, sem qualquer conectividade com os ecossistemas de Buritizais de ocorrência na zona florestada abaixo, que não mostra drenagens de cabeceiras com Buritizais que alcançam a borda da serra, (**Foto 7.2.4**).



**FOTO 7.2.4 – Formação higrófila com buritis bordejando o campo brejoso de ciperáceas e samambaias, no Bloco D do Corpo S11, sob forte controle estrutural na borda do platô.**

Este geoambiente também se caracteriza pela ocorrência de profundas turfeiras (Organossolos Sápricos), representando verdadeiros endemismos de solo no sentido usado por Schaefer *et al.* (2005) e Bockheim (2006), e confirmados por valores extremamente elevados de fósforo disponível (Foto 7.2.5).



**FOTO 7.2.5 – Perfil de organossolo representativo do geoambiente buritizais sobre solos orgânicos, no Bloco D do Corpo S11.**

#### 7.2.2.4 Encostas e Grotas com Matas sobre Plintossolos Concrecionários e Latossólicos

São unidades de topo serrano do Bloco D, onde ocorrem importantes Capões Florestais conservados. Nessas zonas, especialmente onde houve o colapso sub-superficial do saprolito, sotoposto à canga ferrífera, formam-se áreas de acumulação coluviais, com solos com profundidade de horizonte Bw variando de 20 cm a 1 metro ou pouco mais, onde a retenção hídrica e de nutrientes são favorecidas. Nessas condições, desenvolvem-se verdadeiras matas altas, bem estruturadas e ricas em espécies. Entre as emergentes, destacam-se uma espécie de Ficus, Laurácea (*Nectandra sp.*), Euphorbiácea (*Mabea sp.*), Timborana (*Piptadenia suaveolens*), Guajará-mole (*Pouteria sp.*) e Quaruba (*Vochysia sp.*). No dossel, ocorrem muitas melastomatáceas (*Miconia sp.*) e mirtáceas (*Myrcia sp.*), além de Piquiá (*Caryocar villosum*), Uchi (*Endopleura uchi*), Louro Preto (*Ocotea caudata*), Parkia multijuga, Ingá (*Stryphnodendron polystachyum*), Quaruba Branca (*Erismia uncinatum*), Breu Preto (*Protium tenuifolium*), Breu Jacaré (*Tetragastris paraensis*), Envira vermelha (*Onychopetalum*



*amazonicum*), Cumaru (*Dipterix odorata*), Veruba Preta (*Virola michelii*). O sub-bosque possui a dominância de *Astrocarium mumbaca*, *Cordia nodosa*, *Xylopia polyantha*.

Essas Matas ou Capões são frequentemente associados a cavernas de canga, onde se desenvolve espessa camada de guano (até 30 cm), rico em minerais fosfatados que podem ser em parte aproveitados pelas raízes de árvores de maior porte, que penetram nas entradas das cavernas e nas fraturas da canga, buscando água e nutrientes. Os solos nas proximidades das cavernas são sempre mais profundos e ricos em matéria orgânica e serapilheira, além de serem muito mais ricos em fósforo que os solos de Campo Rupestre do entorno.



**FOTO 7.2.6 - Capões florestais em três ocorrências diversas: (1) nas bordas mais escarpadas e sombreadas dos inúmeros lagos de topo; (2) em pequenas depressões circulares ou “amebóides” dentro do platô, associados ou não a cavernas de dissolução; (3) ao longo de grotas e cânions, tanto no centro quanto nas bordas dos platôs.**

Abrangem ainda fácies de Matas Baixas, de tipo ecotonal. São áreas de fácies transicionais entre a fitofisionomia de Campo Rupestre Arbustivo e os Capões Altos, formando faixas de dimensões variadas, ou bolsões isolados, onde os solos provenientes da degradação da canga não ultrapassam 30 cm de profundidade, sendo freqüente o contato lítico, observado na maioria dos perfis estudados.

Representam o estágio inicial de acumulação de material edafizado (pedogenizado) que já é capaz de suportar um escrube desenvolvido, de caráter mais aberto e estacional que os Capões Altos, com os quais frequentemente se associam, em padrões de sucessão. Os solos são mais rasos que nos Capões Altos, mas predominam Plintossolos Pétricos concrecionários mais rasos (câmbicos) ou líticos, sendo a disponibilidade hídrica menor que o geoambiente de Capões Altos. A espessura média comum no ambiente é de cerca de 25 cm de horizonte A + B.

São geoambientes que possuem muitas áreas semelhantes dentro do Corpo S11, externas ao Bloco D.

### **7.2.2.5 Escarpas e Encostas Dissecadas com Cambissolos Plínticos, Latossolos e Plintossolos**

Forma a moldura dissecada e florestada externa ao Corpo S11, conectando seus topos aos níveis colinosos rebaixados. O relevo é montanhoso até escarpado, predominando declividades acima de 20% associada a Cambissolos Plínticos, muito erodíveis nas partes mais íngremes. Na porção inferior de algumas encostas ocorrem declividades de 9-20 %, caracterizando um relevo ondulado. Os topos aplainados são raros, tendendo localmente a cristas estruturais, constituindo testemunhos de uma superfície arrasada pela pediplanação terciária, que dissecou profundamente os rebordos erosivos do pediplano cretácico ou pré-cretácico (BRASIL, 1991). Os topos planos maiores foram mapeados separadamente como unidade de Platôs, caracterizados a seguir.

### **7.2.2.6 Platôs e Encostas Dissecadas e Florestadas com Latossolos e Plintossolos**

São áreas que formam platôs e encostas dissecadas com espesso manto de intemperismo sobre canga laterítica desenvolvida de rochas vulcânicas da Formação Parauapebas ou da Formação Carajás, menos comuns. Ocorrem apenas no setor norte da ADA e AID. Constituem área com características geotécnicas boas para pavimentação natural, pela presença de concreções muito pequenas e massa argilosa latossólica.

Destacam-se neste domínio, serras com amplitude de 300 m, com altitudes de até 700 m nas partes mais elevadas. Nas porções mais altas, dispõem-se os paleo-relevos residuais caracterizados pelas coberturas lateríticas e concrecionárias que revelam um relevo colinoso exumado, conservado pelos profundos mantos de intemperismo das rochas vulcânicas da Formação Parauapebas. São comuns os ravinamentos, principalmente nos flancos dos Platôs (BRASIL, 1991).

Além de platôs estruturais e dissecados, ocorrem alguns topos de forma arredondada e raros de forma angular. Possuem material com canga nodular em sua espessura máxima, sem formar um horizonte impermeável, litoplíntico.

### **7.2.2.7 Lagos Doliniformes Permanentes**

São geoambientes onde a acumulação de água em depressões de dissolução na canga forma extensas áreas lacustres permanentes (**Figura 7.2.7**), algumas com profundidade de até 15m, como na lagoa do Violão. Algumas destas lagoas são alimentadas por aquíferos suspensos e possuem conexões superficial ou subterrânea com lagos de menores dimensões, feições pseudocársticas associadas aos Capões Florestais e cavidades, onde o fenômeno de *piping* se faz presente, formando galerias subterrâneas.



**FIGURA 7.2.7 – Vista parcial de alguns dos lagos doliniformes no Corpo S11.**

Os maiores lagos dos blocos que compõem o Corpo S11 mostram posição central, enquanto os sistemas lacustres de borda são frequentemente mais rasos e com menor coluna d'água, evidenciando o rebaixamento do nível hidrológico nos tempos atuais. O nível de água da lagoa do Violão, em posição central do platô, indica a enorme profundidade do manto de intemperismo de Carajás.

Há presença de Vegetação Subaquática de borda lacustre. Na borda dos lagos e nos ambientes rasos de borda lacustre, há uma densa colonização por macrófitas aquáticas, destacando-se as famílias Allismataceae, Cyperaceae, Pontederiaceae (*Sagitaria sp.*), Lentibulariaceae (*Utricularia*, *Genlisea*), Poaceae, Xyridaceae, Typhaceae, Rubiaceae (*Borreria*), Nymphaeaceae, Mayacaceae (*Mayaca*), Melastomataceae (*Tibouchina*), Onagraceae, Gentianaceae, Asteraceae, além de Pteridófitas. Entre as Cyperaceas há uma dominância dos gêneros *Rynchosphora*, *Carex*, *Eleocharis* e *Cyperus*. Já entre as Poaceae, são mais comuns *Axonopus sp.*, *Panicum sp.*, *Agrostis sp.*, *Rhytachne sp.* As espécies de macrófitas aquáticas dos lagos de Carajás, com base nos levantamentos até 2005 (Bozzelli, 2006), são em grande parte cosmopolitas, ocorrendo amplamente distribuídos no Pantanal, Amazônia e bacia do Paraná.

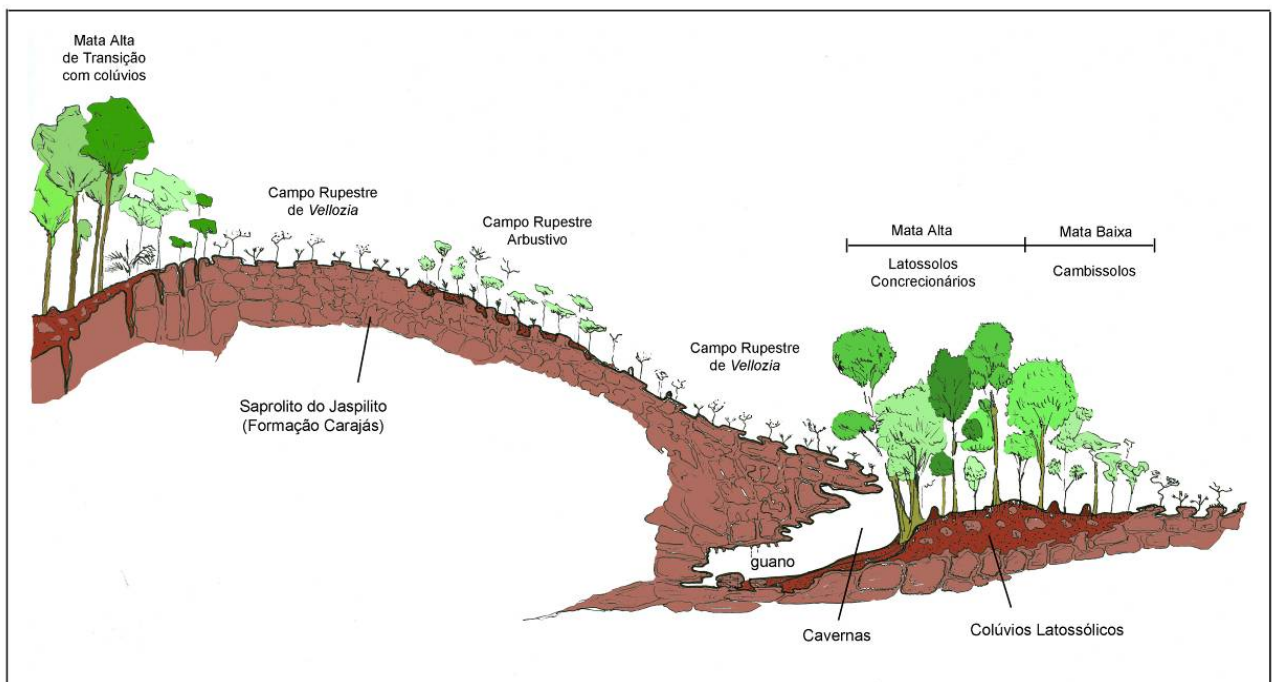
A vegetação lacustre apresenta uma composição florística bem diferente daquela do entorno bem drenado. O lago e a área sob sua influência constituem um microambiente especial, cujas condições de umidade favorecem o desenvolvimento de espécies higrófilas e hidrófilas, em formações ecotonais.

### 7.2.2.8 Cavernas

No Bloco D, bem como em todo o Corpo S11, ocorrem cavernas de tamanhos variados, desenvolvidas em condições diversas, sob canga laterítica, que despertam interesse quanto a sua origem e as associações mineralógicas neoformadas em seu interior (MAURITY e KOTSCHOUBEY, 1994a, 1994b).

O modelo de evolução proposto por Maurity e Kotschoubey (1994a) e corroborado por observações no Corpo S11, relacionam a gênese dessas formas com a geração de zonas de baixa densidade, através da eluviação química e da degradação da parte inferior, abaixo da crosta, como ilustrado na **Figura 7.2.8**. A erosão mecânica é mais atuante nas bordas do platô, com o aumento dos fluxos aquosos em regime vadoso, ajudando a remover o material menos coeso, gerando as cavernas que podem atingir dimensões superiores a centena de metros de extensão.

Os lagos doliniformes também parecem estar associados à dissolução e abatimento da crosta laterítica, provocado pela fragilidade e instabilidade da zona de baixa densidade, e a presença provável de cavidades subterrâneas e pipes. A **Figura 7.2.8** ilustra estas feições nos platôs lateríticos de Carajás, num modelo geral.



**FIGURA 7.2.8** – Exemplo de corte esquemático da paisagem interna do Corpo S11, ilustrando as formações de cavernas e solos associados; os latossolos concrecionários sob capões possuem valores de fósforo e CTC bem mais elevados, pela ciclagem de nutrientes, abundância de termiteiros e pela proximidade da caverna, onde ocorre deposição de guano. Assim, evidencia-se um conjunto de condições favoráveis à vegetação de porte arbóreo, elevada, quando a disponibilidade hídrica e nutricional é satisfeita.

### 7.2.2.9 Arqueologia

O atual entendimento acerca do potencial arqueológico da Província Mineral de Carajás permite observar que a presença de sítios arqueológicos na área de estudo é de alta relevância arqueológica, pois estão inseridos em contextos importantes para geração de um conhecimento sobre a história da ocupação e evolução cultural na região amazônica como um todo.

Os trabalhos investigativos e prospectivos realizados identificaram significativas ocorrências arqueológicas e sítios arqueológicos pré-históricos e históricos, em densidades que remetem à necessidade de continuidade destes trabalhos, sobretudo se considerado que a região Sul do Pará ainda é pouco conhecida do ponto de vista arqueológico.

Nas regiões contíguas ao ambiente florestal foi observada a abundância e predominância de sítios cerâmicos a céu aberto no conjunto de sítios arqueológicos identificados, seja como reflexo de ocupações indígenas mais recentes e, portanto, mais superficiais e mais fáceis de serem localizados, como também à maior densidade demográfica das sociedades agricultoras ceramistas que ocuparam a região, em relação às sociedades de caçadores-coletores, cujos remanescentes muitas vezes se restringem a artefatos líticos lascados, em especial nos sítios a céu aberto.

Os dados levantados mostram que os bens móveis tradicionais, constituintes do acervo cultural das tribos indígenas registradas historicamente na área da bacia do rio Itacaiúnas, sofreram severa alteração com o contato com a sociedade colonial, em especial no que se refere àqueles de maior durabilidade e, portanto, de maior visibilidade arqueológica. Esta perda é agravada pelo radical decréscimo populacional causado pelo contato.

Os vestígios arqueológicos na região do empreendimento possivelmente não devem apresentar profundidade temporal expressiva. Estariam, assim, majoritariamente na superfície do solo atual, portanto, expostos a fatores de degradação, tanto antrópicos quanto naturais.

As áreas com maior potencial arqueológico para sítios a céu aberto encontram-se ao sul do Corpo S11D e o prolongamento da Serra Sul, nas Fazendas Carajás, Santa Rita da União e Água Boa. A vegetação original foi praticamente toda substituída por pasto, com exceção da mata ciliar em alguns locais. O relevo nessa área, recortado por uma abundância de pequenos córregos e brejos, apresenta muitas vertentes suaves favoráveis à ocupação humana, culminando em alguns locais em áreas mais elevadas ou topos, bastante arredondados e relativamente baixos. Nessas áreas de fazendas não foram registrados abrigos e cavernas, mas existem locais com afloramentos de rocha (quartzo leitoso e granito) possivelmente utilizados como fonte de matéria-prima.

Quanto à região contida no domínio florestal, o potencial arqueológico registrado em sítios em cavidades é muito alto. Prospecções realizadas no Corpo S11D detectaram alto grau de relevância arqueológica associado às cavidades e destacam a necessidade de se intensificar prospecções arqueológicas em toda a região da serra Sul, de forma a permitir a obtenção de mais dados. Cabe destacar que não foi detectado potencial arqueológico no topo do platô do Bloco D.

## 7.3 Contexto Socioeconômico

### 7.3.1 Contexto Socioeconômico Regional

A caracterização socioeconômica da área onde se pretende instalar o Projeto Ferro Carajás S11 foi elaborada com base em dados primários, pesquisados em trabalho de campo, e secundários, disponibilizados por órgãos públicos e coletados em relatórios produzidos para outros empreendimentos da Vale.

A área em estudo está localizada na mesorregião do Sudeste Paraense, sendo que o município de Marabá representa sua matriz de formação: quase todos os municípios da região foram criados a partir de desmembramentos de seu território. Por esse motivo, a área apresenta vinculações históricas com o citado município, aspecto reforçado pelo fato de que, na atualidade, a cidade se posiciona como o principal pólo regional de comércio e serviços.

Além disso, a região se encontra vinculada à rede urbana do Maranhão, não só em virtude da proximidade com o mencionado estado, mas ainda em função da presença da Estrada de Ferro Carajás (EFC) - que liga a serra dos Carajás ao terminal marítimo da Ponta da Madeira, em São Luís (MA), passando por Marabá -, o que facilitou também a migração de numerosos maranhenses para a área sob estudo.

A ocupação do Sudeste Paraense esteve relacionada aos vários ciclos econômicos ocorridos no território, entre eles o extrativista - com realce para as drogas do sertão, a madeira, a borracha, a castanha e o diamante - e o da pecuária.

O período militar brasileiro (1964-1985) contribuiu para a colonização da região, por meio de políticas de desenvolvimento e valorização da Amazônia e através do processo de integração nacional e ocupação do território, contando com ações como a construção da Rodovia Belém/Brasília - BR-010 (início da construção em 1960 e conclusão em 1974), da Rodovia Transamazônica - BR-230 (início da construção em 1970 e inauguração em 1972), da Hidrelétrica de Tucuruí (início da construção em 1976 e inauguração em 1984) e, também, por meio da concessão de lotes para pessoas que se dispusessem a habitar e explorar economicamente a área, convidando "*os homens sem terra do Brasil a ocuparem as terras sem homens da Amazônia*" (Presidente Médici, 1970).

Eventos, como a descoberta da Província Mineral de Carajás e o surgimento do garimpo de Serra Pelada, foram determinantes para o incremento do fluxo migratório em direção à região Amazônica, pois representaram a perspectiva da facilidade de acesso a empregos e de possibilidade de rápido enriquecimento.

Entre 1980 e 2007, o Pará mais que duplicou seu total de habitantes, atingindo 7.070.867 pessoas. As populações da mesorregião e da área de influência imediata da Vale acompanharam o incremento demográfico ocorrido no estado: em 1991, a população da mesorregião representava 18,0% da paraense, chegando a 20,4% em 2007. Quanto à da área de influência da Vale, que agregava 10,5% do total de habitantes do Estado em 1991, alcançou 11,1% em 2007.

As taxas mais significativas de crescimento demográfico estão presentes em Marabá, principal pólo regional de comércio e serviços; em Parauapebas, epicentro de atração migratória da área de influência da Vale; em Canaã dos Carajás (exploração da mina de cobre de Sossego - Vale); em São Félix do Xingu e Água Azul do Norte, em decorrência da expansão da fronteira

agropecuária.

Já as taxas negativas, verificadas em nove localidades entre 1991 e 2000, podem ser explicadas, em sua maioria, devido a emancipações municipais (em Bom Jesus do Tocantins, Brejo Grande do Araguaia, Ourilândia do Norte, São João do Araguaia, São Geraldo do Araguaia e Xinguara). Em Curionópolis, além da perda de território, houve intenso fluxo emigratório de garimpeiros, em decorrência do esvaziamento da atividade aurífera.

Quanto à distribuição dos residentes por localização do domicílio, entre 2000 e 2007 todos os municípios, com exceção de Sapucaia, apresentaram diminuição na proporção da população rural em relação ao total de habitantes e, conseqüentemente, aumento do grau de urbanização, o que representa pressão demográfica sobre a infra-estrutura das cidades.

Com relação aos aspectos econômicos, a mesorregião Sudeste Paraense apresenta-se como uma área de dinamismo agropecuário, com ênfase na pecuária extensiva. Desde meados dos anos 60, nela se instalaram projetos pecuários financiados pela SUDAM e, como parte do processo, ocorreram transformações estruturais importantes que, de um lado, implicaram na mutação de agentes mercantis e extrativistas, da economia da madeira e da castanha-do-pará em pecuaristas de médio e grande porte. Essa atividade pecuária, além de extensiva, foi praticada com escassa incorporação de tecnologia, o que resultou na paulatina exaustão dos solos e perda de qualidade genética do rebanho. Tais fatores contribuíram, ademais, para a diminuição da lucratividade do setor. De outro lado, aquelas transformações estruturais reforçaram o papel dos centros urbanos e suas bases rurais locais na logística de novos setores econômicos, condicionados pela formação da economia mineral.

Tais dinâmicas resultaram em reordenamento fundiário, com densos processos migratórios que, ao mesmo tempo em que reconfiguraram a região (tanto na face rural quanto urbana), estabeleceram um quadro de tensões, que se expressam em conflitos fundiários – sua face mais visível – e em disputas institucionais por recursos e orçamentos públicos – menos visíveis, porém não menos importantes.

O setor secundário vem ganhando importância crescente na região, em função dos diversos empreendimentos minerários existentes e daqueles em perspectiva de instalação. O desenvolvimento do citado ramo de atividades é acompanhado pela ampliação das atividades de comércio e serviços.

Assim, enquanto em alguns municípios a economia é capitaneada pelas atividades primárias, como Bannach (85,9% do VAF em 2000) e Cumaru do Norte (85,8% em 2004), em outros o setor secundário é o principal gerador de PIB, como Parauapebas (73,9% em 2004), Canaã dos Carajás (65,0% em 2004) e Marabá (52,0% em 2004).

Com relação às condições de vida na área de estudo, todos os municípios se encontram no nível de “médio desenvolvimento humano” e pode-se observar incremento dos valores do IDH-M entre 1991 e 2000, sendo que Parauapebas e Marabá apresentaram os maiores índices entre os municípios da área de influência da Vale em 2000, ficando os menores níveis para São João do Araguaia e Bom Jesus do Tocantins.

No quesito educação, em 2000 os municípios da área de influência da Vale apresentaram taxas de analfabetismo da população acima da média estadual, principalmente entre os habitantes com mais de 40 anos.

No mesmo ano, a rede geral de abastecimento de água não atendia à totalidade da população

urbana nos municípios da referida área, sendo que em Parauapebas esse serviço era mais abrangente (52,9% da população atendida em 2000) e em Eldorado dos Carajás era mais restrito (10,9% no mesmo ano). A coleta de lixo era realizada em 89,2% dos domicílios urbanos de Parauapebas e atingia somente 1,0% da população de Palestina do Pará. O acesso à energia elétrica era disponibilizado para 95,2% dos residentes de Parauapebas e para 33,9% dos habitantes de Água Azul do Norte.

Com relação à saúde, em 2003 a disponibilidade de leitos variou de 0,77 leitos hospitalares por 1.000 habitantes (Eldorado dos Carajás) a 4,78 (Cumarú do Norte); Abel Figueiredo, Bannach, Piçarra, São João do Araguaia e Sapucaia não possuíam quaisquer leitos hospitalares no citado ano.

Enquanto alguns municípios da região apresentavam elevados índices de mortalidade infantil, como Cumarú do Norte (63,2 a cada 1.000 nascidos vivos em 2005), outros exibiam índices baixos, que corresponderiam a comunidades desenvolvidas, como Pau d'Arco (5,3 a cada 1.000 nascidos vivos em 2005), o que aponta para a possível precariedade dos registros e conseqüentes estatísticas de saúde.

Com relação aos Xikrin, o que se observou foi uma situação marcada por indefinição de atribuições, sendo imputadas à Vale responsabilidades que, do ponto de vista jurídico, não lhe são cabíveis, uma vez que esta atendeu ao que lhe foi imposto. Por outro lado, historicamente esta relação gerou um vínculo de dependência do grupo com as ações da Vale na região. No momento, os Xikrin aguardam um posicionamento da empresa quanto à continuidade destas ações.

O padrão sócio-cultural herdado da intensificação do contato com os não índios trouxe evidentes modificações em padrões cotidianos, tais como a forma alimentar, posicionamentos sociais, quadro nosológico, condições sanitárias, entre outros.

Ao que parece, a intensificação do uso do solo na região, seja através da pecuária ou de novos empreendimentos de mineração, poderá incrementar a influência sobre a população e a própria terra indígena. Esta tenderá a ter elevadas as pressões em seu entorno.

Com relação à presença da Vale na região, a população indígena parece aguardar reposicionamento da empresa, expectativa não vinculada ao presente projeto, mas à presença da Vale na região.

#### **7.4 Considerações**

Toda a análise realizada sobre os atributos ambientais associados à região em estudo converte para a inter-relação entre dois grandes domínios ambientais: o grande domínio marcado pela dominância de ambientes florestais contidos em área protegida e o domínio de contorno, especialmente na porção sudeste da Flona de Carajás, efetivamente antropizado. Com suas características distintas, esses grandes domínios compõem o mosaico ambiental da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas, na qual se insere o empreendimento em estudo, assim como os demais empreendimentos da Vale no Estado do Pará.

No primeiro domínio, o ambiente florestal é evidentemente representativo da biodiversidade que caracteriza o bioma amazônico e apresenta interferência antrópica limitada às áreas no entorno



dos empreendimentos minerários, além de abrigar a terra indígena Xikrins-Cateté, o que o torna preservado em sua grande totalidade.

A riqueza ambiental presente nesse domínio se destaca em relação ao domínio de contorno, este não menos importante, mas marcado por um cenário de forte antropização e degradação, no qual a prática de desmatamento e agropecuária extensiva, decorrentes de fatores indutores dessa dinâmica, preponderou sobre a manutenção do bioma anteriormente presente no Sudeste Paraense.

O reconhecimento da importância dessa riqueza ambiental assume destaque na medida em que se aprofunda a reflexão sobre o significado e representatividade das interferências pretendidas pelo empreendimento no contexto da matriz geral da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas, já que se trata de um espaço de ambientes protegidos com unidades contíguas.

É igualmente reconhecida a importância dos atributos ambientais associados domínio florestal, em que os grandes conjuntos litológicos, seu comportamento em termos de armazenamento de água, os grandes domínios de relevo e de solos exercem influência no comportamento fluvial e na disponibilidade hídrica regional. Neste sentido, o cenário ambiental que se verifica nos dois grandes domínios revela um notório funcionamento sistêmico entre a geologia, hidrogeologia, geomorfologia, pedologia e hidrologia, embora este seja também influenciado pelas marcas antrópicas impostas ao meio, sobretudo no domínio de contorno, mediante a presença de extensões infundáveis de pastagens.

Este cenário permite afirmar ainda que, associado a este domínio de formações vegetais nativas protegidas, encontra-se vinculada toda a riqueza faunística regional, que poderá ser conhecida com mais profundidade somente no âmbito de desenvolvimento de estudos mais sistemáticos, como os que já se encontram em curso na Flona de Carajás.

Merece ainda destaque as formações de platôs, também caracterizados por serem favoráveis ao desenvolvimento de processos geomorfológicos indutores de formação de feições cársticas. Neles são notáveis as presença de cavidades e de dolinamentos que, em parte, apresentam-se como sistemas lacustres nas áreas mais elevadas da serra dos Carajás.

É importante ressaltar que os empreendimentos de mineração agem de forma muito pontual e, à exceção das queimadas, prática comum na região, produzem as maiores interferências em termos da qualidade ambiental, no entanto, de forma compatível com as legislações vigentes.

Por se tratar de região promissora em termos de recursos minerais, o gradual conhecimento das variáveis que condicionam seu comportamento hidrológico e hidrogeológico, bem como de sua gênese, apresenta-se como fundamental para o adequado planejamento e gestão sustentável desses recursos.

No contexto socioeconômico, a dinâmica induzida por grandes empreendimentos tem direcionado a evolução dos municípios localizados no Sudeste Paraense, seja em função da expectativa pela geração de empregos e incremento da economia ou pela natural pressão exercida sobre sua infra-estrutura. Concorre com essa dinâmica a pecuária extensiva, que se encontra em estágio decrescente, tornando assim a implantação de empreendimentos de mineração como a mais promissora e importante atividade econômica capaz de impulsionar o desenvolvimento na região, conforme se verifica no histórico de municípios como Marabá e Parauapebas, e mais recentemente em Canaã dos Carajás e Ourilândia do Norte.

## 8. PROGNÓSTICO COM AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A análise que se segue está balizada pelos conhecimentos adquiridos durante a realização do diagnóstico ambiental, especialmente a dinâmica regional, considerando seus aspectos sociais e econômicos, bem como aqueles que refletem a dinâmica de apropriação do espaço. Esse arranjo permitiu a reflexão necessária ao delineamento de dois cenários prospectivos da área de inserção do Projeto Ferro Carajás S11D, um deles considerando a não execução do empreendimento, outro tendo em vista a sua efetiva implantação.

De maneira geral, os cenários analisados possuem pouca ou nula capacidade de modificar a forma de apropriação do espaço rural. Isto significa que o modelo de produção observado, e já caracterizado no diagnóstico ambiental, deverá se manter estruturado no manejo atualmente presente no sudeste paraense, pautado na produção pecuária.

Tal realidade é admitida em função da constatação de ausência de políticas públicas, de curto e médio prazo, que efetivamente possam agregar possibilidades de alteração no modelo de reprodução da economia rural dessa porção do Brasil e que se constituiu na marca de sua ocupação.

No caso do meio urbano, o cenário com a implantação do empreendimento poderá ser significativamente alterado devido à chegada de migrantes atraídos por projetos de mineração, bem como ao afluxo de recursos financeiros para a municipalidade, oriundos tanto da própria exploração mineral como de outras atividades impulsionadas a partir desta atividade. Essa realidade deverá se reproduzir em menor escala sem o Projeto em pauta, visto que outros projetos importantes encontram-se em curso na região como o Projeto Cristalino, o Alvo 118, o Serra Leste e outros que ainda estão em fase mais embrionária.

Considerando a evidente associação entre o desenvolvimento analítico do prognóstico com o empreendimento e a avaliação de impacto ambiental, o tratamento de tais questões é mesmo indissociável, apesar da perspectiva individualizada adotada no presente trabalho. Para facilitar tal relação, o texto foi desenvolvido considerando uma caracterização do território com a inserção do empreendimento, seguido de uma abordagem imediata aos impactos ambientais que acompanham a inserção do Projeto Ferro Carajás S11D.

Com relação à etapa de fechamento do empreendimento, tal avaliação futura encontra-se condicionada a um grande conjunto de cenários que envolvem desde a possibilidade de instalação de outros projetos na área, ou mesmo mudanças no mercado interno e externo em relação ao minério produzido na região. Ademais, do ponto de vista social e econômico, o cenário de fechamento estará fortemente influenciado pela capacidade de gestão pública durante o período de produção do empreendimento. A responsável aplicação de recursos oriundos de um projeto deste porte poderá resultar na construção de alternativas econômicas mais diversas e na estruturação de contextos urbanos que propicie com qualidade de vida à população.

Cabe ressaltar que aspectos relacionados ao meio natural, encontram-se destacados na abordagem que trata das componentes hidrogeológicas, onde se indica o cenário pós produção, enquanto entre as ações propostas encontra-se o Plano de Fechamento de Mina, cujo foco fundamental é a contínua e progressiva discussão em relação ao futuro da área com o término da atividade em licenciada. Tal revisão, conforme recomendação metodológica é realizada a cada cinco anos para alinhamento tecnológico, filosófico e dos interesses dinâmico da sociedade.

## **8.1 A Abordagem Prognóstica**

A reflexão sobre a realidade socioambiental da área de inserção do Projeto Ferro Carajás S11D pode ser realizada por meio de diferentes recortes analíticos. O que se utiliza na presente abordagem se refere a uma análise de sustentabilidade ambiental cujo contexto é representado pela dinâmica do uso do solo na área em estudo, culminando nos efeitos dela resultantes, com o foco em atributos de franca interação com as atividades e a permanência humana no lugar. Tais atributos são o solo, a disponibilidade dos recursos hídricos e aspectos relacionados à salubridade do território de vivência.

Nesta perspectiva, uma análise fundamentada na utilização do espaço não pode deixar de apreciar aspectos relativos à biodiversidade, considerando os fundamentos básicos da fragmentação, capacidade de suporte da fauna e seu status para a flora no contexto espacial definido para estudo.

Sob o foco econômico, são consideradas a dinâmica das atividades produtivas observadas na área estudada, bem como a vocação ou aptidão regional para seu desenvolvimento. Uma vez identificadas, a análise se volta para o entendimento das implicações do contexto do crescimento econômico no arranjo social e urbano na porção sul paraense ou, mais especificamente, em um território mais reduzido onde sabidamente já se encontram definidos os interesses da empresa que ora propõe a instalação e operação do Projeto Ferro Carajás S11D.

O cenário regional discutido apresenta variações de recortes que precisam ser levadas em consideração para o entendimento da abordagem escolhida. Ele está compreendido entre o entorno imediato do local onde se pretende instalar o empreendimento proposto que, ora se amplia para o contexto regional imediato, ora se expande pela bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas ou, até mesmo, abarca porções territoriais que a extrapola.

Para o desenvolvimento da presente análise, foram considerados dois arranjos possíveis, reconhecidos como cenários que podem prevalecer no contexto regional. Esses prognósticos são apresentados a seguir.

## **8.2 Prognóstico Sem o Empreendimento**

A realidade ambiental da área de estudo é marcada por uma forma de uso e ocupação do solo que caracteriza um domínio regional que se expande tanto pela porção sudeste e leste do Pará como também por toda a porção sul do estado, abrangendo terrenos de outras unidades da federação, de onde se originou tal forma de utilização do espaço.

No citado contexto regional, o uso do solo é fundamentalmente marcado pela presença de uma matriz de amplas pastagens, pontilhadas com fragmentos incipientes e isolados de formações nativas.

No entorno da área de inserção do projeto, assim como no Sudeste do Pará, o uso do solo é representado por fragmentos de florestas. Trata-se de uma realidade ambiental que pode ser facilmente percebida pelas imagens de satélite, bem como ao longo da rodovia que liga Marabá às sedes municipais de Parauapebas e Canaã do Carajás, e mesmo até a área onde se pretende a instalação da Usina de Beneficiamento do Projeto Ferro Carajás S11D.

Esse modelo de ocupação do solo, apesar de representar uma marca recente na utilização do espaço na porção do Sudeste do Pará, uma vez que foi iniciado nos primeiros anos da década de 1980, ocorreu com tamanha intensidade que os reflexos ambientais são imediatamente percebidos. Tais reflexos podem ser exemplificados pelo desaparecimento pleno da cobertura vegetal, pela situação dos vales, em termos de acumulação de sedimentos, pela qualidade do ar registrada durante a estação de estiagem - época em que se pratica o “manejo” com queimadas das amplas pastagens da região - e pela crescente redução da capacidade de suporte dos terrenos para produção de gado, no modelo hoje vigente na região.

Conforme destacado no diagnóstico socioeconômico que integra este trabalho, é importante ressaltar o processo de produção do espaço apto ao desenvolvimento da pecuária, em que a exploração de madeira teve um papel importante, bem como um conjunto de políticas públicas motivadoras de um contexto de desenvolvimento econômico fundamentado no modelo predatório dos recursos naturais.

A produção dessa realidade ambiental, construída juntamente com os conflitos pela posse da terra que sempre marcaram a região, funcionou como mais um expressivo elemento de fortalecimento do movimento iniciado no Brasil na década de 1980 a favor das causas ambientais. Neste cenário, a criação de unidades de conservação e a legalização das terras indígenas se apresentam como uma componente de franca importância no contexto das políticas de gestão do território. É aliado a essa perspectiva, bem como à da necessidade de resguardar o desenvolvimento da atividade de mineração em uma das mais importantes províncias minerais do Brasil, que se inicia o processo de criação e consolidação do mosaico das unidades de conservação, já discutidas no capítulo que analisa o meio biótico da área de inserção do Projeto Ferro Carajás S11D.

Atualmente, o contexto mais imediato da grande província mineral das serranias de Carajás tem como cenário de análise as duas realidades referidas anteriormente. A porção sul, norte e leste da bacia do rio Itacaiúnas comporta o cenário antrópico com sua densa matriz de pastagens e fragmentos florestais dispersos, enquanto que o quadrante centro-oeste assimila a matriz florestal que outrora foi a dominante em todo o citado domínio hidrográfico.

Essa realidade se traduz na destacada importância da mencionada porção da bacia em termos da conservação ambiental. Conforme indicam os estudos de base regional, é nesse domínio de áreas protegidas que se aloja a biodiversidade plena de tal domínio amazônico, bem como é nele que ocorrem os deflúvios que garantem as vazões representativas tanto do rio Parauapebas como do rio Itacaiúnas. Há, no domínio das unidades de conservação, o entendimento de sua importância enquanto centros mantenedores da biodiversidade regional, bem como propulsores das vazões que, de certa forma, perenizam os talwegues a jusante das mesmas.

Levantamentos recentes, conforme ressaltado no capítulo que trata da geomorfologia da área de influência do Projeto Ferro Carajás S11D, apontam que as baixas vazões registradas nos períodos de estiagem nas seções fluviais a montante da Flona de Carajás estão relacionadas com baixas capacidades de estocagem de água no solo e, ainda, com o processo de evolução dos solos que representam a primeira etapa de assimilação das águas pluviais da bacia hidrográfica em estudo. A esta incipiente evolução pedológica se agrega um importante controle estrutural ditado por condições geológicas específicas, também destacadas ao longo do diagnóstico do meio físico.

Com relação à fauna, a existência de uma matriz contínua florestal, representada pelo mosaico das unidades de conservação, acrescido da Terra Indígena dos Xikrin, permite a confirmação do que foi identificado na literatura pertinente e devidamente confirmado durante os levantamentos de campo. Nesse arranjo de florestas e demais formações naturais, já destacadas no capítulo pertinente à análise da flora, se encontra alojada toda a biodiversidade representativa dessa porção amazônica. Necessariamente, tal biodiversidade não se limita exclusivamente ao citado domínio, mas nele se encontram as condições adequadas de manutenção dos ecossistemas que a comportam.

Tratar do prognóstico da área sem o empreendimento em pauta é tarefa relativamente simples, se a dinâmica do uso do solo estivesse exclusivamente a ele vinculada. No entanto, no caso de se proceder a essa análise com a mencionada visão, a conclusão seria equivocada.

Discussões legais ora em curso podem trazer implicações importantes no contexto regional. Uma delas é a que ocorre no Congresso Nacional sobre a possível revisão do percentual em vigor para a reserva legal no domínio amazônico. Apesar do desflorestamento vigente na bacia analisada, a redução de tal percentual poderá incrementar a pressão nas poucas porções de terra de particulares ainda preservadas. Outro aspecto a considerar é a crescente ampliação das políticas e das estruturas de gestão do território amazônico que, por sua vez, podem produzir efeitos positivos em relação à melhoria da condição atual do uso do solo na região. Trata-se de um cenário com muitas indefinições, cujos resultados podem resultar em efeitos, positivos ou negativos, em relação à conservação da biodiversidade, bem como ao desenvolvimento das atividades econômicas de base rural.

No que diz respeito ao cenário de gestão de recursos hídricos, as dificuldades enfrentadas pelo órgão estadual gestor, a ausência de articulação interinstitucional entre governos federal e estadual e as limitações orçamentárias dos planos e programas existentes no âmbito da Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia dificultam a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos, fato que não se alterará com a não implantação do Projeto em estudo.

Como resultado do nível de planejamento existente ainda incipiente, instrumentos como o macrobalanço hídrico, o balanço hídrico por bacia e o enquadramento de corpos de água não vêm sendo aplicados. Além disso, os sistemas de informações e as redes de monitoramento, bem como as bases cartográficas, não foram completamente implantados. Instrumentos operacionais, como a outorga, a fiscalização e a cobrança estão em estágio primário; no caso do estado do Pará, a outorga apresenta a denominação de “Autorização de Utilização da Água”.

Como primeiro esforço de mudança nesse quadro, a ANA – Agência Nacional de Águas – elaborou no período de janeiro de 2006 a novembro de 2008 o Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Tocantins -Araguaia – PERHTA, que incorpora a participação de atores da região, visa a articular os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e embasa as ações para a gestão compartilhada e o uso múltiplo e integrado dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. O caráter estratégico é conferido pela busca de minimizar e antecipar conflitos futuros, estabelecendo diretrizes para a compatibilização da utilização da água com as demais políticas setoriais, para assegurar o seu uso sustentável.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH - aprovou o PERHTA em 14/04/09, que é considerado pela ANA como um grande passo para o fortalecimento do colegiado e sua aprovação, um momento histórico, sobretudo pela ampla participação de diversos atores das seis unidades federativas banhadas pela bacia: Pará, Tocantins, Goiás, Mato Grosso, Maranhão e Distrito Federal. Além da realização de reuniões públicas, o processo de construção do plano foi acompanhado por um grupo integrado por representantes dos governos federal e estaduais, setores usuários de água e sociedade civil e será debatido por ministros de Estado.

O programa de implantação dos instrumentos de gestão da água tem como destaque as propostas de alocação de água (associada à outorga) e de enquadramento dos corpos hídricos. Um aspecto relevante é que, embora a região apresente uma elevada disponibilidade de água, existem várias áreas de fragilidade hídrica para as quais são propostos critérios mais restritivos para outorga e ações de fiscalização. Na bacia do rio Itacaiúnas, afluente do rio Tocantins, que se destaca pela significativa presença da indústria da mineração, o PERHTA prevê que o estabelecimento de novos usuários pressionará ainda mais os recursos hídricos.

Quanto ao ambiente natural, em âmbito local, e especificamente considerando a área do Projeto Ferro Carajás S11D, sem sua implantação, as tendências de usos previstas para a ADA e AID, em toda a porção localizada dentro da Flona Carajás, correspondem à continuidade do status atual da fauna, de ambientes e paisagens naturais, mantendo preservado o Bloco D, as Savanas Metalófilas e Florestas Ombrófilas e as populações associadas.

Essa preservação é prognosticada pelo fato de a Floresta Nacional de Carajás se constituir em uma Unidade de Conservação oficialmente protegida por legislação ambiental e ser controlada e gerenciada pelo Instituto Chico Mendes.

Por outro lado, nas porções da ADA e da AID localizadas fora da Floresta Nacional de Carajás, em curto prazo, poderá ser patente a continuidade de desmatamentos descontrolados de ambientes naturais, principalmente de Floresta Ombrófila, destinados tanto ao comércio clandestino de madeira quanto à expansão das pastagens.

Vários pecuaristas regionais também estão envolvidos com a atividade madeireira, por meio da venda do direito de exploração das florestas de suas propriedades rurais ou da realização direta por eles próprios.

Assim, ações de desmatamento florestal poderão ocorrer até mesmo nas margens de cursos de água, pois embora considerados como Áreas de Preservação Permanente pelo Código Florestal (Lei n.º 4771, de 15/09/1965) e Medida Provisória n.º 1956-54, de 21/09/2000, a legislação ambiental não tem sido devidamente respeitada na maior parte do país. A supressão florestal dos parques fragmentos restantes fora das unidades de conservação poderá resultar na alteração dos padrões de riqueza, abundância e diversidade identificados nos trabalhos desenvolvidos na região.

Em consequência, as perdas de inúmeros exemplares poderão advir da continuidade de caça e captura clandestina na paisagem exterior à da Flona Carajás, pois essas atividades ilegais são intensas na região. Sendo assim, acredita-se que, em longo prazo, as espécies regionais, incluindo espécies endêmicas amazônicas, bem como localmente raras, além de outras ameaçadas de extinção, não apresentarão boas chances de manutenção em muitas áreas onde tal situação é vigente.

Por outro lado, a não implantação do Projeto Ferro Carajás S11D não mudará a vocação mineral mundialmente conhecida da Província Mineral de Carajás. Neste sentido, é pertinente considerar, portanto, que, pelo menos no contexto regional, os efeitos decorrentes do desenvolvimento dessa potencialidade - como se espera de projetos como Cristalino e Onça Puma, entre outros - sejam sentidos e devidamente integrados nas avaliações de sua viabilidade socioambiental. No entanto, a disponibilidade de recursos minerais, a exemplo do minério de ferro, deve ser compreendida como uma potencialidade, à qual se encontra atrelado um conjunto de variáveis que precisam ser devidamente consideradas para a efetiva confirmação da citada viabilidade. Fato é que o cenário regional, especialmente nos municípios posicionados no entorno da serra dos Carajás, deve sempre ter em sua contabilidade e, por consequência, em seu planejamento, a possibilidade do desenvolvimento de projetos de grande porte, associados ao aproveitamento de recursos minerais, seja em curto, médio ou longo prazo. A análise dos planos diretores municipais, produzidos em 2006, já evidencia políticas específicas que consideram questões relacionadas ao crescimento de forma acelerada, como foi comum, até o presente momento, naqueles municípios que abrigaram grandes projetos, sejam eles de mineração, hidrelétricos ou de qualquer natureza, com capacidade de geração de grande número de empregos.

Em curto e médio prazo, a realidade socioambiental diagnosticada para os municípios da AID e para as vilas que foram consideradas como dela integrantes, deverá permanecer praticamente inalterada quando se considera somente a dinâmica econômica vigente. De todo modo, é importante ressaltar que a realidade ambiental desse território, especialmente na vila de Mozartinópolis e nas propriedades rurais do entorno, é marcada por um cenário de franca expectativa, algo a ser considerado mesmo se definindo pelo não desenvolvimento do Projeto.

Tal expectativa se estende a Canaã dos Carajás, onde se observa a efetiva preparação da cidade para a expansão urbana, evidenciada pela abertura de condomínios e loteamentos que ampliam o perímetro urbano de forma expressiva. A expectativa mais imediata está associada aos Projetos Ferro Carajás S11D e Cristalino, mas também se vincula ao inequívoco conhecimento dos recursos minerais de que dispõe a localidade, bem como das intenções de empreendedores, em particular a Vale, em relação à região.

Em outros municípios, como Marabá e Eldorado dos Carajás, a dinâmica observada nos diversos setores deverá ser alvo de poucas alterações. De toda forma, cumpre destacar que se observa o estreitamento da relação entre a Vale e as administrações públicas municipais, no que diz respeito a ações orientadas para o desenvolvimento desses municípios, conforme apontado no capítulo referente ao tema Socioeconomia. Tal parceria poderá resultar, no curto espaço de tempo, em possível melhoria de índices, em especial os relativos à infraestrutura.

As atividades econômicas regionais tendem a ter ampliada a presença da pecuária, bem como a receber investimentos associados a novos empreendimentos, especialmente de mineração, dada a vocação regional, mundialmente reconhecida.

Neste sentido, deverá ocorrer a intensificação das relações que atualmente são estabelecidas entre índios e não-índios, com agravamento considerando a possibilidade de modificação do quadro sociocultural dos primeiros.

Em termos do patrimônio cultural, sem a implantação do empreendimento, por um lado, continuará existindo o processo natural de aculturação na área, ou seja, de interação e modificação coletiva de conhecimentos, costumes e hábitos de pessoas locais e de diferentes regiões que hoje aí se mesclam, em decorrência das diversas origens territoriais da população que migrou para essa parte do Pará e nela se instalou. Por outro, no que se refere ao patrimônio edificado, ele carece de maior expressão, pelo fato de que a região é uma área de fronteira agropecuária relativamente recente e de que a forma de ocupação adotada nos núcleos urbanos, em porção significativa, propiciou a implantação de edificações com características de fragilidade e pouca permanência (como casas de madeira e outros tipos de construção pouco duráveis).

Com relação ao patrimônio arqueológico, o cenário observado no diagnóstico deverá se manter. Pressões antrópicas sobre ele continuarão a ocorrer, em função da prática do revolvimento do solo para implantação de pastagens e pequenas lavouras.

Quanto às cavidades que contêm patrimônio arqueológico, também deverão manter as atuais condições de conservação observadas no diagnóstico.

Os efeitos de degradação da qualidade do ar da Região de Carajás foram estudados e quantificados pela empresa EcoSoft em parceria com a Vale em 2006, a partir dos dados coletados na estação de monitoramento de qualidade do ar instalada no Núcleo Urbano de Carajás. Nesse estudo, foram analisados os incrementos médios de concentrações de partículas totais em suspensão e partículas inaláveis em função da ocorrência de focos de queimadas na região. Estas são um fenômeno típico do estado do Pará e das regiões de entorno da AID do Projeto Ferro Carajás S11D e ocasionam significativa degradação da qualidade do ar durante sua ocorrência, nos meses de julho a novembro, tendo pico de ocorrência no mês de setembro.

As frequentes queimadas realizadas no período seco representam uma fragilidade da AID, pois os incrementos de concentrações de poluentes delas decorrentes reduzem significativamente a capacidade de suporte da atmosfera da região em boa parte do ano.

No período crítico de ocorrência de queimadas, os impactos atmosféricos exclusivamente por elas provocados podem chegar a tal magnitude que, em alguns momentos, podem causar a extrapolação dos padrões de qualidade vigentes, independentemente da existência ou não de outras fontes emissoras na área de estudo.



Deve ser ressaltado ainda que as queimadas produzem também grandes emissões de gases de efeito estufa ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_4$ ), além de óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ), que são precursores do ozônio, e monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), contribuindo decisivamente para agravar a degradação da qualidade do ar promovida pelas partículas oriundas das queimadas, em toda a área de estudo.

Durante a campanha de monitoramento realizada para a obtenção dos dados primários de qualidade do ar no Corpo S11, Bloco D, no período de 02/08/2007 a 23/10/2007, apresentada no Diagnóstico do Meio Físico, foram detectadas ocorrências significativas de queimadas na AID e, principalmente, fora da AID. Assim, é importante constatar que os dados de qualidade do ar primários medidos na ADA do empreendimento foram igualmente afetados pela ocorrência de queimadas, uma vez que atualmente na ADA do Projeto Ferro Carajás S11D não ocorrem atividades antropogênicas que resultem em emissões de poluentes atmosféricos que possam provocar elevações significativas das concentrações dos poluentes.

Campanhas de monitoramento realizadas no sudeste do Pará em períodos diferentes, com ausência de queimadas significativas, indicam um melhor estado da qualidade do ar, com a verificação de médias de concentrações significativamente inferiores aos medidos no Bloco D. Este é o caso dos resultados obtidos na campanha realizada em Curionópolis e Serra Pelada, para a composição do EIA do Projeto Serra Leste. As campanhas em andamento também confirmam essa tendência.

Considerando os resultados obtidos até o momento, é possível afirmar que em grande parte do ano as concentrações de poluentes na AID do Projeto Ferro Carajás S11D se enquadram nos padrões de qualidade do ar, sendo abruptamente alteradas durante o período de maior incidência de queimadas.

### **8.3 Prognóstico com o Empreendimento**

Conforme citado no início deste capítulo, o futuro em relação às mudanças na forma de apropriação do espaço rural nessa porção do Sudeste do Pará é um tema de difícil posicionamento. De toda maneira, em curto e médio prazo não são esperadas mudanças no panorama econômico que hoje se observa nas áreas rurais da região, onde predomina a pecuária extensiva, com baixos padrões tecnológicos e escassa geração de emprego.

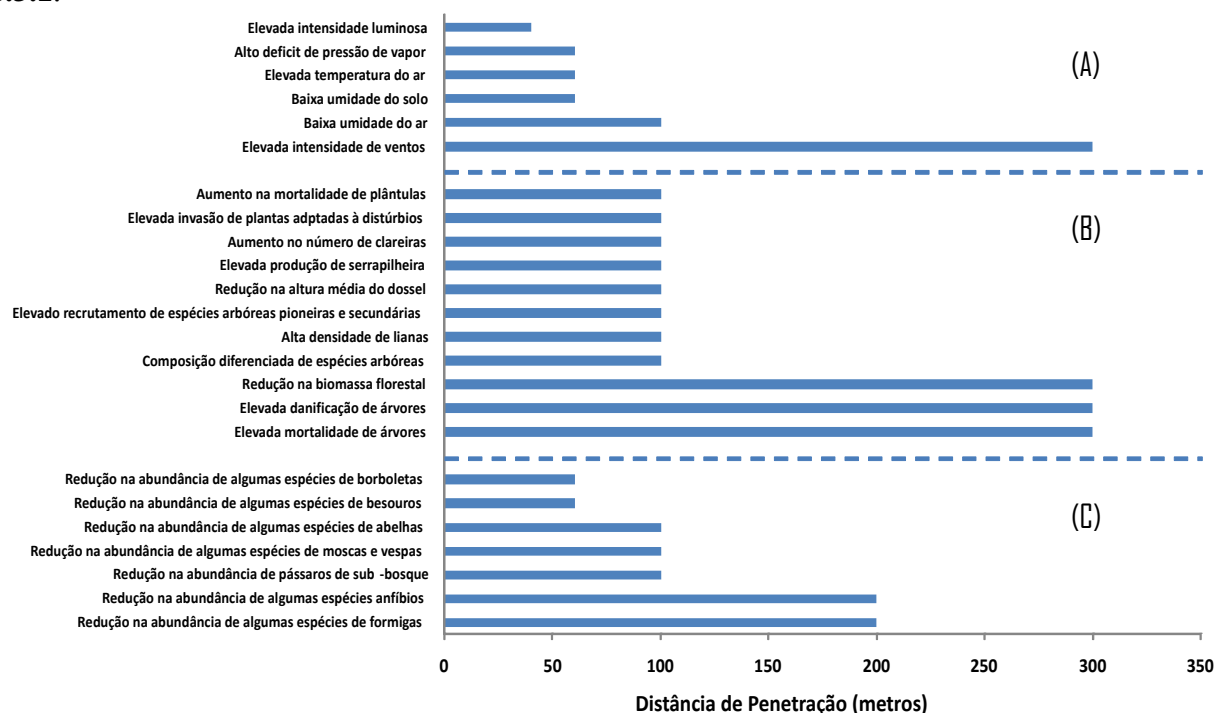
Considerando a implantação do empreendimento, de início ocorrerá a substituição das pastagens nos terrenos externos à Flona de Carajás, em aproximadamente 245 hectares. Eles serão ocupados pela planta de beneficiamento de minério de ferro e demais estruturas necessárias. Já no interior da floresta, ambientes de floresta ombrófila e de formações abertas, as chamadas savanas estépicas, serão suprimidos para o desenvolvimento de cavas, pilhas de estéril, correia transportadora e demais estruturas.

Cabe ressaltar que as discussões de maior monta na região de inserção do Projeto Ferro Carajás S11D, relativas à biodiversidade, se referem à supressão das áreas de savanas. Apesar de sua singularidade regional, a savana é coincidente com formações ferríferas, hoje principal alvo de interesse para o desenvolvimento da mineração nessa porção do Estado. De toda forma, com o desenvolvimento do Projeto em pauta, haverá necessidade de interferência em uma área de aproximadamente 1060 hectares de savanas. É importante ressaltar que os sítios portadores de savana estépica guardam também cavidades, patrimônio arqueológico e lagos, conformando paisagens específicas no contexto do domínio amazônico, onde a matriz é representada por ambientes florestais, quando conservada.

Sendo assim, com a supressão de 1060 hectares de savana estépica no Bloco D do Corpo S11, serão também eliminados seus geoambientes componentes: *Capões de Mata*, *Campos Rupestres*, *Campo Brejoso*, *Campo Graminoso Parcialmente Drenado*, *Vegetação Rupestre sobre Canga*, *Vegetação de Borda Lacustre*, *Ambientes Lacustres* e *Buritizeais sobre Solos Orgânicos*. É importante destacar que se trata da redução espacial de um ecossistema similar a outros existentes na Serra Sul.

A ADA ocupará uma área total de 2721,60 hectares, dos quais cerca de 1400 hectares correspondem a formações florestais que serão suprimidas com a instalação do Projeto. Em geral, a eliminação da paisagem do Bloco D do Corpo S11 pelas cavas, suprimindo Savanas Estépicas e Florestas Ombrófilas das encostas (Matas de Transição), bem como Florestas Ombrófilas das baixadas, em locais destinados às pilhas e outras obras, originará clareiras em meio à paisagem natural da Flona de Carajás. Tais clareiras aumentam os efeitos locais de borda, bem como modificam a matriz de habitat.

Pode-se admitir que, além da ADA, poderá ocorrer a propagação de efeitos do empreendimento por maior faixa de terras, conforme estabelecido por Múrcia (1995) e apresentado na **Figura 8.3.1**.



**FIGURA 8.3.1 – Distâncias de penetração para efeitos de borda abióticos (A), biológicos diretos/plantas (B) e biológicos diretos/animais (C). (Múrcia, 1995).**

As interferências ambientais que podem ocorrer considerando-se os efeitos com propagação de 100 metros provocarão efeitos além da ADA, tanto nos ambientes naturais, como Savana Estépica e as Formações Florestais, como também no entorno de áreas naturais. Dentre esses pode-se citar a baixa umidade do ar, o aumento da mortalidade de plântulas, a elevada invasão de plantas adaptadas a distúrbios, o aumento no número de clareiras, a elevada produção de serrapilheira, a redução da altura média do dossel, o elevado recrutamento de espécies arbóreas pioneiras e secundárias, a alta densidade de lianas, a composição diferenciada de espécies arbóreas, a redução de abundância de algumas espécies de abelhas, moscas e vespas e a redução na abundância de pássaros de sub-bosque.

Considerando a implantação e operação do Projeto Ferro Carajás S11D, observa-se a possibilidade de constituição de um arranjo de fragmentação que será configurado na porção centro-sul da área de influência direta. Nessa porção, a presença da correia transportadora, a implantação da fábrica de explosivo e paiol, da estrada de ligação da usina até a área de lavra, e a formação das pilhas de estéril 1 e 2 e sua operação compõem um arranjo de significativo potencial de fragmentação nesta porção da Flona de Carajás. A região localizada a sul da pilha de estéril 1 e a sudeste da pilha de estéril 2, onde ocorre uma serra coberta por florestas nas encostas e um pequeno platô de canga coberto por savana estépica, será isolada do restante da Flona devido a supressão por estas intervenções e efeitos de borda futuros. No entanto, esta área tem conectividade potencial à Flona a sudeste, em razão da proximidade entre os vértices da mesma e por meio de um fragmento florestal, a sul.

Tal fragmentação não isolará populações florestais, dado que todo o maciço florestal que as comporta continuará conectado, sem barreiras à dispersão, pelas porções oeste-sudoeste do empreendimento. No entanto, o acesso ao rio Sossego, principal curso de água perene próximo ao empreendimento, será dificultado para parte das populações animais que habitam o sul das áreas de implantação das correias transportadoras, paiol de explosivos e pilhas de estéril.

Esta constatação torna-se clara ao se observar a **Figura 8.3.2**, onde são apresentados o estado atual da paisagem, com os efeitos de borda atualmente incidentes nesses ambientes e os advindos da implantação do empreendimento em áreas naturais. A fragmentação prevista será potencializada pela presença de áreas desmatadas resultantes da presença dos posseiros estabelecidos no interior da citada unidade de conservação. Observa-se ainda mostra, ainda, que a estreita faixa de terrenos posicionada entre as pilhas de estéril 2 e 3 e o limite da Flona de Carajás, poderá resultar em aumento da pressão sobre uma porção de floresta, que já se mostra exposta aos efeitos do uso antrópico que se observa no entorno da área analisada.

Os diferentes cenários de efeito de borda estimados para os fragmentos resultam em uma variação na área total de floresta sujeita a efeitos externos negativos. Analisando-se os efeitos de borda futuros decorrentes do empreendimento dentro da Flona, verifica-se uma grande variação na área de borda total em relação à área atual. No cenário de borda estimado de 50 metros, a área de borda futura total será de 13,75 Km<sup>2</sup> enquanto que nos cenários de 100 e 300 m este valor seria de 12,24 e 29,18 Km<sup>2</sup>, respectivamente. No entanto, considerando-se as bordas dos fragmentos existentes na área de influência externa à Flona, a variação das mesmas em decorrência da implantação do empreendimento será pouco significativa, como se observa na **Figura 8.3.2**.

**FIGURA 8.3.2 – EFEITO DE BORDA FUTURO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D\_A3**

Com a implantação do Projeto em pauta, o maior contingente humano, as movimentações de maquinários e veículos, os ruídos e as vibrações propiciarão o afugentamento de populações da fauna da ADA, que tenderão a se deslocar para ambientes adjacentes e/ou próximos, inseridos na AID. Tal situação poderá causar atropelamentos de exemplares da fauna em vias de acesso, sobretudo de espécies que apresentam uma menor capacidade de dispersão.

Além disso, a mobilização de mão-de-obra, principalmente na fase de instalação, gerará um significativo número de pessoas circulando nos locais das obras e ao longo dos acessos da AID. Tal aspecto, por sua vez, poderá gerar uma intensificação da ocorrência de coletas predatórias e de tráfico ilegal de espécies de aves cinegéticas, colaborando na redução de suas populações. Ressalta-se ainda que, como a maior parte da ADA se insere dentro de uma Unidade de Conservação, o risco de aumento de coleta, pesca e caça clandestina é baixo; contudo essas práticas constituem um hábito arraigado em parte da população regional.

O incremento na população humana na região será seguido pelo aumento do desflorestamento, principalmente dentro da Flona, com a supressão de áreas para implantação das obras. A alteração da paisagem poderá favorecer espécies pioneiras e aquelas com grande capacidade de adaptação a ambientes alterados, levando ao aparecimento de espécies ou ao aumento no número de indivíduos de algumas populações.

Sobre o cenário do uso e ocupação do solo e da cobertura vegetal, é importante lembrar que o Projeto Ferro Carajás S11D traz demandas estruturais agregadas que vão influenciar no cenário local. Nesse caso, é importante salientar o papel do Ramal Ferroviário Sudeste do Pará, da Linha de Transmissão e da adequação e instalação de segmentos de acessos ligando a Usina de Beneficiamento à cidade de Canaã dos Carajás.

Tais estruturas irão formar corredores que podem potencializar os efeitos ambientais de borda antes citados, bem como favorecer a potencialização do cenário apontado para a pressão sobre a fauna nessa porção da área em análise.

A área na base do Corpo S11 Bloco D, onde estão planejadas estruturas da usina e o ramal ferroviário, é mais povoada em relação a outros pontos. Atualmente, essa região é considerada de baixa incidência tanto de malária quanto de leishmaniose. No entanto, com o início da instalação do projeto, a população local aumentará, elevando os riscos de transmissão de doenças por vetores. Tal aumento de circulação de pessoas se dará particularmente dentro de áreas hoje pouco frequentadas por seres humanos e com vegetação bem conservada, dentro da Flona de Carajás. O aumento populacional na ADA e na AID, provocado pelo deslocamento de pessoas para trabalhar diretamente na obra ou em sua logística, aumentará a disponibilidade de alimento para os mosquitos. Espécies com populações pequenas podem ser beneficiadas por esse aumento na oferta de alimento e nas mudanças ambientais e aumentar em número, tornando-se vetores importantes na região.

No contexto social e econômico, diferentes cenários poderão ser construídos. Por um lado, podem estar associados a um desejável desenvolvimento ordenado do principal núcleo urbano considerado receptor dos efeitos mais imediatos do Projeto Ferro Carajás S11D. Por outro lado, podem decorrer da manifestação de um crescimento caótico ou ao qual não consigam responder os mecanismos e capacidade de gestão, previstos para enfrentar tais questões, por parte da administração pública do município de Canaã dos Carajás.

De toda forma, alguns fatos já se encontram em curso na área em análise. Conforme antes salientado, o município é sabedor das potencialidades econômicas que possui, em decorrência dos sítios de importância mineral localizados em seu território. Nesse sentido, aspectos de relevância foram analisados no plano diretor municipal, de forma a assimilar o potencial de crescimento associado ao desenvolvimento da mineração. Tais aspectos se refletem na definição do perímetro urbano, do zoneamento do solo urbano e da estruturação do sistema viário, entre outros.

Com as informações de que se dispõe no presente, é de se esperar que o modelo de ocupação observado em Parauapebas não se repita em Canaã dos Carajás. Ao que tudo indica, a própria consideração do citado exemplo como modelo, aliada à ampliação da compreensão dos possíveis efeitos de crescimento populacional sem planejamento adequado, aumentou a percepção da efetiva necessidade de interação entre os gestores municipais e o empreendedor, com a finalidade de se desenvolver uma infraestrutura compatível com o crescimento esperado nos diversos segmentos. O verdadeiro desafio, e de monta, está na implantação de medidas e ações, bem como em sua adequada gestão, de modo a minimizar e evitar questões adversas ao desenvolvimento local. E esse processo exige, além de recursos financeiros e administrativos, recursos humanos devidamente qualificados para tanto, às vezes escassos na região. Sabe-se, ademais, que os desafios socioeconômicos costumam chegar antes que os benefícios fiscais decorrentes dos empreendimentos e exigem agilidade de resposta.

É importante lembrar ainda que, muitas vezes, em locais onde se registram pulsos imediatos de grande crescimento, costuma ocorrer também a manifestação de problemas ambientais, que podem se agravar ou permanecer no tecido urbano como parte da história evolutiva do lugar.

Outro aspecto a destacar em um cenário prospectivo é o fato de que o crescimento da população de territórios que até pouco tempo atrás eram vazios demográficos, introduz novos atores na arena política, com suas reivindicações e motivações, o que contribui para possíveis mudanças no mapa político do estado do Pará.

Quanto ao patrimônio cultural, a implantação do empreendimento tampouco deverá alterar o antes mencionado processo de aculturação em curso na área, devido às diversas origens territoriais da população que migrou para essa parte do Pará e nela se instalou, e da qual se aproximará também aquela que deverá ser ocupada pelo Projeto Ferro Carajás S11D. O escasso patrimônio edificado também não será modificado pelo empreendimento.

O impacto sobre o patrimônio arqueológico nas áreas a serem ocupadas pelo Projeto Ferro Carajás S11D será, sem dúvida, mais intenso quando comparado a um cenário sem o empreendimento. Na área das cavas, o potencial arqueológico é alto devido à presença de dezenas de cavidades naturais na escarpa do Corpo S11.

Apesar de a área do Projeto Ferro Carajás S11D já sofrer alguns impactos antrópicos devido à pecuária na região, em um cenário que vislumbre a implantação da mineração do Bloco D, o impacto nos bens arqueológicos e contexto natural dos sítios arqueológicos é alto. A atividade de lavra e construção de toda a infraestrutura para mineração irá impactar diretamente os bens arqueológicos assim como os contextos paisagísticos, geológicos e geomorfológicos, variáveis essas importantes para compreensão dos sistemas culturais pretéritos, e na formação do registro arqueológico. No entanto, as medidas preventivas e mitigadoras recomendadas podem compensar os impactos de maneira eficaz, levando à produção de conhecimentos sobre a arqueologia local e regional, incorporáveis à Memória Nacional.

Conforme já mencionado anteriormente, os estudos realizados na etapa de diagnóstico do meio físico destacaram a importância da Flona de Carajás e regiões de florestas em seu entorno como reguladoras do regime de vazões na bacia do rio Itacaiúnas, em função de sua capacidade de estocagem de água e sustento das vazões de base nos cursos de água que as drenam. Essa capacidade confere ao rio Sossego, que drena a ADA e a AID, um regime perene e contribui significativamente para a mudança do regime fluvial do Médio Parauapebas, observado após sua confluência com o rio Sossego.

Outro aspecto relevante em termos de prognóstico é a esperada elevação da pressão sobre os recursos naturais presentes no entorno dos locais de concentração de pessoas ligadas ao projeto. Neste caso, merecem destaque as cachoeiras localizadas no Corpo S11, bem como aquelas localizadas no rio Sossego, nas imediações da área da planta de beneficiamento. É possível que a pressão estenda-se também sobre as outras lagoas que ocorrem nos demais blocos que integram o Corpo S11.

A implantação das cavas, pilhas de estéril e sistemas de drenagem superficial promoverá uma alteração da dinâmica hídrica superficial e subterrânea na AID. É de se esperar que a alteração no regime de vazões na bacia do rio Sossego, associada à dinâmica socioeconômica induzida pela implantação do Projeto Ferro Carajás S11D, bem como de outros empreendimentos da Vale nessa bacia, possivelmente aumentará a pressão sobre os recursos hídricos, na medida em que seja promovido um acréscimo de demanda para consumo humano, cuja prioridade de uso é estabelecida por meio da Lei Federal 9433/97. Nesse sentido, a possível ocorrência de conflitos pelo uso poderá acelerar as ações de fortalecimento institucional indicadas como necessárias pelo Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Tocantins –Araguaia.

Há que se acrescentar que ensaios preliminares produzidos por Golder em 2005, no que diz respeito à avaliação dos níveis de ruídos decorrentes da atividade de mineração, mostram perímetros de alteração dos níveis típicos de ambientes naturais em áreas que ultrapassam 300 metros. Situação semelhante já foi também observada frente à constatação de material particulado em áreas que distam do local da realização de tarefas relacionadas à mineração também em distâncias superiores àquelas apresentadas por Múrcia (1995).

O prognóstico de impacto do Projeto Ferro Carajás S11D na qualidade do ar, obtido por meio de modelagem gaussiana e considerando-se os níveis de acréscimos, mostra que a atual condição da qualidade do ar da região não será modificada. Os níveis se manterão enquadrados nos padrões vigentes na maior parte do ano, sendo possivelmente extrapolados no período de maior incidência de queimadas, caso essas emissões indesejadas continuem a ocorrer com a intensidade e a frequência atualmente identificadas (**Anexo XXIII-A**).

## **8.4 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais**

### **a) Metodologia de Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais**

A Avaliação dos Impactos Ambientais seguiu estas orientações técnicas. A metodologia utilizada para sua elaboração encontra-se descrita no **Capítulo 1 - Metodologia** apresentado no **Volume I** deste documento.

A Instrução Normativa nº5 de dezembro de 2009, em seu capítulo II, artigo quarto, primeiro parágrafo estabelece a apresentação de “[...] um capítulo específico sobre os impactos ambientais efetivos ou potenciais da atividade ou empreendimento sobre as unidades de conservação, suas zonas de amortecimento ou áreas circundantes”. Considerando que todo o empreendimento situa-se na Flona de Carajás e sua área circundante, a avaliação de impactos ambientais do Projeto Ferro Carajás S11 já constitui como escopo, a apresentação desse capítulo. De modo a atender, igualmente, a Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997, a presente avaliação de impactos foi realizada considerando-se as características do empreendimento nas suas diferentes fases.

### **b) Descrição dos Impactos Ambientais**

#### **8.4.1 Meio Físico**

No caso do Projeto Ferro Carajás S11D, em relação ao meio físico, as interferências ambientais são evidentes, já que a extração mineral demanda ações diretas sobre o substrato e, conseqüentemente, sobre a cobertura vegetal. Tais impactos decorrem, especialmente, da instalação das estruturas necessárias à atividade mineral, como também do desenvolvimento da lavra onde, a formação das cavas, a necessidade de disposição de estéril e o próprio beneficiamento do minério agregam ações que geram intervenções sobre os fatores ambientais.

Diante dos efeitos decorrentes da implementação de um empreendimento, a opção metodológica utilizada tem seu foco principal na adoção de sistemas e medidas de controle ambiental dotadas da desejada eficiência operacional. Por tal razão, considerou-se que alguns aspectos já estarão, na sua origem, devidamente controlados, revestidos da otimização das medidas previstas, sem desprezar, contudo, as necessárias medidas de compensação, de mitigação e de monitoramento.

A seguir são apresentadas as avaliações dos impactos ambientais identificados, relacionados ao meio físico, quais sejam:

- Alteração na Qualidade do Ar
- Alteração nos Níveis Acústicos e de Vibrações
- Alteração na Dinâmica Erosiva
- Perda de Solos
- Alteração na Dinâmica Hídrica Superficial
- Alteração na Disponibilidade Hídrica
- Alteração e Supressão da Morfologia Fluvial
- Alteração da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas



- Supressão potencial de 106 Cavidades Naturais Subterrâneas
- Interferência no Perímetro de Proteção de 41 Cavernas

#### 8.4.1.1 Alteração na Qualidade do Ar

Os principais aspectos ambientais identificados no empreendimento que ocasionam impactos de alteração da qualidade do ar são:

- Emissão de Material Particulado: provenientes de fontes móveis, difusas e de suspensão e/ou arraste eólico;
- Emissão de Gases de Combustão: provenientes de fontes móveis (veículos) e desmonte com explosivos.

Estes aspectos são identificados principalmente nas etapas de implantação e operação. Todavia, na fase de operação tais aspectos se apresentam mais influentes para a alteração da qualidade do ar da AID, devido à ampliação de suas proporções em relação à fase de implantação. O principal poluente emitido pelo empreendimento será o material particulado, mas também serão emitidos em menor escala gases como o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos voláteis (COV).

Na etapa de implantação, as emissões dos poluentes citados estão relacionadas às atividades de supressão de vegetação, terraplanagem, obras civis, decapeamento da área das cavas e operação das estruturas de apoio.

Considerando as emissões atmosféricas características destes tipos de atividades durante a etapa de implantação, o impacto de alteração na qualidade do ar foi classificado como reversível, de abrangência local, de baixa magnitude e importância, portanto, de *baixa significância*. Será um impacto real, de natureza negativa, de duração temporária, incidência direta e de manifestação a curto prazo.

Na etapa de operação, as emissões dos poluentes citados estão relacionadas às atividades de fornecimento de serviços, perfuração, desmonte com explosivo, carregamento e transporte de ROM e estéril, operação da usina de beneficiamento de minério, estocagem e abastecimento de óleo e combustível, manutenção de veículos leves e máquinas pesadas e operação das estruturas de apoio. Os principais mecanismos de emissão estão relacionados à ressuspensão causada pelo arraste eólico de materiais depositados sobre superfícies expostas, pelo trânsito de veículos em vias não pavimentadas e por movimentação de materiais fragmentados.

Por se tratar da etapa de maior potencial de alteração da qualidade do ar, a operação do empreendimento teve seus impactos para a atmosfera da AID avaliados com a aplicação de técnicas de modelagem matemática da dispersão de poluentes.

Analisando os resultados de concentrações apresentados pelos cenários de qualidade do ar, gerados pela modelagem, pode ser observado que o empreendimento apresenta um potencial de alteração da qualidade do ar do seu entorno, principalmente em relação às partículas (PTS e PI) e ao NO<sub>2</sub>. Todavia, verifica-se que em toda AID as concentrações prognosticadas são compatíveis com a manutenção da boa qualidade do ar, com os máximos acréscimos situados abaixo dos padrões ambientais vigentes.

Especificamente nos pontos discretos analisados, Vila Ouro Verde, Mozartinópolis e Aldeias Xikrin Cateté e Djudjêkô as concentrações acrescidas pelas emissões do Projeto Ferro Carajás S11D serão muito inferiores aos limites estabelecidos pelos padrões de qualidade do ar (Resolução CONAMA 03/1990). Os máximos acréscimos de concentrações acarretadas pelas emissões do Projeto Ferro Carajás S11D ocorrem em áreas inabitadas da AID.

Sendo assim, considerando as taxas de emissão prognosticadas, o impacto de alteração da qualidade do ar, durante a etapa de operação do empreendimento, foi avaliado como classificado como reversível, de abrangência regional, de média magnitude e importância, portanto, de *média significância*. Será um impacto real, de natureza negativa, de duração temporária, incidência direta e de manifestação a curto prazo.

A análise de impacto de um novo empreendimento, quanto à temática qualidade do ar, depende fortemente da condição dos níveis de poluentes pré-existentes (*background* ou *baseline*) da região onde o mesmo será inserido, haja vista que a legislação vigente no Brasil prevê que não basta ao empreendimento o cumprimento de padrões de emissão de poluentes atmosféricos pela totalidade de suas fontes emissoras, mas também devem ser obedecidos os padrões de qualidade do ar de sua área de influência. O cumprimento dessa última condição depende de fatores não necessariamente relativos apenas ao empreendimento em questão, mas a outras fontes emissoras de poluentes influentes na qualidade do ar da região, como, por exemplo, outros empreendimentos instalados, emissões veiculares, queimadas e fontes naturais (erosão eólica, vegetação, etc.).

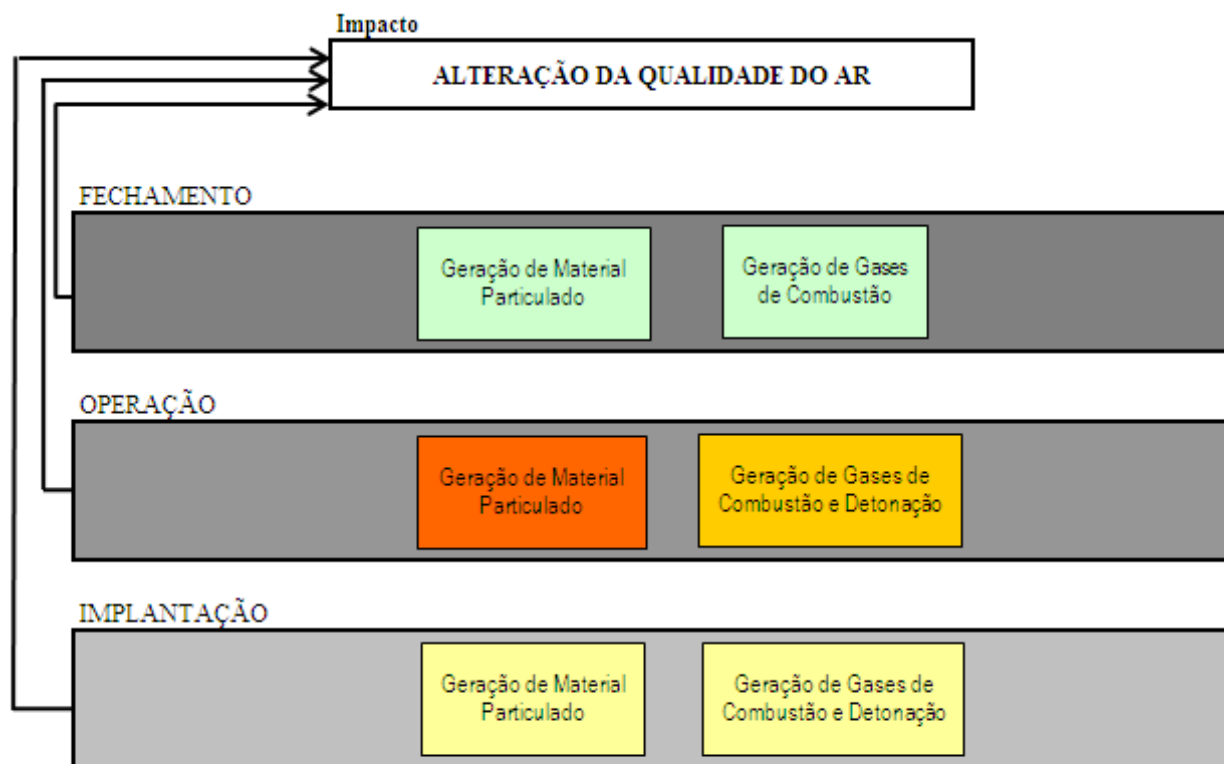
Com base nos itens discutidos neste estudo é possível identificar que as emissões provenientes do Projeto Ferro Carajás S11D serão compatíveis com a manutenção dos níveis adequados de qualidade do ar da AID e que esta condição de adequabilidade da qualidade do ar da AID é abruptamente alterada com a ocorrência das queimadas, independentemente das emissões prognosticadas para o Projeto Ferro Carajás S11D.

A ocorrência de queimadas na região é um fenômeno indesejável e de difícil controle, haja vista que envolve inúmeros e diferenciados atores, aspectos culturais, práticas de agricultura, políticas de governo, atividades ilícitas e outros tantos fatores. Não obstante às dificuldades inerentes, a implementação de ações que possam contribuir para a redução das queimadas na região é de fundamental importância para garantir a preservação de diversos recursos ambientais disponíveis na região, inclusive do recurso ar, devendo ser incluídas nos planos estratégicos de gestão ambiental pelos órgãos governamentais competentes.

Ressalta-se que considerando as atividades a serem executadas durante a etapa de fechamento do empreendimento, espera-se que as emissões atmosféricas resultem em uma alteração *insignificante* da qualidade do ar.

Como forma de controlar o impacto de alterações da qualidade do ar, propõe-se medidas de gestão ambiental por meio do *Programa de Controle das Emissões Atmosféricas* e do *Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar e Meteorologia*.

A **Figura 8.4.1.1** apresenta os aspectos e a avaliação dos impactos ambientais relativos à alteração da qualidade do ar na área de inserção do Projeto Ferro Carajás S11D.



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:

Baixa
  Média
  Alta
  Crítica

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
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Regional	Local
Importância	Baixa	Média	Irrelevante
Magnitude	Baixa	Média	Baixa
Significância	Baixa	Média	Insignificante

**FIGURA 8.4.1.1 - Fluxograma de Avaliação do Impacto de Alteração da Qualidade do Ar.**

### 8.4.1.2 Alteração nos Níveis Acústicos e de Vibrações

#### Níveis Acústicos

A alteração nos níveis acústicos é ocasionada pela introdução de novos ruídos no ambiente. Esta alteração pode repercutir de forma distinta sobre a população, uma vez que o aumento do nível de pressão sonora ocorrerá também em frequências variadas.

A avaliação de possíveis alterações nos níveis acústicos foi fundamentada em avaliações de atividades de empreendimentos minerários similares, onde são realizados procedimentos equivalentes aos que serão executados no Projeto Ferro Carajás S11D.

É importante ressaltar que os níveis de ruídos registrados durante os levantamentos de campo são compatíveis com o que caracteriza ambientes rurais, como sítios e fazendas (NBR 10.151).

Durante a etapa de implantação foram identificados como geradores deste impacto ambiental as atividades de supressão de vegetação, decapeamento, terraplenagem, obras civis, montagem eletromecânica e movimentação de equipamentos. A alteração nos níveis acústicos gerados por essas atividades está relacionada principalmente 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. Em alguns casos poderá ser necessária a utilização de explosivos para a remoção de matacos durante a terraplenagem e o decapeamento.

Desta forma, espera-se que as alterações dos níveis de pressão sonora durante a etapa de implantação ocorram no entorno imediato do empreendimento (pontual), com baixa magnitude e baixa importância, de forma reversível, portanto de *baixa significância*. Será um impacto real, de natureza negativa, de duração temporária, incidência direta e de manifestação a curto prazo.

Já na etapa de operação foram identificados como as principais atividades potencialmente geradoras de alterações dos níveis acústicos: a perfuração, o desmonte, o carregamento e transporte de minério e estéril, o beneficiamento do minério, além da movimentação dos equipamentos.

Para a avaliação dos níveis de ruídos que caracterizam a atividade de mineração, recorreu-se a resultados obtidos nas áreas de entorno do Complexo Minerador de Carajás. Para a citada realidade, vários levantamentos demonstram que os níveis de ruídos e vibrações decorrentes das atividades rotineiras da mineração mostram que em linhas de perímetros externas a 400 metros em relação à área fonte, os níveis de ruídos são os mesmos obtidos para ambientes preservados de qualquer influência de ruídos.

Portanto, espera-se que as alterações dos níveis de pressão sonora durante a etapa de operação ocorram localmente, com baixa magnitude e baixa importância, de forma reversível, portanto de *baixa significância*. Será um impacto real, de natureza negativa, de duração temporária, incidência direta e de manifestação a curto prazo.

É importante salientar que a área de formações naturais terão contabilizadas como expostas ao efeito de borda, um perímetro de cerca de 400 metros da ADA, ratificando a influência ou a contribuição da alteração dos níveis acústicos sobre o entorno imediato de desenvolvimento do projeto.

Na etapa de fechamento, considerando que as atividades de lavra e beneficiamento já estarão encerradas e que as atividades relacionadas à desmontagem das estruturas, auto-sustentabilidade das cavas, pilhas, diques e à recuperação de áreas degradadas irão gerar ruídos pontuais e de baixa magnitude, o impacto de alteração dos níveis acústicos foi considerado *insignificante*.

### **Vibração**

Assim como na alteração dos níveis acústicos, a avaliação do impacto de alteração dos níveis de vibração foi fundamentada em avaliações de atividades de empreendimentos minerários similares. Foram consideradas relações de causa/efeito entre as operações de exploração de mina e os níveis de vibrações normalmente verificados.

Durante a fase de implantação espera-se que as atividades relacionadas ao tráfego e operação de veículos, máquinas e equipamentos, bem como as atividades relacionadas às obras civis, incluindo terraplanagem, gerem vibrações pontuais que eventualmente podem ultrapassar os níveis perceptíveis aos seres humanos sendo, um impacto negativo, de baixa magnitude e, portanto, de *baixa significância* na área de entorno do empreendimento.

Durante a etapa de operação serão geradas vibrações no processo de desmonte de rocha com o uso de explosivos na área das cavas do empreendimento. Espera-se que estas deverão propagar até a área de entorno da mina.

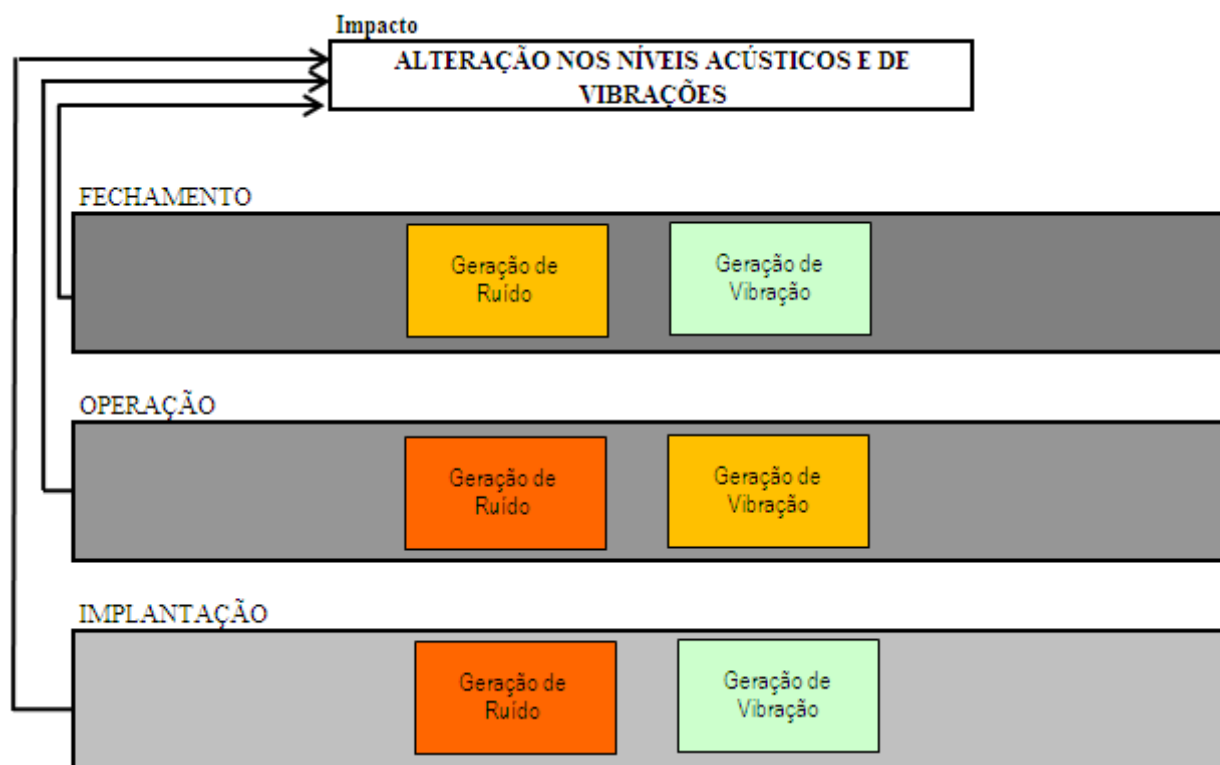
Normalmente as operações de desmonte de rocha são eventos de curta duração, gerando vibrações de curta duração, bastante espaçados entre si, minimizando o incômodo gerado pelas mesmas. A alteração dos níveis de vibração na área do entorno, nos instantes exatamente posteriores aos eventos de detonação, será determinada em função do plano de fogo e das propriedades geofísicas do terreno. Portanto, o impacto de alteração dos níveis de vibração durante a etapa de operação foi avaliado como reversível, local, de baixas magnitude e importância, portanto, de *baixa significância*. Será um impacto real, de natureza negativa, de duração temporária, incidência direta e de manifestação a curto prazo.

Durante a fase de fechamento espera-se que as atividades relacionadas a desmobilização das estruturas e de recuperação de áreas degradadas, gerem vibrações pontuais que sejam inferiores ou, no máximo, próximos aos níveis perceptíveis aos seres humanos se configurando como uma alteração *insignificante* na área de entorno do empreendimento.

Desta forma, sobre a ótica de vibrações, o prognóstico para fase de fechamento aponta para a manutenção dos níveis de vibração diagnosticados, com velocidades de partícula de pico, por frequência, variando entre 0,001 e 0,003 mm/s.

Para o monitoramento e controle do impacto de alteração nos níveis de ruídos e de vibrações são apresentadas medidas e ações de gestão ambiental no *Plano de Controle e Monitoramento de Ruídos e Vibrações*.

Os aspectos responsáveis pelos impactos de alteração dos níveis de ruídos e vibrações, bem como a avaliação dos mesmos, segundo cada uma das etapas do projeto, podem ser observados no mesmo fluxograma, apresentado na **Figura 8.4.1.2**



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



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
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Pontual	Local	Pontual
Importância	Baixa	Baixa	Irrelevante
Magnitude	Baixa	Baixa	Baixa
Significância	Baixa	Baixa	Insignificante

**FIGURA 8.4.1.2 - Fluxograma de Avaliação do Impacto de Alteração nos Níveis de Ruídos e de Vibrações.**

### 8.4.1.3 Alteração na Dinâmica Erosiva

A erosão é um processo de deslocamento de solo ou de rochas de uma superfície. Os processos erosivos ocorrem naturalmente no ambiente e podem ser potencializados por fenômenos da natureza ou por alterações antrópicas no relevo e na cobertura vegetal.

Os aspectos que causam o impacto de alteração na dinâmica erosiva, na etapa de implantação são representados pela remoção da cobertura vegetal, geração de áreas com solo exposto e de áreas de concentração do escoamento superficial. Nessa etapa, em quase todo o *site* do empreendimento ocorrem as mais importantes modificações do ponto de vista geomorfológico e pedológico. Essas modificações ocorrem como o ponto de partida para os processos construtivos do empreendimento e normalmente inicia-se por adequações e aberturas de acessos complementares.

É importante assinalar que a exposição do substrato iniciará já com as operações de desmate. No entanto, até a realização da terraplanagem da área, o substrato permanece revestido de matéria seca como restos de galhadas e parte da serrapilheira. Trata-se de uma situação a ser considerada dada a importante proteção que os solos ainda sustentam num primeiro momento, mesmo após a retirada da cobertura vegetal de porte arbustivo e arbóreo.

Com a realização da terraplanagem, toda a superfície interferida encontra-se exposta à ação direta das águas de chuva. Ressalta-se que tanto pela ação direta como pelo escoamento laminar difuso ou concentrado, os sedimentos do terreno são removidos, no primeiro caso, de forma generalizada e, no segundo, produz incisões no substrato potencializando, posteriormente, solapamentos basais.

A implantação do Projeto Ferro Carajás S11D resultará na exposição de 2.836,5 hectares de substrato que, ocorrerá gradativamente em função das atividades de terraplanagem e da dinâmica dos trabalhos de lavra e disposição de estéril e minério, ao longo da vida útil do empreendimento. Todo o contexto criado pela interferência no substrato, tanto na sua reconformação como na sua exposição, resultará na alteração na dinâmica erosiva, convertendo ambientes relativamente estáveis, do ponto de vista geomorfológico, em domínios produtores de sedimentos numa escala mais ampliada.

Necessariamente, levando em consideração ao grau de relevância do aspecto geração de áreas de concentração do escoamento superficial, devem ser priorizadas estruturas de controle do escoamento das águas de chuva, antes da exposição significativa dos solos. Se assim instaladas, os efeitos adversos, independentemente do tempo necessário para a construção das edificações que compõem o projeto, serão abrandados.

Dado o montante das intervenções e o grau de relevância do aspecto remoção da cobertura vegetal, especial atenção deverá ser dada também tanto às áreas que serão terraplanadas para construção das estruturas que compõem o arranjo do Projeto em pauta.

Com relação à implantação de acessos ou estradas, é pertinente a coerência na realização de atividades como supressão vegetal e instalação prévia de estruturas de controle do escoamento pluvial como canaletas de drenagem, leiras e *sumps* ao longo destas. Significa que o equacionamento de tal impacto ou sua mitigação, passa pela necessária adoção de critérios adequados para a realização das tarefas de supressão vegetal observando-se a exatidão do desmate a realizar, da abertura de acessos que deve ser realizado buscando-se sempre a agregação das estruturas de controle.

Portanto, considera-se que a alteração na dinâmica erosiva na etapa de implantação representará um impacto que é real por ser inerente ao processo construtivo do empreendimento, negativo, pois altera um padrão relativamente estável de funcionamento geomorfológico; temporário dado que, o mais rapidamente possível os terrenos serão ocupados por edificações incluindo todo o sistema de drenagem; direto; de curto prazo para sua manifestação; reversível na medida em que tende a cessar com a ocupação dos terrenos; de abrangência local já que abrange um segmento de uma dada rede de drenagem; de média importância e magnitude; e, portanto, de *média significância*.

O aspecto ambiental que irá fomentar, na etapa de operação, a ocorrência do impacto ambiental em análise é a geração de áreas lavradas, geração de pilhas de estéril e a geração de áreas de concentração do escoamento superficial sendo este último de maior significância para esta etapa.

Para esta etapa espera-se que a dinâmica erosiva e suas respectivas condições de controle estabelecidas na etapa de implantação sejam mantidas. Exceto nas áreas das cavas e das pilhas de estéril, onde o desenvolvimento operacional dessas estruturas irá determinar as características do escoamento superficial.

Cabe ressaltar, que o desenvolvimento das bancadas das cavas e das pilhas de estéril se dará de acordo com o plano de lavra, cuja elaboração deverá considerar as características geológicas e geotécnicas da área e, no caso das pilhas dos seus substratos. O plano de lavra deverá considerar, ainda, os ângulos dos taludes bem como a adoção de sistemas de drenagem e contenção de sedimentos. Assim, na etapa de operação, este impacto também foi avaliado como de *média significância*.

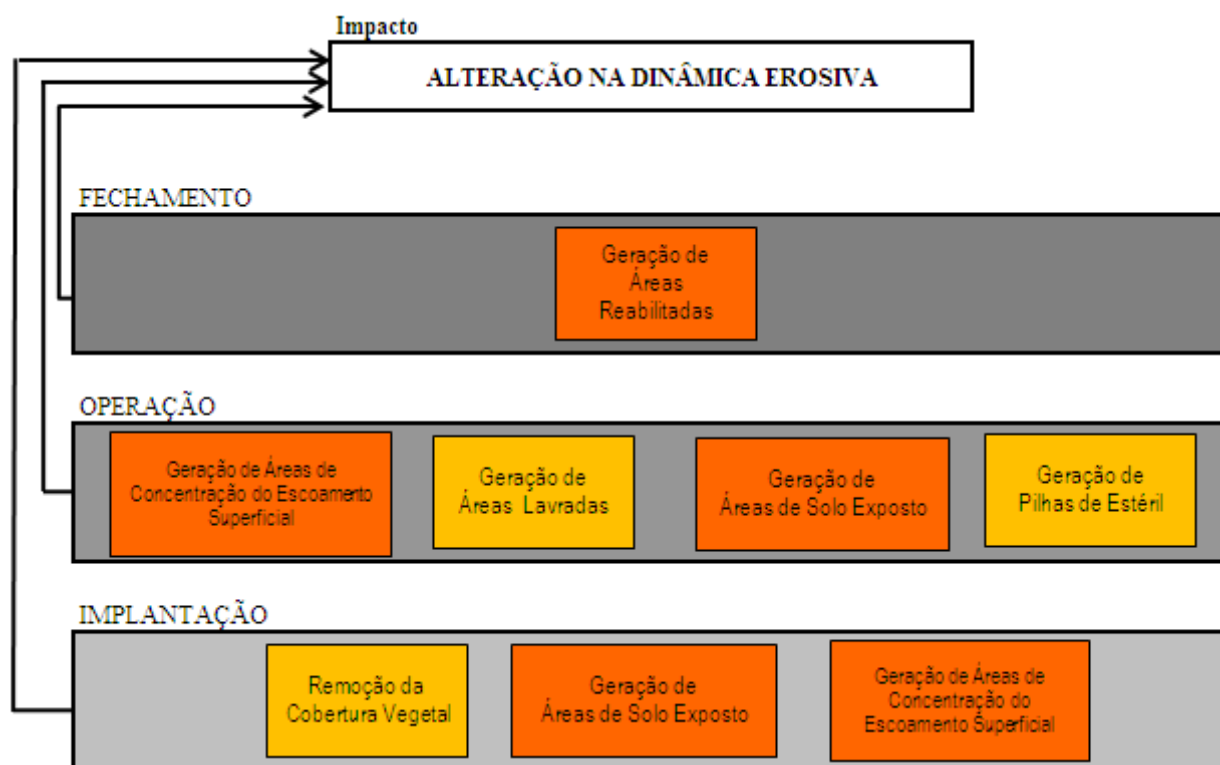
Como ação direcionada a tal impacto é recomendável a definição de uma estratégia de desenvolvimento do Programa de Gestão de Sedimentos e do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas de forma a promover ações imediatas sobre os substratos expostos. Neste sentido, cabe também a agilidade construtiva das edificações já que estas recobrirão o solo, anulando a ação erosiva sobre a superfície ocupada.

Na etapa de fechamento, todo o *site* é submetido a medidas para o plano de fechamento objetivando a re-estabilização física e a conformação do terreno para posterior revegetação, gerando áreas reabilitadas. Desta forma, considerando a estabilização dos processos erosivos este impacto foi avaliado na etapa de fechamento como de natureza positiva e, também, de *média significância*.

Para mitigação e controle das Alterações na Dinâmica Erosiva são propostas medidas e ações de gestão ambiental no *Programa de Monitoramento da Morfologia Fluvial, do regime de Produção de Sedimentos e do Assoreamento dos Cursos de Água* e no *Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD*.

A **Figura 8.4.1.3** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração na dinâmica erosiva.





**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Positiva
Duração	Temporária	Temporária	Temporária
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Médio a Longo Prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Média	Média	Média
Magnitude	Média	Média	Média
Significância	Média	Média	Média

**FIGURA 8.4.1.3– Fluxograma de Avaliação do Impacto Ambiental de Alteração na Dinâmica Erosiva.**

#### 8.4.1.4 Perda de Solos

A camada superficial corresponde a solos no seu sentido pedológico, no montante do substrato a ser removido. Trata-se de um substrato apto ao suporte e desenvolvimento da vida vegetal atualmente. Neste sentido, este substrato presta-se ao uso agrônômico, agregando maior importância à sua remoção.

Assim, este impacto se aplica às etapas de implantação e operação do Projeto Ferro Carajás S11D. Na etapa de fechamento, todo o *site* será submetido às medidas para o plano de fechamento objetivando a re-estabilização física e a conformação do terreno para posterior revegetação. Portanto, as atividades de execução das medidas previstas para o plano de fechamento têm como finalidade a interrupção da perda de solo.

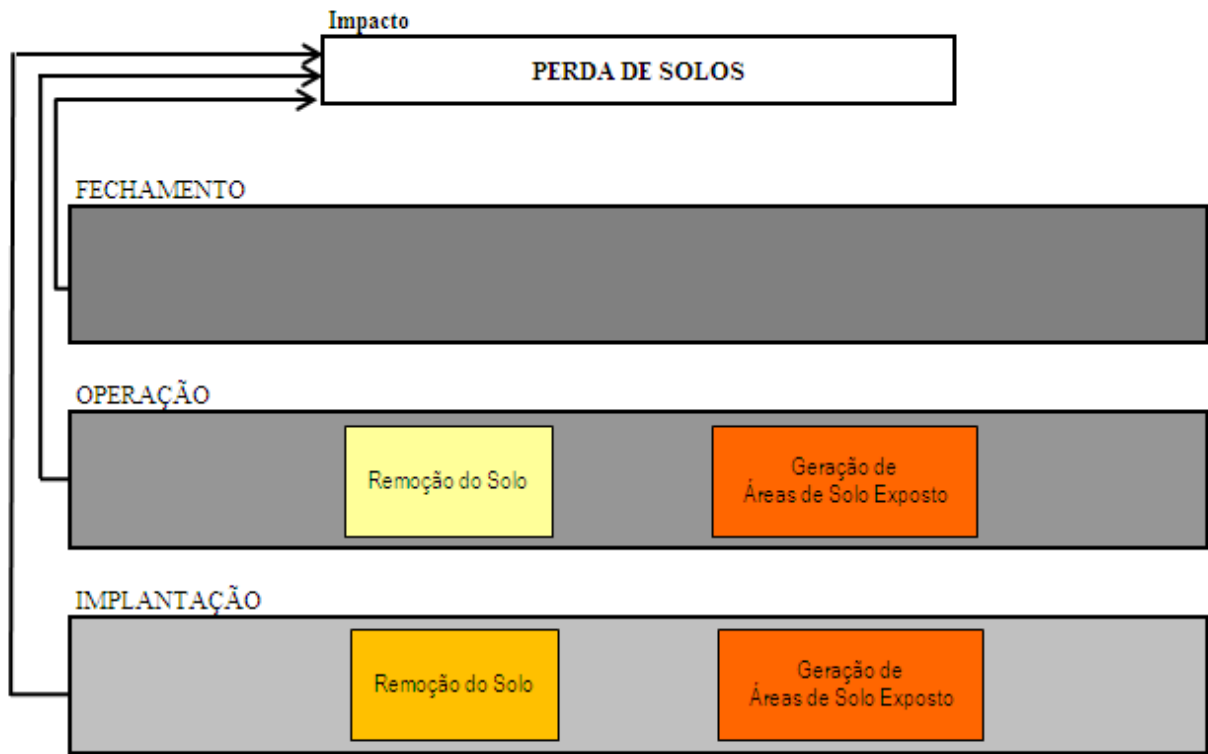
É importante destacar que, do ponto de vista da perda de solos, duas situações se configuram. A primeira é aquela em que os solos têm suporte econômico para as atividades da pecuária, como é o caso da área onde será instalada a usina de beneficiamento e demais estruturas associadas. Esta porção, externa à Flona de Carajás, é possuidora de solos mais evoluídos que serão removidos para a implantação das citadas estruturas. Já a porção contida dentro da Floresta Nacional de Carajás, onde serão desenvolvidas as cavas, observa-se a que o solo tem a função de sustentação de paisagens naturais.

O aspecto que se relaciona com este impacto compreende a geração de áreas terraplanadas com solo exposto. Este aspecto, responsável pela perda de solos, ocorrerá durante as etapas de implantação e operação do projeto. No entanto, representa um aspecto onde é praticamente impossível minimizar sua influência na manifestação do impacto em função da necessidade óbvia da remoção do solo para propiciar a edificação das estruturas citadas e o desenvolvimento das cavas.

A ocupação da área por tais estruturas resultará na necessidade da remoção do substrato em diferentes proporções para que as condições geotécnicas de suporte das edificações e seu uso sejam obtidas. Neste sentido assinala-se que o impacto representado pela perda de solos, nas etapas de implantação e operação é real por ser inerente ao empreendimento, pois se encontra estritamente associado à terraplanagem e ao decapeamento, é negativo, pois representa a perda de um substrato com um processo de gênese que o possibilita assimilar a vida vegetal e conseqüentemente o desenvolvimento de atividade econômica e a recuperação natural da flora. Trata-se de um impacto direto, permanente, de curto prazo para sua manifestação, irreversível, de abrangência pontual, de baixa magnitude, de baixa importância e, portanto, de *baixa significância*.

Para mitigação e controle da Perda de Solos são propostas medidas e ações de gestão ambiental no *Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD*.

A **Figura 8.4.1.4** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de perda de solo.



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:

Baixa
Média
Alta
Crítica

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	-
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	-
Abrangência	Pontual	Pontual	-
Importância	Baixa	Baixa	-
Magnitude	Baixa	Baixa	-
Significância	Baixa	Baixa	-

**FIGURA 8.4.1.4 - Fluxograma de Avaliação do Impacto de Perda de Solo.**

#### **8.4.1.5 Alteração na Dinâmica Hídrica Superficial**

No caso do Projeto Ferro Carajás S11D, o impacto traduzido pela alteração na dinâmica hídrica superficial decorre da modificação das condições ambientais vigentes nas paisagens que serão interferidas. Significa que a remoção da vegetação já apresenta-se como um elemento de interferência no caminho atual da água.

A atividade de supressão da vegetação diminui, em termos de área, a cobertura vegetal 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.

A redução da interceptação vegetal ocorrerá nas diferentes fases do empreendimento sendo que nas etapas de implantação e operação ocasionará um impacto negativo. Já na fase de fechamento este impacto deverá ser revertido ao final das ações que levarão à estabilização dos terrenos.

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.

Durante a etapa de implantação, na qual se prevê a construção de toda a infraestrutura do empreendimento e decapeamento nas áreas das cavas, essa alteração ocorrerá de forma mais intensa, pelos aspectos de remoção da cobertura vegetal, geração de áreas de concentração de escoamento superficial pelo decapeamento, de compactação e impermeabilização de áreas pela terraplanagem e pelas obras civis.

Durante a operação, a alteração da dinâmica hidrológica decorrerá da geração de remoção da cobertura vegetal, geração de áreas lavradas e de geração de pilhas de estéril.

Na etapa de fechamento, o aspecto de geração de áreas reabilitadas decorrente das atividades de auto-sustentabilidade da infraestrutura do empreendimento também contribuirá para a alteração do coeficiente de escoamento.

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 talvegues da bacia hidrográfica.

O aspecto de remoção da cobertura vegetal da bacia durante as etapas de implantação e operação e a revegetação na etapa de fechamento do projeto alterará o tempo de concentração nas bacias hidrográficas nas quais ocorrerão intervenções dessa natureza.

A implantação de estruturas hidráulicas também altera o tempo de concentração, uma vez que altera a velocidade de escoamento nos cursos de água. Tais estruturas são representadas por diques para a contenção de sedimentos oriundos da área operacional da usina de beneficiamento e pilhas de estéril, conforme apresentado na caracterização do empreendimento.

É importante destacar que o impacto da alteração na dinâmica hídrica superficial potencializa a ocorrência da alteração na disponibilidade hídrica, que será avaliado individualmente adiante.

Nas etapas de implantação e operação do empreendimento, o impacto de alteração na dinâmica hídrica superficial foi classificado como real, negativo, permanente, direto, de curto prazo, irreversível, local, de média importância, média magnitude e, portanto, de *alta significância*.

Deve ser destacado que as drenagens expostas a possíveis alterações do escoamento superficial serão aquelas posicionadas imediatamente nas imediações das áreas de localização das estruturas que compõem o empreendimento, as que estão posicionadas na borda sul do Bloco D, vertentes para o igarapé Pacu, bem como aquelas posicionadas na base da encosta, no sítio da usina, que drenam para o igarapé Sossego. Drenagens de primeira ordem serão também interferidas pela pilha de estéril posicionada no quadrante sudoeste do Bloco D, estas afluentes ao rio Itacaiúnas.

O caminhamento do TCLD e a estrada a esta associada compõe mais um elemento de interferência junto às cabeceiras de afluentes que escoam em direção ao canal do igarapé Sossego, em sua margem esquerda.

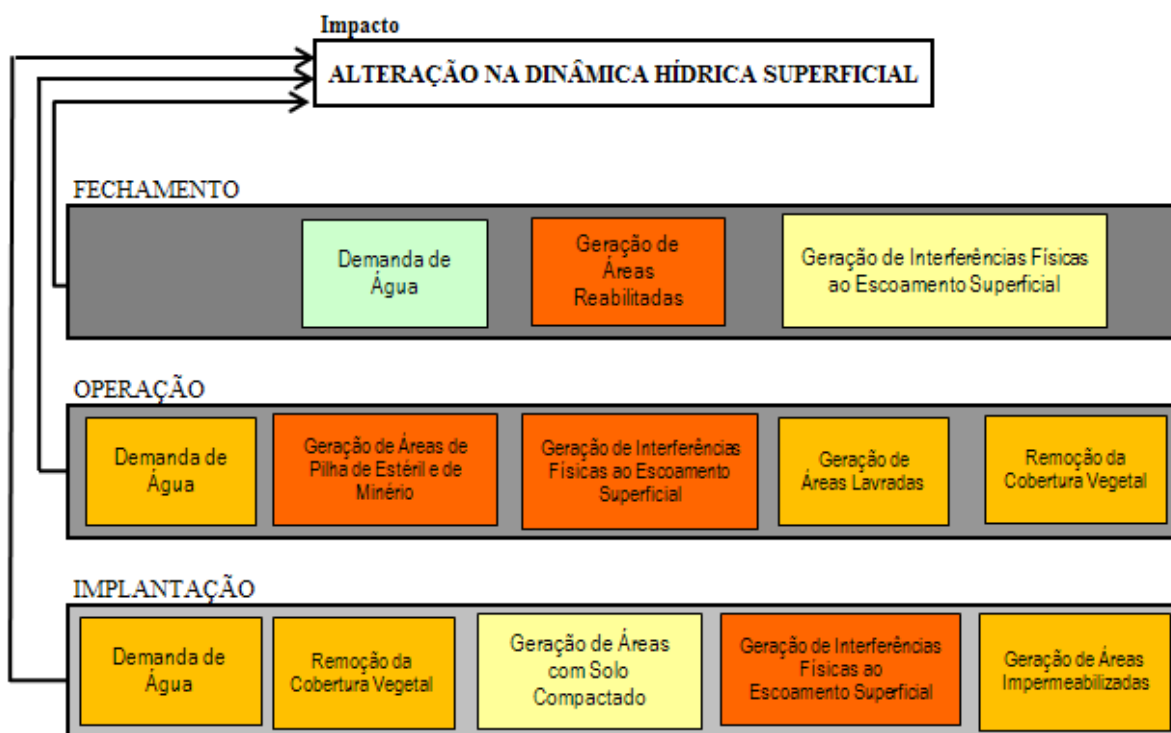
Cabe destacar que se trata de interferências que devem produzir modificações no fluxo de água que aporta a tais drenagens, já que, em alguns casos, serão preservadas as condições de escoamento a partir da instalação dos mecanismos adequados, tais como tubulações e bueiros.

Considerando a dimensão das bacias dos igarapés Pacu e Sossego, observa-se que a interferência em termos de dinâmica do escoamento superficial se limitará a um número muito reduzido de pequenos cursos de água, sem condições de transferências de tais efeitos aos referidos cursos principais. Neste sentido, trata-se, portanto, de uma interferência de dimensão local.

O impacto de alteração na dinâmica hídrica superficial na etapa de fechamento possuirá uma natureza positiva, considerando que o aspecto de geração de áreas reabilitadas irá modificar a dinâmica hidrológica com a reconformação e revegetação dos terrenos alterados. É real, permanente, direto, de curto prazo, irreversível, local, de média importância, média magnitude e, portanto, de *alta significância*.

Para mitigação e monitoramento do impacto da Alteração na Dinâmica Hídrica Superficial são propostas medidas e ações de gestão ambiental no *Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD*.

A **Figura 8.4.1.5** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração na dinâmica hídrica superficial para as diferentes etapas do projeto, bem como os aspectos que são os principais indutores de sua ocorrência.



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Positiva
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Média	Média	Média
Magnitude	Média	Média	Média
Significância	Alta	Alta	Alta

**FIGURA 8.4.1.5 – Fluxograma de Avaliação do Impacto de Alteração na Dinâmica Hídrica Superficial.**

#### **8.4.1.6 Alteração na Disponibilidade Hídrica Superficial e Subterrânea**

A única captação de água superficial prevista no empreendimento ocorrerá na etapa de implantação, a fio d'água no rio Sossego (60 m<sup>3</sup>/hora), a qual será empregada na umectação de vias. Na etapa de implantação, apesar da influência do empreendimento em termos do comportamento das águas superficiais, sabe-se que esta interferência não se converterá em impacto importante da alteração da disponibilidade hídrica, haja vista que serão mantidas as condições de vazão média de longo termo.

No entanto, ainda nessa etapa, como também na etapa de operação, será necessário captar água de quatro poços a serem perfurados na área de desenvolvimento das cavas com uma vazão total de captação de até 60 m<sup>3</sup>/h. A interferência de tal exploração na área cimeira, a partir de onde vertem pequenos drenos fluviais, poderá resultar em reduções ou comprometimento de pequenas drenagens localizadas no entorno do Bloco D. Esses efeitos referentes à retirada de água do aquífero encontram-se discutidos a seguir, ao longo da avaliação do impacto de alteração na disponibilidade hídrica.

Na zona de entorno da mina, de suas estruturas auxiliares e da planta de beneficiamento, os impactos relacionados à alteração na dinâmica e disponibilidade hídrica deverão se iniciar na etapa de implantação e permanecer durante a etapa de operação e fechamento do empreendimento.

Considerando-se, no primeiro caso, as atividades de perfuração por sondagens para amostragem do minério e cubagem da jazida, a interconexão de diversos horizontes aquíferos em profundidade pode representar uma alteração na dinâmica natural de fluxos subterrâneos. Visto que as crostas lateríticas apresentam uma importância diferenciada nos processos de infiltração dos aportes meteóricos e, conseqüentemente, no regime de fluxos de subsuperfície, poderão ocorrer alterações nos processos de circulação e contribuição para os aquíferos profundos, os quais são constituídos de modo heterogêneo, por tipos compactos, friáveis e pulverulentos em contato com as rochas máficas encaixantes. Além disso, os distintos modos de ocorrência, distribuição e aspectos composicionais das cangas (canga química, canga de minério e hematita laminada laterizada) denotam uma forte dependência das águas subterrâneas na sua formação.

Contudo, sabe-se que, em hidrogeologia, esses mesmos dispositivos de sondagens são essenciais para a avaliação do próprio cenário que se busca compreender. No caso específico do Corpo S11, em vista da presença de rochas básicas que entrecortam a zona mineralizada em ferro, na forma de diques com distintas características hidrodinâmicas, estudos geológicos de detalhe devem ser considerados como de fundamental importância para o entendimento do modelo hidrogeológico conceitual que será adotado como premissa para interpretações do comportamento de fluxos subterrâneos. O próprio reconhecimento geológico a partir da montagem do modelo de blocos cedido pela equipe de geologia e sondagens da Vale deverá ser encarado como uma importante ferramenta de análise.

Por outro lado, deverão ser empreendidos esforços no sentido de se precaver quanto ao local selecionado para assentamento das estruturas minerárias auxiliares, tendo em vista os efeitos esperados quanto a sua localização diante do cenário hidrogeológico em torno dessas áreas. Estudos hidrogeológicos sobre a disponibilidade hídrica subterrânea (Golder, 2006) no domínio das Flonas, especialmente nos cenários constituídos pelas formações ferríferas, identificaram a ocorrência de excelentes aquíferos, os quais funcionam como expressivas fontes mantenedoras e reguladoras das descargas de base locais e regionais. Dessa maneira, tais estruturas devem ser acomodadas de modo a permitir o menor impacto possível sobre os sistemas aquíferos, considerando-se para tanto, a existência de domínios de terreno cujas características vocacionais sirvam para direcionar o assentamento das mesmas.

Quanto às tarefas de supressão da cobertura vegetal e de canga, considerando-se o início das atividades de decapeamento para avanço dos procedimentos de lavra, estas potencializam alterações que acarretam na modificação das condições naturais de infiltração e de circulação das águas subterrâneas. Desse modo, deverão ocorrer reflexos irreversíveis sobre a dinâmica hídrica subterrânea durante a vida útil do empreendimento e, também, muito provavelmente, após sua desativação.

De modo geral, o Bloco D apresenta uma cobertura vegetal que se vincula apenas a nichos específicos de seu modelo de relevo, face ao predomínio de solos litólicos lateríticos.

Em decorrência da supressão das carapaças lateríticas que sustentam a superfície topográfica elevada no Bloco D, as lagoas de altitude ali existentes serão suprimidas irreversivelmente. O ambiente das lagoas e seu entorno, cujas lâminas d'água em princípio flutuam sobre os sistemas aquíferos profundos constituídos pelas formações ferríferas, deve cumprir um importante papel na distribuição e no armazenamento de uma parcela dos aportes pluviométricos incidentes na área e que mantêm os referidos volumes em equilíbrio dinâmico ao longo dos ciclos hidrológicos.

Considerando-se que a cobertura de canga projeta-se como atributo preponderante da paisagem e das características de relevo do Corpo S11, a supressão desses atributos para o avanço da área de lavra em profundidade deverá promover a criação de novos mecanismos de recarga no Bloco D, em face da eliminação da zona vadosa do aquífero num primeiro estágio. Isto acarretará em um contato mais rápido dos aportes meteóricos com a zona saturada do aquífero, o que, num segundo estágio, deverá ocasionar o aumento da oferta de água para o sistema, de maneira em geral. Contudo, as atividades de rebaixamento que serão colocadas em prática implicarão na superexploração do aquífero, a fim de que seja possível a drenagem das zonas mineralizadas em profundidade.

Assim, a necessidade de se impor um ritmo de retirada de água do aquífero a taxas que obrigatoriamente superem o aporte natural das recargas, vem acarretar no rompimento do equilíbrio hidráulico do sistema. Isto deverá provocar ao longo de toda a vida útil do empreendimento e após sua desativação, por um longo período, alterações nas condições de circulação da água subterrânea, envolvendo os seus atributos principais de carga hidráulica, gradiente hidráulico e velocidade de fluxos. Quanto à abrangência desses efeitos, presume-se que alcancem as faixas que bordejam o Bloco D, em sua área diretamente afetada, podendo se estender em locais de maior condutividade hidráulica, caracterizados pela ocorrência de zonas com maior incidência de estruturas planares, tais como falhas e fraturas.



O bombeamento da água subterrânea, como tarefa essencial ao rebaixamento do nível de água do aquífero, deverá provocar a supressão de pontos de nascentes de água nas cotas atuais, além da supressão das descargas naturais de alguns trechos de cursos d'água vizinhos ao Bloco D. Os volumes de desaguamento deverão aumentar ao longo do tempo, devido ao avanço das cavas em profundidade.

A existência de diques de rocha básica (estéril) implicará ainda, na ocorrência de zonas em que a depressão da superfície potenciométrica do aquífero deverá se materializar de modo mais acentuado, em vista da limitação da propagação dos fluxos subterrâneos no sentido dos mesmos, promovendo efeitos localizados de aumento da velocidade de fluxos e do gradiente hidráulico junto a essas barreiras hidráulicas.

Em relação ao posicionamento do Bloco D frente a sua situação hidráulica no contexto hidrográfico das bacias dos rios Parauapebas e Itacaiúnas, verifica-se que os procedimentos de bombeamento deverão causar efeitos de rebaixamento do nível de água em ambas as bacias, considerando-se, no entanto, que na primeira estes ocorrerão de modo mais acentuado.

Para efeito de estimativa quantitativa desses efeitos, considera-se que o cenário mais crítico deles decorrentes seja aquele mais próximo do final da etapa de operação, quando as cavas estarão à sua maior profundidade e os poços de rebaixamento operando à vazão plena de rebaixamento, estimada em 1000 m<sup>3</sup>/h, ao longo de todo o ano.

Utilizando-se a metodologia desenvolvida para estimativa das disponibilidades hídricas na AID, apresentada no capítulo referente ao diagnóstico de recursos hídricos, e tomando-se como referência a confluência dos igarapés Pacu e Sossego, ponto fluvial imediatamente a jusante da área a ser interferida pelo empreendimento, o cenário atual de disponibilidades hídricas nesse ponto é o seguinte:

- Deflúvio igarapé Sossego (cenário atual): =  $P - ETP = 1800 \text{ mm} - 1255 \text{ mm} = 545 \text{ mm}$ ;
- $Q_{MLT}$ , igarapé Sossego (cenário atual) =  
 $D \times A = 545 \text{ mm} \times 131 \text{ km}^2 = 2,27 \text{ m}^3/\text{s} = 8172 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- $Q_{95}$ , igarapé Sossego (cenário atual) = 40,53% de  $2,27 \text{ m}^3/\text{s} = 3312 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- Deflúvio igarapé Pacu (cenário atual) =  $P - ETP = 1787 \text{ mm} - 1255 \text{ mm} = 532 \text{ mm}$ ;
- $Q_{MLT}$ , igarapé Pacu (cenário atual) =  $D \times A = 532 \text{ mm} \times 162 \text{ km}^2 = 2,70 \text{ m}^3/\text{s} = 9720 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- $Q_{95}$ , igarapé Pacu (cenário atual) = 1,11% de  $2,70 \text{ m}^3/\text{s} = 108 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- $Q_{MLT}$ , confluência =  $8172 \text{ m}^3/\text{h} + 9720 \text{ m}^3/\text{h} = 17.892 \text{ m}^3/\text{h}$ , ou  $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- $Q_{95}$ , confluência (cenário atual) =  $3312 \text{ m}^3/\text{h} + 108 \text{ m}^3/\text{h} = 3420 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Admitindo-se, para efeito de comparação, que ocorra num cenário futuro, além da captação para os usos atuais, estimada em 25,8 m<sup>3</sup>/h, as seguintes condições: (i) captação máxima de 22 m<sup>3</sup>/h na bacia do igarapé Sossego para abastecer ao empreendimento, (ii) a exploração de uma vazão máxima de 1000 m<sup>3</sup>/h para efeito de rebaixamento na formação ferrífera, cuja ocorrência nas bacias dos igarapés Sossego e Pacu é de 95% e 5%, respectivamente, e (iii) a vazão de rebaixamento não seja restituída a esses cursos de água, têm-se a seguinte redução de vazões na confluência dos igarapés e Pacu, resultante da proposta de uso da empresa sobre os recursos hídricos superficiais:

- $Q_{MLT}$ , igarapé Sossego (cenário futuro) =  $(8172 - 950 - 22) \text{ m}^3/\text{h} = 7200 \text{ m}^3/\text{h}$ , ou seja, redução de 12%;
- $Q_{95}$ , igarapé Sossego (cenário futuro) =  $(3312 - 950 - 22) \text{ m}^3/\text{h} = 2340 \text{ m}^3/\text{h}$ , ou seja, redução de 29%;
- $Q_{MLT}$ , igarapé Pacu (cenário futuro) =  $(9720 - 50 - 25,8) \text{ m}^3/\text{h} = 9644 \text{ m}^3/\text{h}$ , ou seja, redução de 0,8%;
- $Q_{95}$ , igarapé Pacu (cenário futuro) =  $(108 - 50 - 25,8) \text{ m}^3/\text{h} = 32,2 \text{ m}^3/\text{h}$ , ou seja, redução de 70%;
- $Q_{MLT}$ , confluência ig. Pacu e Sossego (cenário futuro) =  $(17.892 - 1000 - 22 - 25,8) \text{ m}^3/\text{h} = 16.844 \text{ m}^3/\text{h}$ , ou seja, redução de 6%;
- $Q_{95}$ , confluência ig. Pacu e Sossego (cenário futuro) =  $(3420 - 1000 - 22 - 25,8) \text{ m}^3/\text{h} = 2372 \text{ m}^3/\text{h}$ , ou seja, redução de 31%.

Somando-se estes valores obtidos, observa-se que na confluência dos igarapés Pacu e Sossego a redução na vazão média de longo termo seria da ordem de 6%. Há que se ressaltar que esse é um cenário improvável e não perceptível naquele local, haja vista que: (i) não ocorrerá a supressão da vazão de rebaixamento (1000 m<sup>3</sup>/h) das bacias em análise, uma vez que as vazões exploradas serão direcionadas aos cursos de água no entorno das cavas, e (ii) diferenças de até 10% nos quantis de vazão obtidos em estudos hidrológicos são plenamente factíveis, em razão das incertezas inerentes aos processos de medição das variáveis hidrológicas (precipitação e vazão) usualmente empregados, como também daquelas decorrentes de transferência de informações mediante metodologias de regionalização. Dessa forma, não se pode afirmar, em princípio, que essa redução prognosticada seria percebida ou medida no rio Sossego.

Como forma de monitorar e aferir esse prognóstico, foram propostas medidas e ações nos programas que compõem o *Plano de Gestão dos Recursos Hídricos Superficiais*.

A alteração da dinâmica aquífera poderá ocorrer ainda, devido às consequências de alteração nas taxas de recarga dos aquíferos, em função das atividades de lavra e, no caso das estruturas auxiliares e da usina de beneficiamento, pelos processos de impermeabilização da superfície.

As respectivas ações devem inibir as taxas de infiltração que ocorrem de maneira natural por meio da drenança vertical das águas meteóricas em seu percurso entre a zona não-saturada e a zona saturada dos aquíferos freáticos. Assim, devem diminuir a recarga dos aquíferos subjacentes, que, de modo heterogêneo, são constituídos tanto por zonas de fissuras interconectadas da formação ferrífera, como por faixas porosas e pulverulentas.

Considerando-se o posicionamento do Bloco D como zona de recarga dos aquíferos, as ações de acompanhamento e verificação dos referidos impactos deverão ser consideradas no *Programa de Monitoramento Hidráulico para Acompanhamento e Verificação das Alterações na Dinâmica Aquífera*, sob a ótica de seus reflexos nas cabeceiras de drenagem do rio Sossego.

Os efeitos potenciais de alteração na oferta hídrica subterrânea devem ocorrer desde a fase de implantação e de operação do empreendimento, em distintas intensidades, no tempo e no espaço, embora as alterações decorrentes dos processos intervenientes relacionados à supressão da vegetação e da cobertura de canga venham implicar no potencial de alteração da oferta hídrica subterrânea, antes do início do bombeamento.

Deve-se atentar ainda, para o fato de que o desconhecimento acerca das condições de circulação hídrica entre as coberturas de canga, onde se situam as lagoas do Corpo S11 e os aquíferos subjacentes da formação ferrífera, constitui uma tarefa a ser considerada junto ao *Programa de Monitoramento Hidráulico para Acompanhamento e Verificação das Alterações na Dinâmica Aquífera*, considerando-se a necessidade de se compor uma rede específica de monitoramento e de controle hidrológico direcionada ao atendimento de tais demandas.

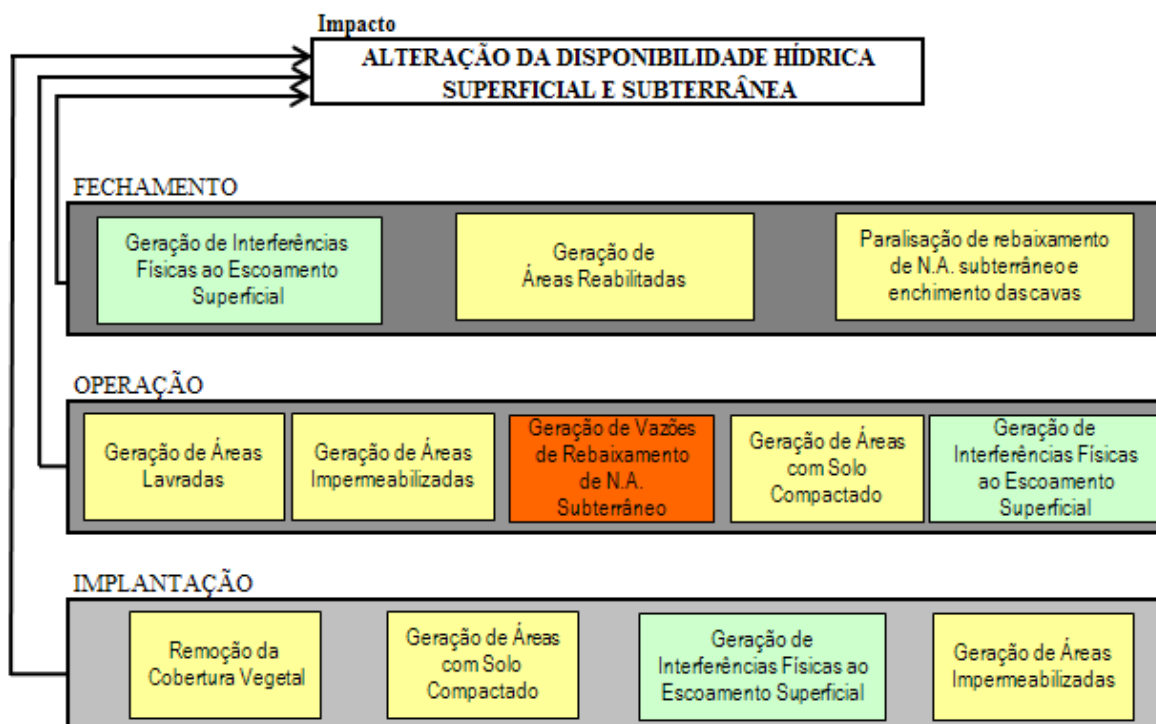
Além do *Programa de Monitoramento Hidráulico*, para mitigação e monitoramento do impacto da Alteração na Disponibilidade Hídrica são propostas medidas e ações de gestão ambiental nos programas que compõem o *Plano de Gestão dos Recursos Hídricos Superficiais*.

Na etapa de implantação do empreendimento, o impacto de alteração da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea foi classificado como real, negativo, temporário, direto, de curto prazo, reversível, local, de baixa importância, baixa magnitude e, portanto, de *baixa significância*.

Na etapa de operação do empreendimento, o impacto de alteração da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea foi classificado como real, negativo, temporário, direto, de médio a longo prazo, reversível, local, de alta importância, média magnitude e, portanto, de *Alta significância*.

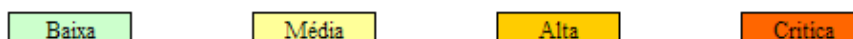
Na etapa de fechamento do empreendimento, o impacto de alteração da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea foi classificado como real, positivo, permanente, direto, de médio a longo prazo, irreversível, local, de alta importância, média magnitude e, portanto, de *Alta significância*.

A avaliação do impacto ambiental resultante da alteração na disponibilidade hídrica e seus aspectos associados são apresentados na **Figura 8.4.1.6**.



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Positiva
Duração	Temporária	Temporária	Permanente
Incidência	Direta	Direta	Direta
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Médio a Longo Prazo	Médio a Longo Prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Irreversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Baixa	Alta	Alta
Magnitude	Baixa	Média	Média
Significância	Baixa	Alta	Alta

**FIGURA 8.4.1.6 - Fluxograma de Avaliação do Impacto de Alteração da Disponibilidade Hídrica.**

#### 8.4.1.7 Alteração e Supressão da Morfologia Fluvial

O impacto representado pela alteração e supressão da morfologia fluvial ocorrerá na etapa de implantação, em decorrência do desenvolvimento de toda a terraplanagem necessária à instalação das estruturas da mineração, e na etapa de operação, pelo desenvolvimento das cavas e formação das pilhas de estéril.

Neste sentido, o impacto sobre a morfologia fluvial é representada ora pela eliminação de segmentos parciais de algumas drenagens, especificamente aquelas de natureza temporária, posicionadas nas porções mais cimeiras e sobre o próprio Bloco D, bem como a canalização de outras como aquelas localizadas sobre o domínio de desenvolvimento das pilhas de estéril e de forma mais significativa, no conjunto de canais fluviais localizados na área prevista para a instalação da usina de beneficiamento e demais estruturas como alojamentos, administração oficinas, entre outros.

É importante salientar que a alteração da morfologia fluvial poderá também ser alterada fora dos domínios da ADA, caso haja escape de sedimentos para drenagens localizadas à jusante dos domínios operacionais, acarretando a deposição de sedimentos nos leitos e, conseqüentemente produzindo alteração na forma dos mesmos.

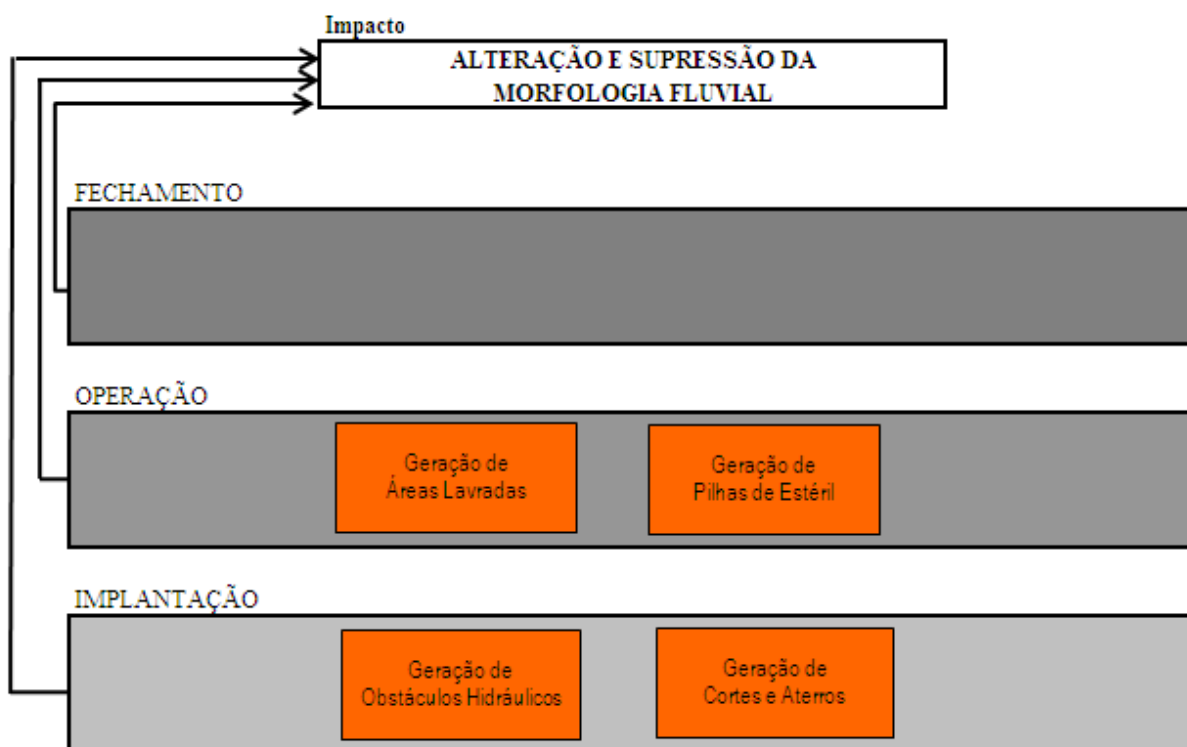
Considerando os procedimentos construtivos previstos para o empreendimento, bem como o arranjo do Plano Diretor do mesmo, pode-se concluir que a instalação de diques para a contenção de sedimentos das áreas diretamente afetadas pelo empreendimento reduzirá de forma muito significativa a possibilidade de aporte de sedimentos fora dos domínios operacionais. Neste caso, a alteração da morfologia fluvial seria discreta, considerando-se os seus reflexos na dinâmica do escoamento fluvial.

Já no Bloco D, onde se pretende o desenvolvimento das cavas, todos os canais fluviais, em sua maioria temporários, serão suprimidos. Conforme citado anteriormente, a alteração na morfologia se dará, concretamente, ao longo das pilhas de estéril, na área da usina e estruturas associadas e ao longo dos locais de estabelecimento dos leitos de acessos como aquele que acompanha o alinhamento do TCLD.

Considerando a alta importância da dinâmica fluvial no contexto ecológico em que será inserido o Projeto Ferro Carajás S11D, a alteração e supressão da morfologia fluvial foram consideradas como de alta magnitude e importância, resultando em um impacto negativo de alta significância. Será um impacto de abrangência local, irreversível, real, permanente, de incidência direta e de curto prazo de ocorrência.

Para monitoramento do impacto da Alteração na Dinâmica Hídrica Superficial são propostas medidas e ações de gestão ambiental no *Programa de Monitoramento da Modificação da Morfologia Fluvial, do Regime de Produção de Sedimentos e do Assoreamento dos cursos de Água* e no *Plano de Gestão de Sedimentos*.

A **Figura 8.4.1.7** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração na morfologia fluvial.



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



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	-
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	-
Abrangência	Local	Local	-
Importância	Alta	Alta	-
Magnitude	Alta	Alta	-
Significância	Alta	Alta	-

**FIGURA 8.4.1.7 - Fluxograma de Avaliação do Impacto de Alteração na Morfologia Fluvial.**

#### 8.4.1.8 Alteração da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas

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

Tanto na etapa de implantação quanto na operação está previsto o funcionamento de sistema de controle ambiental intrínseco. 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 a 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 a destinação final.

O impacto de alteração da qualidade das águas, durante a etapa de implantação, pode ser avaliado como sendo: real, negativo, temporário, direto, curto prazo, reversível, local, de média importância e de baixa magnitude. Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto de alteração da qualidade das águas foi definido como sendo de *baixa significância*.

Dentre as atividades apontadas na etapa de operação do Projeto Ferro Carajás S11D, destacam-se aquelas de lavra, beneficiamento, transporte de minério e estéril, estocagem e a operação das estruturas de apoio, como as oficinas de manutenção, postos de combustíveis, sanitários, restaurantes, alojamento e canteiros de obras. Essas atividades se correlacionam aos aspectos ambientais de geração de sedimentos, geração de efluente líquido, geração de efluentes oleosos e geração de resíduos sólidos, que contribuem para a alteração da qualidade das águas.

O impacto de alteração da qualidade das águas, durante a etapa de operação foi avaliado como sendo: real, negativo, temporário, direto, curto prazo, reversível, local, de média importância e de baixa magnitude. Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto de alteração da qualidade das águas foi definido como sendo de *baixa significância*.

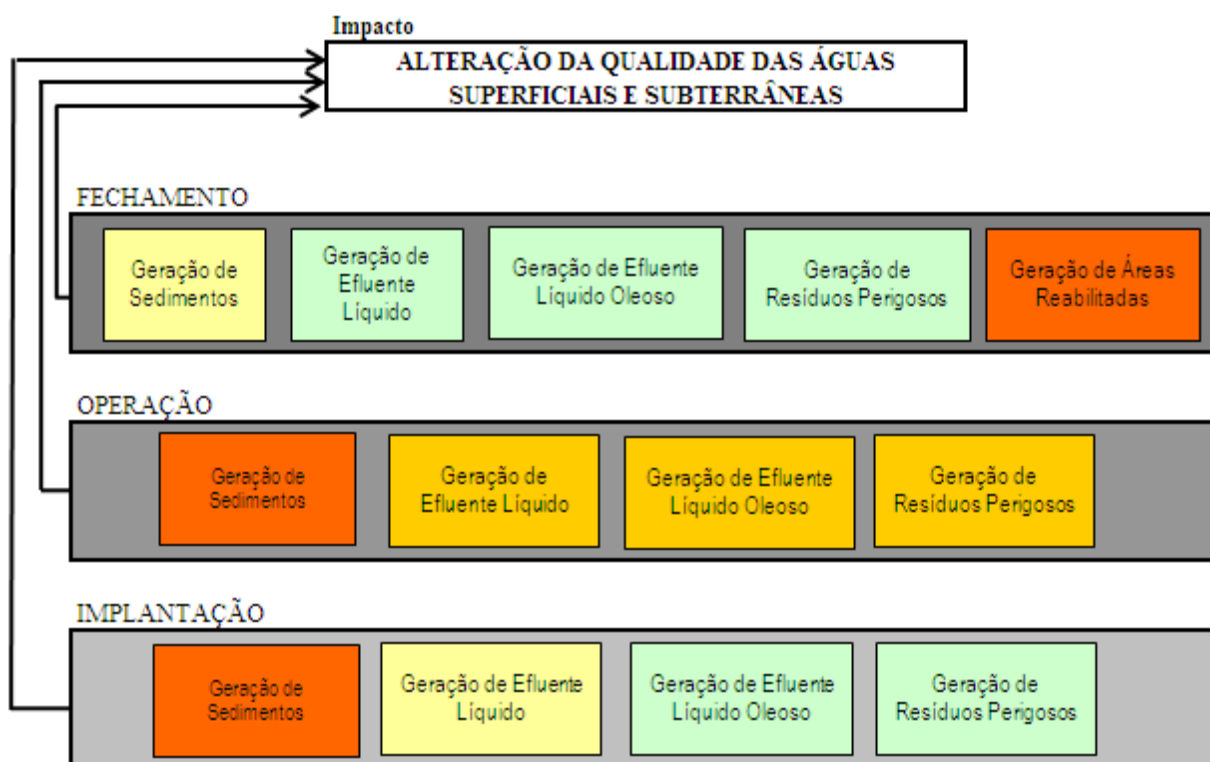
Para a etapa de fechamento, destacam-se as atividades de desmobilização das estruturas de beneficiamento e de recuperação ambiental da área, cujo aspecto relacionado é a geração de áreas reabilitadas.

Desta forma, o impacto de alteração da qualidade das águas, durante a etapa de fechamento, pode ser avaliado como sendo de ocorrência real, natureza positiva, temporário, incidência direta, curto prazo, reversível, local, de média importância e de baixa magnitude. Tomando-se como base os critérios de reversibilidade, abrangência, importância e magnitude, o impacto de alteração da qualidade das águas foi definido como sendo de *média significância*.

Para o impacto relacionado à alteração da qualidade das águas são propostas ações de acompanhamento e verificação por meio do estabelecimento das ações do *Programas de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos*, dos *Programas de Monitoramento da Qualidade das Águas dos Corpos Receptores e das Águas Subterrâneas*, do *Programa de Monitoramento da Modificação da Morfologia Fluvial*, do *Regime de Produção de Sedimentos e do Assoreamento dos cursos de Água* e do *Plano de Gerenciamento de Resíduos*.

A **Figura 8.4.1.8** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração na qualidade das águas superficiais e subterrâneas.





**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



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

**FIGURA 8.4.1.8 – Fluxograma de Avaliação do Impacto Ambiental de Alteração na Qualidade das Águas Superficiais.**

#### 8.4.1.9 Supressão Potencial de 106 Cavernas Naturais Subterrâneas

Para a avaliação dos impactos espeleológicos foi utilizada a população de cavernas já registrada no Bloco D, ou seja, 174 cavernas.

O Decreto Federal N. 6.640, de 07/11/08, prevê, em seu artigo 4, a possibilidade de impactos irreversíveis em cavernas naturais subterrâneas: “A cavidade natural subterrânea classificada com grau de relevância alto, médio ou baixo poderá ser objeto de impactos negativos irreversíveis, mediante licenciamento ambiental”. No entanto, a metodologia para a classificação do grau de relevância (Instrução Normativa N.2, de 21/08/09, do Ministério do Meio Ambiente) ainda não foi concluída nas cavernas de S11D. Diante disso, não é possível avaliar, neste momento, o grau de relevância dessas cavernas, assim como o encaminhamento final da questão espeleológica.

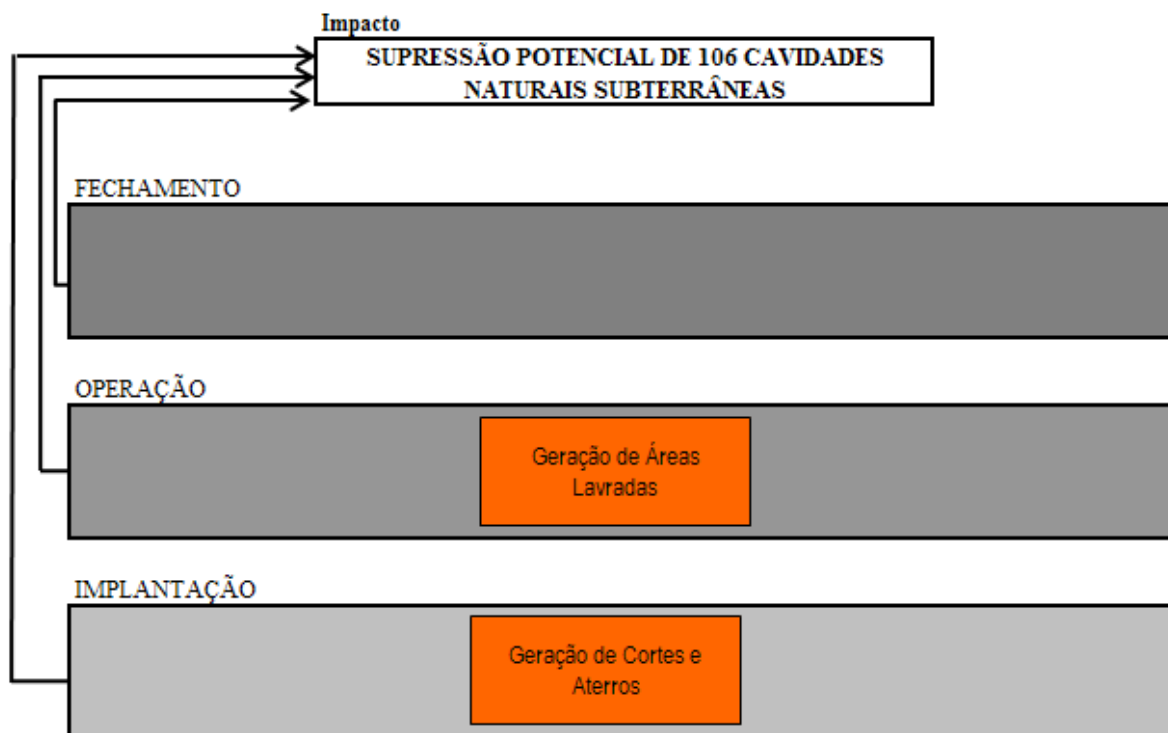
A análise de relevância das cavernas poderá ocasionar uma relocação de estruturas do Plano Diretor, além de direcionar a questão espeleológica da área, estabelecendo a conservação de cavernas (se houver cavernas com relevância máxima), além de medidas compensatórias (caso ocorram cavernas de média e alta relevância). Para a conclusão dos estudos espeleológicos serão necessários trabalhos complementares, que se encontram detalhados no Plano de Trabalho – Espeleologia apresentado no **Anexo III- H**.

Diante do exposto, salienta-se que a avaliação dos impactos do empreendimento sobre as cavernas tem caráter preliminar.

Durante as fases de implantação e operação do empreendimento poderão ser atingidas, de forma direta, 106 cavernas (S11D-01, S11D-02, S11D-03, S11D-04, S11D-05, S11D-06, S11D-07, S11D-08, S11D-09, S11D-10, S11D-11, S11D-13, S11D-14, S11D-17, S11D-18, S11D-19, S11D-24, S11D-25, S11D-27, S11D-28, S11D-29, S11D-30, S11D-31, S11D-32, S11D-33, S11D-34, S11D-35, S11D-36, S11D-38, S11D-40, S11D-41, S11D-47, S11D-48, S11D-49, S11D-50, S11D-51, S11D-52, S11D-53, S11D-54, S11D-55, S11D-56, S11D-57, S11D-58, S11D-60, S11D-61, S11D-62, S11D-63, S11D-64, S11D-66, S11D-67, S11D-68, S11D-69, S11D-70, S11D-71, S11D-72, S11D-73, S11D-74, S11D-75, S11D-76, S11D-77, S11D-78, S11D-79, S11D-80, S11D-81, S11D-82, S11D-83, S11D-84, S11D-85, S11D-86, S11D-87, S11D-88, S11D-89, S11D-90, S11D-91, S11D-92, S11D-93, S11D-94, S11D-95, S11D-96, S11D-97, CAV0006, CAV0007, CAV0009, CAV0010, CAV0011, CAV0012, CAV0013, CAV0015, CAV0016, CAV0019, CAV0020, CAV0021, CAV0023, CAV0024, CAV0025, CAV0028, CAV0029, CAV0032, CAV0036, CAV0037, CAV0038, CAV0039, CAV0040, CAV0041, S11-22, S11-31). Essas cavernas podem ser visualizadas na **Figura 5.4.1.5 no Anexo V-B**. Essas alterações consistirão na degradação de morfologias subterrâneas, estruturas geológicas, feições hidrológicas, sedimentos clásticos e químicos, além da fauna cavernícola.

O impacto potencial nessas 106 cavernas foi avaliado como real, de natureza negativa, de duração permanente, incidência direta, de médio a longo prazo, de ocorrência irreversível, pontual, de alta importância, de alta magnitude e, portanto, de *alta significância*.

A **Figura 8.4.1.9** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de Supressão Potencial de 106 Cavernas Naturais Subterrâneas.



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:

Baixa
Média
Alta
Crítica

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	Médio a Longo	Médio a Longo	-
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	-
Abrangência	Pontual	Pontual	-
Importância	Alta	Alta	-
Magnitude	Alta	Alta	-
Significância	Alta	Alta	-

**FIGURA 8.4.1.9 – Fluxograma de avaliação do impacto ambiental de “Supressão potencial de 106 Cavidades Naturais Subterrâneas”.**

#### 8.4.1.10 Interferência no Perímetro de 250 m de 41 Cavernas

A avaliação do impacto potencial sobre a área de entorno num raio de 250 m é aproximado, já que ainda não há a topografia de detalhe de todas as cavernas. Isso impede a projeção planimétrica das cavernas e a elaboração dos polígonos de entorno de forma mais precisa.

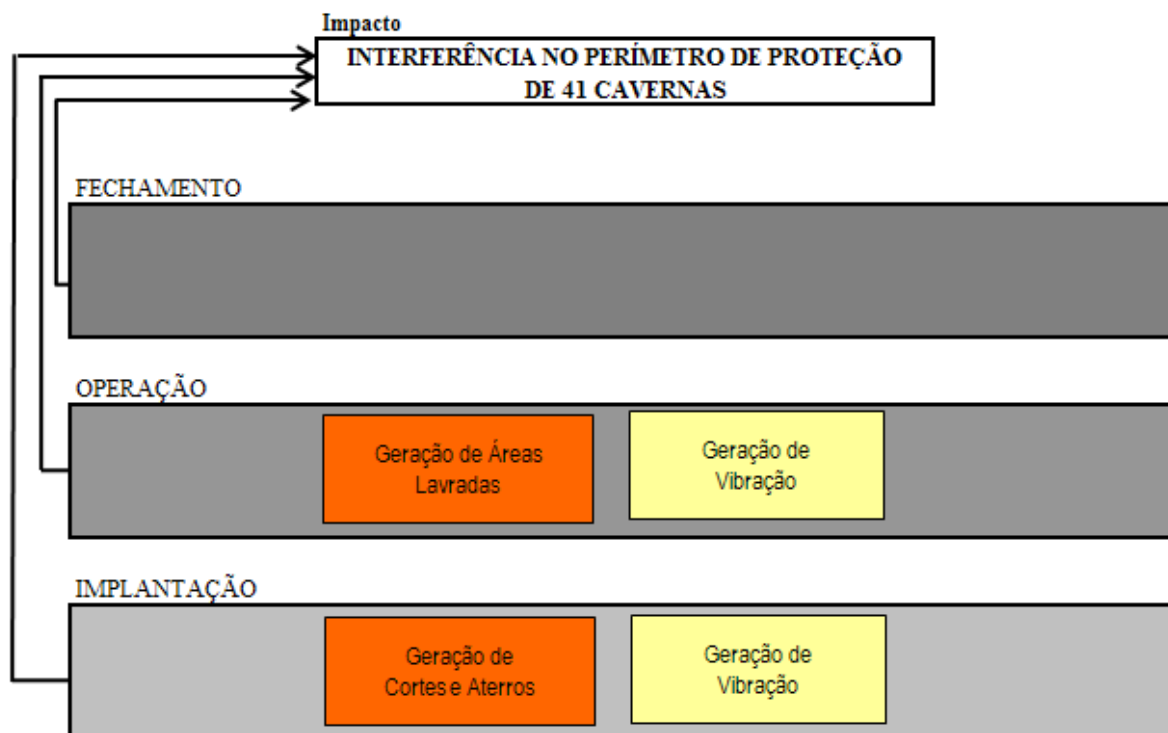
A legislação vigente, Portaria IBAMA 887 de 15 de julho de 1990 e Resolução CONAMA 347, de 10 de setembro de 2004, discorrem sobre o entorno de conservação de cavidades naturais. Ambas possuem enfoque semelhante, sendo que a Resolução CONAMA, mais recente, ao se referir ao licenciamento ambiental em 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, em forma de poligonal convexa.”

Durante a fase de implantação e operação do empreendimento, os perímetros de 250 m de 41 cavernas (S11D-12, S11D-15, S11D-16, S11D-20, S11D-21, S11D-22, S11D-23, S11D-26, S11D-37, S11D-3, S11D-42, S11D-43, S11D-45, S11D-46, S11D-59, S11D-65, S11D-98, S11D-99, S11D-100, CAV0001, CAV0002, CAV0003, CAV0004, CAV0005, CAV0008, CAV0014, CAV0017, CAV0018, CAV0022, CAV0026, CAV0027, CAV0030, CAV0031, CAV0033, CAV0034, CAV0035, S11-02, S11-08, S11-23, S11-24, S11-25) poderão sofrer interferências diante das estruturas planejadas do Plano Diretor.

Essas áreas de interferências poderão sofrer impactos decorrentes dos seguintes aspectos: exploração da mina e uso de explosivos para desmonte, assim como implantação de pilha de estéril e de outras estruturas. Essas interferências poderão gerar diversos impactos: alteração da morfologia das vertentes (degradação do contexto paisagístico); alteração do escoamento superficial com possibilidade de geração de sedimentos e assoreamento da cavidade e seu entorno; além de possíveis abatimentos (movimentos de massa) total ou parcial do teto e paredes das cavidades decorrentes de vibrações. Uma vibração menor poderá ainda ocasionar rachaduras ou abatimentos de espeleotemas.

O impacto nas áreas de proteção delimitadas pelos perímetros num raio de 250 m dessas cavidades, nas fases de implantação e operação, foi avaliado como real, de natureza negativa, de duração permanente, incidência direta, de médio a longo prazo de ocorrência, irreversível, pontual, alta importância, de alta magnitude e, portanto, de *alta significância*.

A **Figura 8.4.1.10** apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de Interferência no Perímetro de Proteção de 41 Cavernas.



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



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	Médio a Longo	Médio a Longo	-
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	-
Abrangência	Pontual	Pontual	-
Importância	Alta	Alta	-
Magnitude	Alta	Alta	-
Significância	Alta	Alta	-

**FIGURA 8.4.1.10 - Fluxograma de avaliação de impacto ambiental “Interferência no Perímetro de Proteção de 41 cavernas”.**

### 8.4.2 Meio Biótico

Considerando que o empreendimento ocupará uma área de 2.721,60 hectares (**Tabela 8.4.2.1**), o impacto principal sobre o meio biótico será decorrente da supressão de extensa amostra da comunidade vegetal nativa nas fases de Instalação e Operação do empreendimento. Mais de 90% desta área a ser ocupada é coberta por ambiente nativo, sendo 1.377,40 ha de florestas ombrófilas, 1.061,90 ha de formações savânico estépicas e o restante dividido entre lagos e florestas decíduais. Apesar de não representar a maior extensão, a supressão da vegetação sobre canga se destaca, por ser um ambiente de distribuição restrita e com características de flora e fauna peculiares, existente sobre a área destinada a cava.

**TABELA 8.4.2.1**

**QUANTITATIVOS DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA PELO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D**

Tipologia/uso do Solo	Área Total (ha)	Externa à FLONA	Interna à FLONA	Porcentagem
Florestas Ombrófilas	1377,40	34,90	1342,50	50,6%
Savanas Estépicas	1.061,90		1061,90	39%
Florestas Estacionais Decíduais	129,30		129,30	4,8%
Ambientes Lacustres	22,90		22,90	0,8%
Pastagens	130,10	126,90	3,20	4,8%
Total	2.721,60	161,80	2559,80	100%

Inseridas na categoria de Savanas Estépicas estão ambientes úmidos que ocorrem pontualmente em meio às áreas mais drenadas, possuindo gradientes que variam desde poças temporárias a brejos permanentes. A particularidade da comunidade biológica de cada local ocupado por um ambiente úmido realça o impacto sobre esses pontos.

Ambientes florestais também serão suprimidos, mas por se inserir na borda de uma área coberta por extensa floresta preservada (representada pela Flona Carajás e outras UC's associadas que formam o Mosaico das Unidades de Conservação da Província Mineral de Carajás), o impacto é diluído na comunidade florestal, sendo assim considerado como de pequena magnitude no contexto da grande área preservada em seu entorno. Contudo, para as comunidades biológicas que ocupam este espaço e seu entorno, o impacto será de alta importância.

Externamente à Flona, local em que será instalada parte das estruturas do empreendimento, as florestas encontram-se alteradas, isoladas em meio à matriz de pastagens. (juquirá). Apesar disto, possuem o potencial de desenvolvimento por meio da presença de diversos indivíduos jovens de espécies clímax e, mesmo no estágio em que se encontram, representam importantes fontes de recursos para diversas espécies da fauna.

A retirada da cobertura vegetal nativa é um aspecto inerente à atividade de mineração e, desta forma, alguns de seus impactos diretos sobre a flora e a fauna não poderão ser mitigados, cabendo medidas compensatórias.

Ao final da etapa de operação haverá uma extensão de 2.721,60 hectares (**Tabela 8.4.2.1**) desprovida de cobertura vegetal, representando uma clareira, na qual os processos ecológicos são pouco representativos frente à atual situação ambiental de inserção em uma grande área preservada. Cabe ressaltar, que esta retirada da cobertura vegetal ocorrerá nas fases de instalação, para a implantação das estruturas e de operação, para exploração do minério. Assim, ela ocorrerá gradativamente, na medida em que a frente de lavra for avançando, concentrando-se na etapa de operação.

Considerando que anteriormente à fase de fechamento, o empreendimento estará em operação, tem-se como referência a análise dos impactos dessa fase, a situação ambiental existente com a mina em funcionamento, e não o ambiente atualmente existente, composto por expressivas paisagens naturais. Assim, qualquer alteração que implique na desmobilização e reabilitação da área a ser ocupada pelo empreendimento será analisada diante do cenário de total ausência da cobertura vegetal existente na ADA durante a fase de operação, mas sempre tendo como meta a possibilidade de reproduzir aspectos semelhantes às características do ambiente original.

A seguir são descritos os impactos ambientais sobre o meio biótico que ocorrerão em razão do empreendimento em questão.

#### **8.4.2.1 Fragmentação e Efeito de Borda**

Conceitualmente, a retirada de parte da cobertura vegetal pode fragmentar uma área original e expor os organismos dos fragmentos recém-formados a condições diferenciadas, anteriormente inexistentes, que são denominadas de efeitos de borda.

Considerando a implantação e operação do Projeto Ferro Carajás S11D, observa-se a possibilidade de constituição de um arranjo de fragmentação que será configurado na porção centro-sul da área de influência direta. Nessa porção, a presença da correia transportadora, a implantação da fábrica de explosivo e paiol, da estrada de ligação da usina até a área de lavra, e a formação das pilhas de estéril 1 e 2 e sua operação compõem um arranjo de significativo potencial de fragmentação nesta porção da Flona de Carajás. A região localizada a sul da pilha de estéril 1 e a sudeste da pilha de estéril 2, onde ocorre uma serra coberta por florestas nas encostas e um pequeno platô de canga coberto por savana estépica, será isolada do restante da Flona devido a supressão por estas intervenções e efeitos de borda futuros. No entanto, esta área tem conectividade potencial à Flona a sudeste, em razão da proximidade entre os vértices da mesma e por meio de um fragmento florestal, a sul.

Esta fragmentação será potencializada pela presença de áreas desmatadas resultantes da presença dos posseiros estabelecidos no interior da citada unidade de conservação. A implantação das estruturas do empreendimento em áreas naturais favorecerá ainda a ampliação de “bordas”, assim entendidas como sendo as interações resultantes entre dois ambientes adjacentes e com estruturas totalmente diferentes. Do ponto de vista conservacionista, este é um fato de grande relevância, já que a fragmentação florestal pode impedir que abelhas, um dos principais agentes polinizadores, desloquem entre fragmentos, às vezes apenas poucas dezenas de metros de distância, dependendo do porte das abelhas. Este seria mais um fator a limitar o fluxo gênico entre populações de fragmentos diversos e a contribuir para uma redução de sua variabilidade genética.

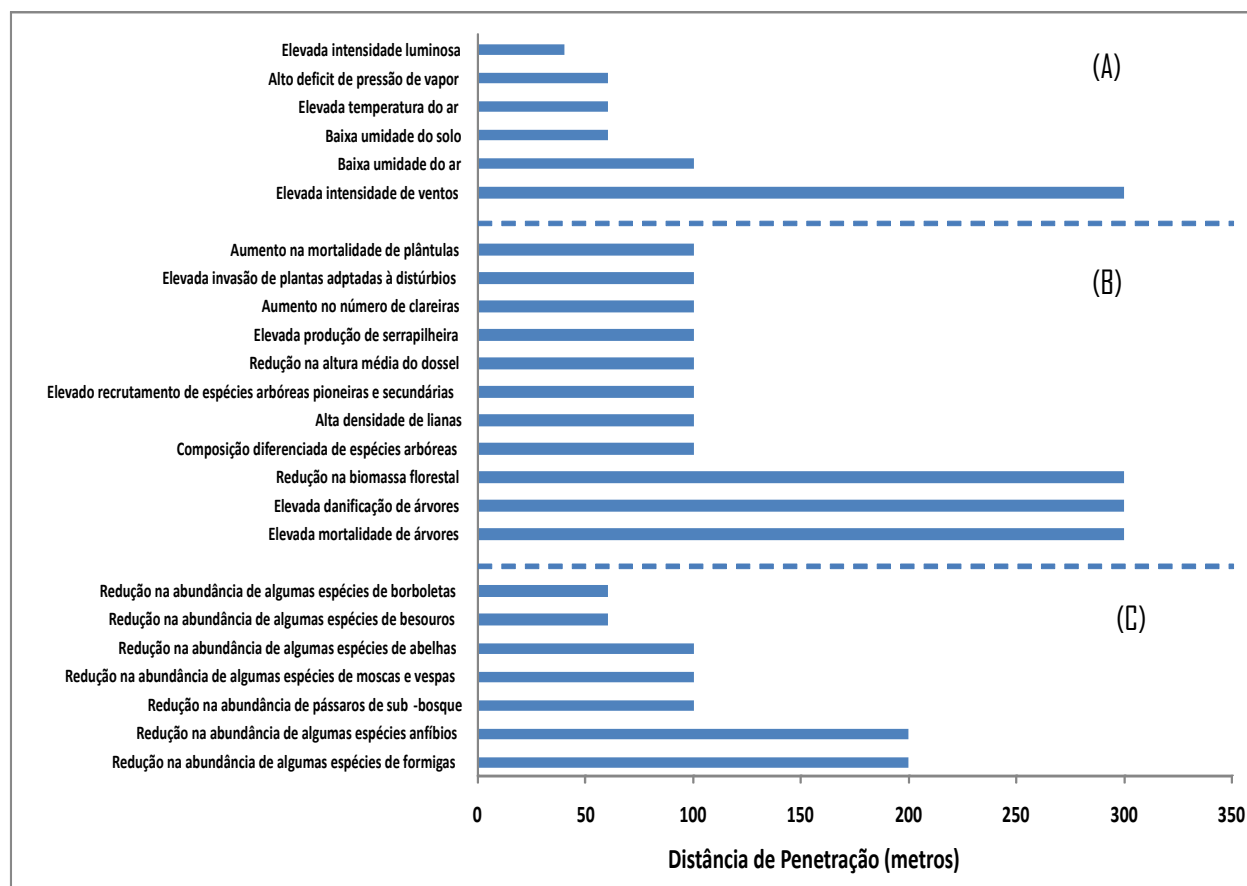
Mudanças nas condições climáticas (temperatura, umidade, outras) nas bordas da floresta (efeito de borda) acarretará em mudanças na abundância e distribuição das espécies próximo às bordas sendo determinadas pela tolerância fisiológica das espécies. Além disso, serão observadas mudanças nas interações das espécies, tais como predação, competição, polinização e dispersão de sementes. Ainda, nestas bordas e dependendo do nível de fiscalização, as intervenções humanas serão potencializadas pela maior facilidade de acesso, possibilitando o aumento de desmates para retirada de madeira, caça e ocorrência de incêndios florestais.

Os efeitos de borda são altamente prejudiciais para a biota remanescente dentro dos fragmentos florestais. A influência das bordas vem sendo quantificada pela distância (geralmente em metros) que estas alterações penetram no gradiente borda-interior dos habitats fragmentados. Esta influência termina quando não há diferenças estatísticas entre borda e interior para uma determinada variável. Os efeitos de borda podem ser mais deletérios para fragmentos de floresta densa e úmida, como na Amazônia, na qual se localiza o empreendimento. O microclima úmido e escuro destas florestas contrasta fortemente com as condições secas e de alta luminosidade das matrizes circunvizinhas (Harper *et al.*, 2005).

Os efeitos de borda abióticos podem ser considerados como as causas primárias nas mudanças bióticas advindas com a formação das bordas florestais. A diferença do microclima entre os dois lados da borda florestal cria gradientes de temperatura, umidade e luminosidade perpendicular à borda. A temperatura e umidade do ar, déficit de pressão de vapor, umidade do solo e intensidade luminosa pode ser detectado a uma distância de até 60 metros da borda florestal (vide **Figura 8.4.2.1**). Outro importante efeito abiótico de borda está relacionado com o aumento da intensidade de ventos em áreas próximas às bordas, efeito este que pode alcançar uma distância de até 300 m (Laurance *et al.*, 1998).

O efeito biótico imediato advindo das mudanças microclimáticas associadas às bordas florestais é o aumento das taxas de mortalidade e danificação dos indivíduos arbóreos que podem ser perceptíveis até uma distância de 300 m da borda (**Figura 8.4.2.1**). Quando uma borda é criada, algumas árvores perdem suas folhas e posteriormente morrem em pé, pois as mudanças bruscas em luz, temperatura e umidade excedem as tolerâncias fisiológicas das espécies arbóreas, enquanto outras árvores são quebradas ou derrubadas pelos ventos (Laurance *et al.*, 1998; Laurance *et al.*, 2000). As árvores grandes ( $\geq 60$  cm de DAP [diâmetro medido à altura de 1,30 m do solo]) são mais vulneráveis aos efeitos de borda (Laurance *et al.*, 2000), levando assim aos impactos indiretos de eliminação de espécimes e redução de populações vegetais na área de borda.





**FIGURA 8.4.2.1 – Distâncias de penetração para efeitos de borda abióticos (A), biológicos diretos/plantas (B) e biológicos diretos/animais (C). (Murcia, 1995).**

Como consequência da alta mortalidade de árvores de espécies primárias que acumulam maior quantidade de biomassa do que as espécies pioneiras e secundárias, tem-se o impacto indireto de redução na biomassa vegetal, a qual nos estudos desenvolvidos por Nascimento & Laurance (2004) atingiu áreas até 300 m de distância da borda floresta.

Algumas espécies de animais respondem negativamente aos efeitos de borda e, portanto, são altamente vulneráveis à fragmentação florestal. As abundâncias de certas espécies de abelhas e vespas (Fowler et al., 1993), besouros (Didham et al., 1998), borboletas da família Ithomiinae (Brown & Hutchings, 1997) e formigas (Carvalho & Vaconcelos, 1999) declinam com a distância variando de 60 a 200 m da borda (Figura 8.4.2.1). Com respeito aos vertebrados, a redução na abundância de espécies de pássaros de sub-bosque insetívoras (Quintela, 1995), particularmente aquelas espécies solitárias e que são seguidoras de formigas (Laurance, 2004) pode ser detectada até 100 m da borda. Algumas espécies de anfíbios, que dependem de grandes poças de água para nidificarem, reduzem suas abundâncias em distâncias até 200 m da borda (Pearman, 1997). Por fim, quatro das 12 espécies de abelhas euglossines estudadas por Powell & Powell (1987) declinam suas abundância numa distância de até 100 m da borda.

Além dos efeitos acima relacionados, o ruído ocasionado pelas atividades minerárias também promove efeito sobre a fauna na borda florestal, podendo afugentar várias espécies de animais sensíveis ao barulho próximo à linha de contato da floresta com a atividade mineral, levando ao impacto indireto de afugentamento de fauna.

No caso do Projeto Ferro Carajás S11D deve-se considerar que a localização do empreendimento em região limítrofe da Flona de Carajás, cuja vizinhança é constituída de extensas áreas de pastagens, já impõe parte da ADA a efeitos de borda decorrentes desta atual situação. Com a instalação do empreendimento haverá uma ampliação deste efeito em decorrência do aumento da extensão de borda. As supressões florestais a serem realizadas para a instalação dos equipamentos, abertura de cavas e abertura de acessos irão interiorizar este efeito.

Este impacto ocorrerá nas fases de implantação e operação do empreendimento, quando serão suprimidos 1.506,70 há de ambientes florestais, sendo 1.377,4 ha de Florestas Ombrófilas e 129,3 de florestas estacionais. A maior incidência do impacto ocorrerá na fase de operação, uma vez que nesta fase será suprimida a maior parte dos ambientes florestais.

O aumento do efeito de borda será um impacto negativo que ocorrerá na área da AID do Projeto Ferro Carajás S11D, como consequência direta dos aspectos de retirada da cobertura vegetal, decorrendo ainda da intensificação dos ruídos e vibração e da fragmentação.

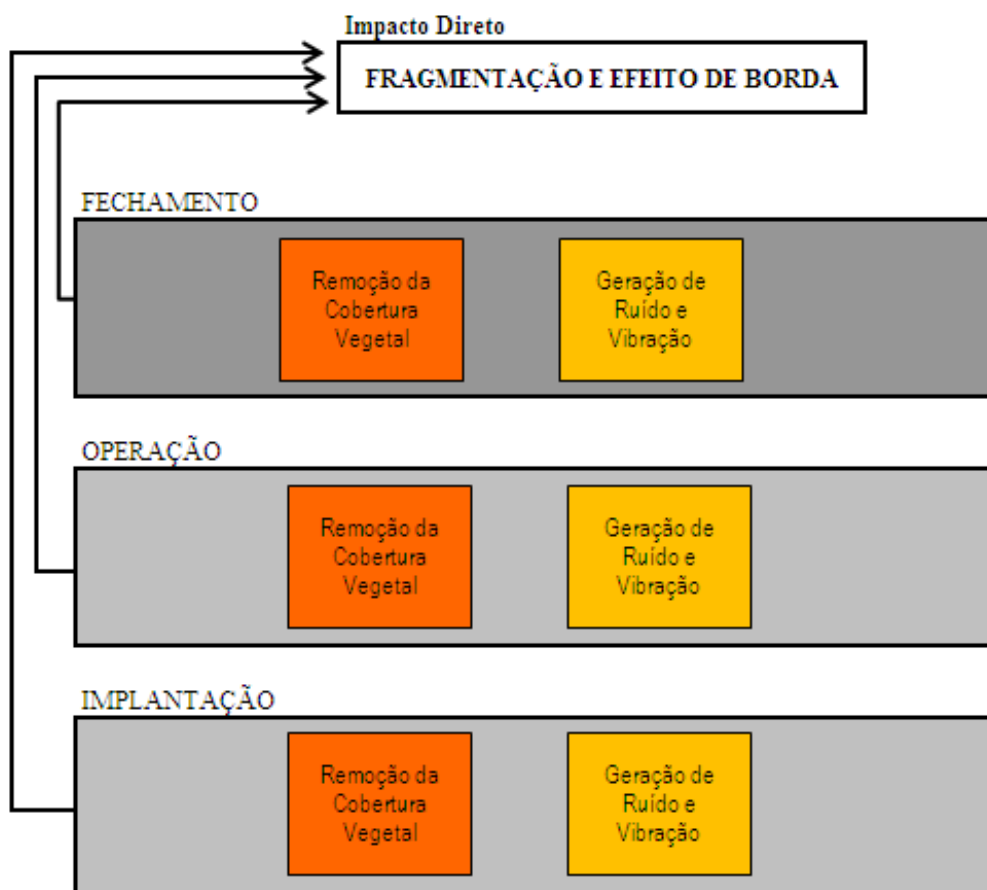
Como impactos indiretos ocasionados pelo efeito de borda, pode-se citar alteração na estrutura da comunidade vegetal ao reduzir populações de espécies clímax e favorecer espécies pioneiras, desequilíbrio das comunidades faunísticas receptoras, afugentamento de fauna, redução na biomassa vegetal e alteração nas funções fisiológicas das espécies vegetais.

Assim, o impacto de fragmentação e efeito de borda para as fases de implantação e operação é real, de natureza negativa, de duração permanente, com incidência direta e indireta, ocorrendo em curto prazo, reversível, e de abrangência local, uma vez que as alterações são restritas a uma faixa de até cerca de 300 m de extensão do entorno da área a ser suprimida e futuramente ocupada pela Mina. O impacto é considerado de alta importância, média magnitude, sendo portanto de alta significância.

Para a etapa de fechamento, os aspectos geradores do efeito de borda terão cessados e a revegetação das áreas alteradas será concluída, logo o impacto é real, negativo, embora o crescimento da vegetação tenderá a minimizar o efeito de borda. Apresenta duração temporária, desde que a área seja preservada. Sua incidência é indireta, ocorrendo em médio prazo, de caráter reversível e abrangência local, considerado também como média importância, média magnitude e, portanto de média significância.

Como medidas de mitigação do impacto de efeito de borda, visando minimizar sua propagação no ambiente florestal intacto, indica-se a execução de medidas previstas no Programa da Biodiversidade Florística do Corpo S11; Sub-Programa de Supressão Vegetal e Resgate de Flora, Sub-Programa de Inventário Florístico das Áreas Florestais da Flona de Serra Sul, Sub-Programa de Pesquisas e Reprodução de Espécies Nativas, Programa de Pesquisa e Monitoramento da Fauna, Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

O impacto de Fragmentação e Efeito de borda descrito acima está apresentado na **Figura 8.4.2.2.**



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:

Baixa
Média
Alta
Crítica

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	Temporária
Incidência	Indireta	Indireta	Indireta
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Média
Magnitude	Média	Média	Média
Significância	Alta	Alta	Média

**FIGURA 8.4.2.2 – Fluxograma do Impacto de Fragmentação e Efeito de Borda.**

#### 8.4.2.2 Alteração nas Comunidades Bióticas das Savanas Estépicas

A cobertura vegetal que se desenvolve sobre os afloramentos de canga hematítica é de ocorrência restrita à região de Carajás no contexto Amazônico. Ambientes ferruginosos também ocorrem em Minas Gerais e em Mato Grosso do Sul, mas com características fisionômicas e composição em espécies distintas.

Os afloramentos de canga hematítica constituem um ambiente caracteristicamente adverso ao estabelecimento de plantas (Vincent *et al.* 2002). Alguns fatores limitantes, como alta incidência solar, pouca matéria orgânica disponível e solo com altas concentrações de metais pesados (Teixeira & Lemos-Filho 2002, Vincent *et al.* 2002), podem ser considerados relevantes na biologia e no processo evolutivo das espécies que ocorrem neste ambiente.

Muitas espécies vegetais apresentam adaptações morfológicas e/ou fisiológicas a ambientes xerofíticos, tais como folhas coriáceas ou suculentas, modificações de órgãos em estruturas de reserva, presença de pilosidade densa nas folhas e ramos, e até anatomia Kranz, presente em espécies com metabolismo CAM (Larcher 1995). Em razão dos altos teores de metais pesados no solo, as plantas podem apresentar ecótipos com nanismo ou gigantismo (Porto & Silva 1989) e alta capacidade de reter metais pesados em seus tecidos (Teixeira & Lemos-Filho 1998, Vincent 2004). Devido a esse grau de adaptação das espécies vegetais em habitar este ambiente, foram descritas até o presente momento 30 espécies endêmicas à Savana Estépica da região da Serra dos Carajás.

A fitofisionomia de Savana Estépica na ADA do empreendimento apresenta diferentes ambientes, quais sejam Vegetação Rupestre de aspecto xérico e ambientes úmidos divididos em *Campos Brejosos*, *Campos Graminosos Parcialmente Drenados*, e *Buritizais*. Muitas espécies animais e vegetais são associadas a um determinado ambiente, sendo esta especificidade, bem como a variedade de ocupação dos nichos pelas diversas espécies, um agravante do impacto de redução das savanas estépicas.

Como impactos indiretos da alteração nas comunidades bióticas das Savanas Estépicas citam-se a eliminação de espécimes e redução de populações vegetais, além do desequilíbrio das comunidades faunísticas receptoras, o afugentamento de fauna e a redução da biomassa vegetal.

Para as comunidades vegetais, a remoção de aproximadamente 1.061,90 ha de Savana Estépica representa um impacto significativo, principalmente sobre as espécies endêmicas da região de Carajás com populações restritas, as ameaçadas de extinção, e as raras com conhecimento insuficiente para classificação. Entre as espécies vegetais ameaçadas encontradas na área, pode-se citar *Axonopus carajasensis*, *Cissus appendiculata*, *Centrosema carajasensis*, *Monogereion carajasensis*, *Erythroxylum nelson-rosae*, *Ipomoea carajasensis*, *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* e *Pilocarpus microphyllus*.

No total, foram registradas 15 espécies endêmicas e 17 ameaçadas para a ADA. Das 17 espécies ameaçadas, quatro são também endêmicas (*Axonopus carajasensis*, *Monogereion carajasensis*, *Erythroxylum nelson-rosae* e *Mimosa skinerii* var *carajarum*) Também foram coletadas dez espécies desconhecidas pela ciência na AII, que após identificação, poderão se apresentar como endêmicas da região de Carajás. Cabe ressaltar, contudo, que entre estas dez espécies novas para ciência, oito foram observadas apenas no corpo S11, sendo que três apresentam registros somente para o bloco D, quais sejam um *Mesosetum*, um *Doryopteris* e um *Blechnum*. caso esta ocorrência restrita seja confirmada nos estudos previstos no Plano de Trabalho, a supressão dessas pequenas populações poderá representar uma extinção local dessas espécies.

Outras espécies, apesar de não endêmicas da região de Carajás, foram observadas apenas no Bloco S11-D ou tiveram sua maior expressividade neste bloco, apesar de ocorrerem com menor frequência em outros locais. Este é o caso, por exemplo, de uma espécie de arroz (*Oryza sp.*) apenas observada em dois ambientes úmidos de S11-D (9291552-S / 571726-L e 9292173-S / 576523-L). A importância desta espécie refere-se ao fato do rico grão que produz, contribuindo para a alimentação de aves e pequenos mamíferos da região e por ser um parente selvagem de uma planta que representa uma das principais bases alimentares do ser humano, podendo contribuir para pesquisas genéticas na área agrônômica. Neste caso, confirmando-se a ocorrência desta espécie na região em estudo apenas para o Corpo S11-D, sua supressão poderá resultar na extinção local.

Uma espécie considerada rara é um *Isoetes* ainda não identificada, que pertence a uma família basal de samambaia, foi encontrada unicamente em um ambiente alagado do bloco D, em outro do bloco C e na Serra do Tarzan. Assim, para estas espécies a formação da cava no Corpo S11-D não representa extinção, mas uma redução em sua população regional.

O conjunto da comunidade vegetal sobre os afloramentos de canga representa uma importante oferta de recursos para a fauna, por meio da disponibilidade de frutos, folhas e flores de diversas espécies na escala temporal e espacial. A redução desta comunidade nas etapas de instalação e operação do empreendimento resultará na redução da oferta de recursos, levando à redução da fauna associada.

Pelas mais diferentes estratégias, as plantas se fecundam e dispersam suas sementes e, desta forma, trocando genes e garantindo a diversidade biológica e a manutenção do ecossistema. Processos evolutivos resultaram nas mais diferentes formas de polinização e dispersão de propágulos, utilizando-se dos animais, ventos, pressão atmosférica e água. Alteração em qualquer desses meios podem comprometer o fluxo gênico, acarretando em prejuízos à vida das plantas.

Algumas estratégias de polinização e de dispersão de sementes possuem a capacidade de atingir maiores distâncias, a exemplo daquelas adaptadas ao vento e às aves. Estas permitem que espécies mantenham algum grau de comunicação entre os platôs de canga ocorrentes na AII, dependendo das correntes atmosféricas e da rota de deslocamento das aves. A supressão de parte deste conjunto de serras irá alterar a rede de deslocamentos de animais e propágulos e, inerente a este processo, refletir no aumento da distância entre populações.

Para as comunidades avifaunísticas peculiares ao dossel e estratos medianos da ADA do empreendimento, a remoção de Capões de Mata do Bloco D, poderá provocar a fuga destas espécies para outros Capões de Mata dos demais blocos do corpo S11 de Serra Sul (A, B, C), bem como nas Matas de Transição, provocando o desequilíbrio das comunidades faunísticas receptoras. Por outro lado, as populações de comunidades de aves florestais terrestres e de sub-bosque, como o tico-tico-de-bico-preto (*Arremon taciturnus*), a pomba-de-espelho (*Claravis pretiosa*) e a juriti-piranga (*Geotrygon montana*) poderão ser localmente eliminadas, pois possuem uma menor capacidade de deslocamento e são mais frágeis, ainda que, nos primeiros momentos, possam colonizar os *Campos Rupestres* dos Blocos A, B e C.

As comunidades de aves campestres exploram, principalmente, os Campos Rupestres e as bordas dos Capões de Mata. Embora possuam uma grande capacidade de dispersão, apresentam um percentual significativo de espécies com comportamento migratório, como a guaracava-de-crista-branca (*Elaenia albiceps*), a guaracava-de-bico-curto (*E. parvirostris*), a guaracava-de-topete (*E. cristata*) e a chibum (*E. chiriquensis*), que devido às suas numerosas populações necessitam de grandes áreas para suas sobrevivências (p.ex. sebinho-de-olho-de-ouro *Hemitriccus margaritaceiventer*).

Com a exploração minerária suprimindo 33,6% da área de Savana Estépica atual de Corpo S11, haverá uma redução na capacidade suporte desse meio campestre, o que comprometerá a manutenção e a sobrevivência das populações de animais campestres, atingidos diretamente pelo empreendimento e especialmente das numerosas populações de aves migratórias.

A supressão de diversos ambientes campestres irá também reduzir a manutenção local de comunidades de aves generalistas e aquáticas. Acresce-se a essas, a redução das comunidades granívoras, uma vez que cerca de 18% da vegetação rupestre do Bloco D é coberta por duas gramíneas produtoras de grãos (*Paspalum cinerascens* e *Axonopus leptostachyus*) que frutificam entre abril e junho. Devido ao Bloco D corresponder 33,6% do Corpo S11 é provável que muitas populações sejam afetadas, causando alta mortalidade de espécies desse grupo. Acredita-se que as populações de aves aquáticas, como a narceja (*Gallinago paraguayae*), sanã-do-capim (*Laterallus exilis*) e sanã-carijó (*Porzana albicollis*), terão maiores tendências a colonizar os *Campos Brejosos*, em resposta às interações naturais destas comunidades com o hábitat úmido. Já as aves generalistas poderão usufruir de todas as tipologias de ambientes remanescentes, mas é provável que a maior parte de suas populações, principalmente com dieta nectarívora, como o beija-flor-tesoura-verde (*Thalurania furcata*), o beija-flor-de-bochecha-azul (*Heliothryx auritus*) e o beija-flor-de-banda-branca (*Amazilia versicolor*), tenham preferência em povoar os Campos Rupestres.

Para a Herpetofauna a supressão das áreas de savanas resultará em uma alta mortalidade de espécies com baixa capacidade de dispersão, como *Ameerega flavopicta* e *Elachistocleis ovalis*. Ao mesmo tempo, o desaparecimento de espécies características deste ambiente, favorece o aparecimento de espécies generalistas e pioneiras de anfíbios, como *Rhinella marina*, *Leptodactylus fuscus* e *Dendropsophus* gr. *microcephalus*. Ressalta a ocorrência da *Pseudopaludicola canga*, que embora seja abundante nas lagoas de canga de todos os platôs da AII, é uma espécie ameaçada de extinção segundo SEMA (2009). Para os anfíbios, o desaparecimento de lagoas e outros corpos de água do bloco D implicará na perda dos habitats reprodutivos de diversas espécies, que passarão a estar abrigadas apenas nos outros blocos do corpo S11 de Serra Sul, bem como nas demais serras da região de Carajás.

Nos ambientes savânicos da AID do empreendimento, observou-se uma presença expressiva de populações de morcegos nectarívoros e frugívoros representados pelos glossofagíneos e stenodermatíneos, respectivamente. Este fato provavelmente está relacionado aos hábitos cavernícolas de vários glossofagíneos (*e.g. Lionycteris, Lonchophylla*) bem como à oferta de plantas quiropterófilas, o que ressalta a importância desses ambientes savânicos para as populações de morcegos, da mesma forma que os quirópteros são para os processos ecológicos dos ecossistemas da canga. Acresce-se a isso, o registro de *Natalus* sp. em duas cavidades nos limites da ADA e AII. Trata-se de um táxon essencialmente cavernícola cujo *status* taxonômico é incerto, o que intensifica a importância das cavidades para a quiropterofauna regional. Neste sentido, a redução das áreas de savana estépica irá provocar uma alta taxa de mortalidade dessas populações e dos demais grupos de quirópteros, reduzindo significativamente o contingente populacional dos mesmos na área.

Alguns ambientes aquáticos situados na área das futuras cavas da mina do Projeto Ferro Carajás S11D, como o lagos doliniformes denominados “lagoa do Violão” e “lagoa do Amendoim”, além de alguns campos brejosos, ocupando uma área de 22,9 ha, terão as comunidades aquáticas (macrófitas aquáticas, algas planctônicas e perifíticas, e macroinvertebrados bentônicos e peixes) eliminadas em virtude da retirada da canga. As tarefas de terraplenagem, a implantação das infraestruturas do Projeto e a operação da cava e usina, implicam em atividades de desmontes, cortes, aterros e decapeamento, atingindo os corpos de água lânticos e lóticos, presentes nas áreas destas intervenções. Entretanto, a maioria das espécies de algas e de invertebrados registrados nestes ambientes é também encontrada em ambientes similares no corpo S11, não implicando necessariamente em perda de diversidade para esses grupos. A mesma consideração se aplica a assembléia de peixes registrada na “lagoa do Violão”, composta por três espécies que possuem ampla distribuição na bacia do rio Parauapebas. Deve-se ainda ressaltar que essas espécies são consideradas exóticas ao ambiente em questão. Apesar disso, a perda dessas comunidades é irreversível.

As comunidades de algas e de macroinvertebrados bentônicos deverão ter composição específica e abundância de indivíduos alteradas, em decorrência da alteração de volume de água, bem como aumento de sedimentos carregados pelo vento ou por outras drenagens. Este aporte de sedimentos pode tornar o mosaico de microhábitats mais homogêneo, reduzindo-se assim, a diversidade de hábitats, e conseqüentemente o número de organismos. A alteração da qualidade da água nas drenagens adjacentes e das baixadas, resultante indiretamente da supressão dos lagos doliniformes, será sentido pelo aumento de sólidos suspensos e turbidez, que por sua vez virá a comprometer os processos fotossintéticos dos produtores primários. Além disso, o descarte de efluentes mesmo que tratados, pode levar à redução das concentrações de oxigênio dissolvido e alterações bruscas de pH, afetando assim o metabolismo de macroinvertebrados bentônicos menos tolerantes a este tipo de alteração do ambiente. As modificações mais significativas nas comunidades de peixes são previstas para as drenagens de baixada (rio Sossego), e também estão relacionadas a mudanças na qualidade da água, especialmente no que diz respeito ao aumento da turbidez e sólidos suspensos devido à produção de sedimentos. Entretanto, desde que as medidas de controle e corretivas sejam adotadas, é possível que essas alterações não se reflitam de forma intensa para a ictiofauna.

O Impacto Alteração nas Comunidades Bióticas da Vegetação sobre Canga iniciar-se-á na fase de implantação e se intensificará na fase de operação, sendo considerado, para ambas as fases, como negativo, permanente, direto, com curto prazo, irreversível, regional, de alta importância, alta magnitude e alta significância. O impacto apresentará uma maior magnitude na etapa de operação, em virtude da maior parte dos aspectos de supressão vegetal e decapeamento para implantação das cavas ocorrerem nesta etapa. Entretanto, considerando que as áreas da mina serão suprimidas progressivamente, haverá uma minimização no afugentamento da fauna que terá oportunidade de se deslocar para as áreas adjacentes de forma progressiva.

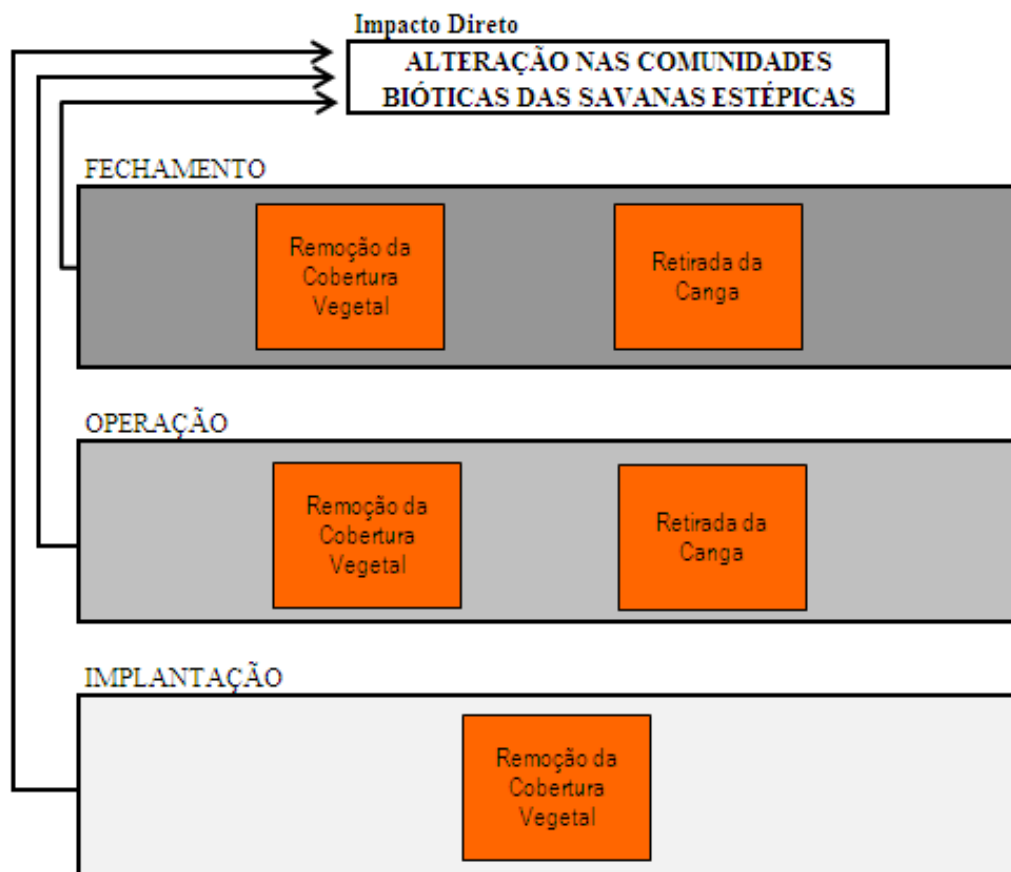
Na fase de fechamento do empreendimento, este impacto é considerado negativo, permanente, direto, de médio à longo prazo, uma vez que a capacidade de reestruturação ecológica das espécies não será de curto prazo. Apresenta também caráter irreversível já que a resiliência das espécies e do local será pouco provável. Sua abrangência é local, com média importância, baixa magnitude e, portanto média significância.

Assim, o impacto final de alteração das savanas estépicas para as comunidades bióticas resultante da implantação do empreendimento Projeto Ferro Carajás S11D ocupando uma área de 2721,60 ha, sendo destes 1061,90 ha de savanas estépicas, incluindo os diferentes ambientes encontrados nesta fitofisionomia, pode ser considerado um impacto negativo de alta significância para a conservação deste ambiente, uma vez que extensas áreas do ambiente sobre canga na serra de Carajás já foram suprimidas, sendo o Corpo S11 a maior amostra contínua desta vegetação atualmente existente.

Como medidas de controle ambiental para a mitigação do impacto de alteração nas Comunidades Bióticas na vegetação sobre canga é indicada a implementação dos seguintes programas e planos: Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), Programa de Conservação e Biodiversidade Florístico do Corpo S11 incluindo seu subprograma de Pesquisas e Reprodução de Espécies Nativas, Programa de Conservação e Biodiversidade Faunístico do Corpo S11 e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas. Como medida de compensação indica-se a aplicação do Plano de Compensação Ambiental, no qual é proposta a criação de Unidade de Conservação em ambientes savânicos de Serra Sul.

O impacto de alteração nas comunidades bióticas na vegetação sobre canga descrito acima está apresentado na **Figura 8.4.2.3**.





**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



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	Direta	Direta	Direta
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Médio a longo Prazo
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Regional	Regional	Local
Importância	Alta	Alta	Média
Magnitude	Alta	Alta	Baixa
Significância	Alta	Alta	Média

**FIGURA 8.4.2.3 – Fluxograma do Impacto de Alteração nas Comunidades Bióticas das Savanas Estépicas.**

### 8.4.2.3 Eliminação de Espécimes Vegetais e Redução nas Populações Vegetais

Com base no inventário florestal desenvolvido pelo IAV na porção interna da Flona, abrangendo a área da ADA e nos estudos de Área Mínima de Canga, tem-se uma densidade média de 431,8 árvores por hectare na floresta ombrófila na porção Sul da FLONA (indivíduos com diâmetro superior a 10 cm ou circunferência maior que 31 cm), enquanto na vegetação sobre canga, considerando as plantas lenhosas com circunferência a 10cm do solo superior a 1cm, somam-se mais de 10.000 a cada hectare, além das herbáceas, as quais foram quantificadas por meio da taxa de cobertura.

Nas formações florestais externas à Flona de Carajás, além das árvores com circunferência acima de 30 cm, a cada hectare, diversas outras de menor circunferência também habitam este ambiente. A título de exemplo, citam-se estudos fitossociológicos desenvolvidos para o licenciamento ambiental do Ramal Ferroviário Sudeste do Pará, cuja porção sul de sua ADA coincide com a ADA do Projeto Ferro Carajás S11D. Nesse estudo foram incluídas todas as árvores com circunferência superior a 15 cm, estimando-se o número de árvores em 1.228,18 por hectare. Além disto, para o sub-bosque estimou-se a presença de 11.300 plantas, entre ervas, arbustos e indivíduos jovens de espécies arbóreas. Valores semelhantes podem ser atribuídos às florestas existentes na área do Projeto Ferro Carajás S11 D, já que as tipologias vegetais são as mesmas e a distância entre os empreendimentos é pequena.

É estimada a supressão 1.471,80 ha de ambientes florestais internos à Flona para instalação do Projeto Ferro Carajás S11D, de onde serão eliminadas 635.524 árvores com circunferência superior a 30 cm, estimativa essa, com base no inventário florestal realizado pelo IAV na área do projeto, o que totaliza um volume de 307.835,25 m<sup>3</sup> de madeira e resíduos vegetais. Em relação às plantas presentes no sub-bosque, estima-se que mais de 9.598.696 de plantas, entre ervas, arbustos e jovens de espécies arbóreas, serão suprimidas, sendo que todas elas, em conjunto, interagem na dinâmica ecológica do sistema florestal.

Tem-se ainda a presença de diversas plantas nativas em meio às pastagens, sejam elas representadas por árvores isoladas ou ervas e arbustos invasores. Esses representantes, mesmo não fazendo parte de algum conjunto florestal e encontrarem-se depauperados em relação aos seus aspectos originais, participam da dinâmica ecológica regional. Como exemplo, pode-se citar a presença de palmeiras de inajá (*Attalea maripa*) e gueroba (*Syagrus oleracea*), cujos frutos são consumidos por araras, ou as sumaúmas (*Ceiba pentandra*), que tem as flores polinizadas por morcegos e os frutos consumidos por psitacídeos. Os axixás (*Sterculia chicha*) também são outros exemplos e representam uma importante fonte de nidificação para a Arara-azul.

Uma vez que conjuntos de indivíduos de uma mesma espécie formam populações, a perda de indivíduos irá, conseqüentemente, reduzir o tamanho das populações vegetais. Os Estudos de Similaridade das Savanas Estépicas acrescidos dos inventários florestais realizados pelo IAV indicaram a ocorrência de 1213 espécies vegetais na área de influência direta do Projeto Ferro Carajás S11D. A maior parte delas apresenta populações representativas além da ADA, principalmente as espécies arbóreas típicas do ambiente florestal. Porém, este impacto será mais significativo sobre as populações de espécies típicas e endêmicas ao ambiente da canga, onde o endemismo é grande. Conforme discutido anteriormente, três espécies novas apenas encontradas no bloco S11-D :Duas pteridófitas *Doryopteris* e *Blechnum* e a gramínea *Mesosetum*, as quais poderão significar sua extinção local, caso sua distribuição seja restrita a esses locais.

Dentre as espécies que serão afetadas pelo impacto de eliminação de indivíduos e redução de populações, aquelas consideradas ameaçadas de extinção merecem um destaque especial, principalmente devido às ameaças que sofrem com a destruição de hábitat. Na ADA e AID do Projeto Ferro Carajás S11D foram listadas 17 espécies ameaçadas de extinção (**Tabela 8.4.2.2**). Na ADA, ocorrem ainda, as espécies ameaçadas endêmicas da canga e com distribuição em manchas formadas por pequenas populações, que serão mais afetadas quando comparadas com aquelas que apresentam uma distribuição mais ampla.

**TABELA 8.4.2.2**

**LISTA DE ESPÉCIES CONSIDERADAS COMO AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO  
CITADAS PARA A ADA E AID DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D**

<b>Espécie</b>	<b>Nome Vulgar</b>	<b>Categoria</b>	<b>Habito</b>	<b>Hábitat</b>
<i>Aspidosperma album</i> (Vall.) R. Ben. ex. Pichon	Araracanga	vulnerável	arbóreo	Florestas Ombrófilas
<i>Axonopus carajasensis</i> M.N. Bastos *		vulnerável	herbáceo	Savana Estépica
<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.*	Castanheira	vulnerável	arbóreo	Florestas Ombrófilas
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	vulnerável	arbóreo	Florestas Ombrófilas
<i>Centrosema carajasense</i> Cavalcante	--	vulnerável	liana	Savana Estépica
<i>Cissus appendiculata</i> Lombardi	--	vulnerável	liana	Savana Estépica
<i>Erythroxylum nelson-rosae</i> Plowman	--	vulnerável	arbusto	Savana Estépica
<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	Angelim-da-mata	vulnerável	arbóreo	Florestas Ombrófilas
<i>Ipomoea carajasensis</i> D.Austin*	--	em perigo	liana	Savana Estépica
<i>Jacaranda carajasensis</i> A. Gentry *		em perigo	arbóreo	Formações Florestais
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn). Taubert ex Mez	Louro-itaúba	vulnerável	arbóreo	Florestas Ombrófilas
<i>Mimosa acutistipula</i> var. <i>ferrea</i> Barneby	Mimosa	vulnerável	arbusto	Savana Estépica
<i>Mimosa skinneri</i> var. <i>carajarum</i> Barneby	Mimosa	vulnerável	arbusto	Savana Estépica
<i>Monogereion carajensis</i> G.M. Barroso & R.M. King		Criticamente em perigo	herbáceo	Savana Estépica
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All*	Aroeira	-----	arbóreo	Florestas Est. Deciduais
<i>Pilocarpus microphyllus</i> Stapf ex Wardleworth *	Jaborandi	em perigo	arbusto	Florestas Est. Deciduais
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. Ex DC.) Standl	Ipê rosa	vulnerável	arbóreo	Florestas Ombrófilas

\* Lista Nacional do IBAMA.

Fonte: SEMA-PA, 2007; IBAMA, 2008.

Cabe ressaltar ainda que, reduzir o número de indivíduos de uma dada espécie pode significar aumentar a possibilidade de redução de seu *pool* gênico. No entanto, não necessariamente, este efeito irá ocorrer, pois outras populações das espécies atingidas são encontradas no restante da região, com grande probabilidade de conterem o conjunto gênico da população atingida. Por outro lado, para algumas espécies de rara ocorrência, como aquelas a serem descritas (Ex: *Spermacoce* sp. nov. *Doryopteris* sp. nov. *Blechnum* sp. nov) a eliminação de indivíduos existentes na ADA, pode reduzir a variabilidade genética da população. É evidente, contudo, que tal informação só poderá ser confirmada com a realização de estudos genéticos e populacionais envolvendo as espécies consideradas.

Mesmo considerando que a revegetação após fechamento irá priorizar o uso de espécies nativas, a vegetação sobre canga não se recuperará em sua atual complexidade, devido, entre outros fatores, à alteração do substrato. Com a imposição de outras condições, observa-se a modificação de dinâmicas hídricas e edáficas, atributos esses, fundamentais para a existência da atual biota, totalmente adaptada à sobrevivência neste ambiente rico em minério de ferro.

De forma geral, embora algumas espécies possam ser recuperadas em processos de revegetação, os processos de sucessão são lentos e a diversidade não será integralmente reconstituída, visto as alterações microclimáticas e edáficas. No caso das florestas, ainda que se perca a atual complexidade, espera-se em menos de 10 anos, a existência de estruturas arbóreas no porte de uma capoeira (juquira). No entanto, essa vegetação neste intervalo de tempo, estará em estágio inicial de regeneração, evidenciando a lentidão de estabelecimento das dinâmicas ecológicas próximas às atualmente existentes.

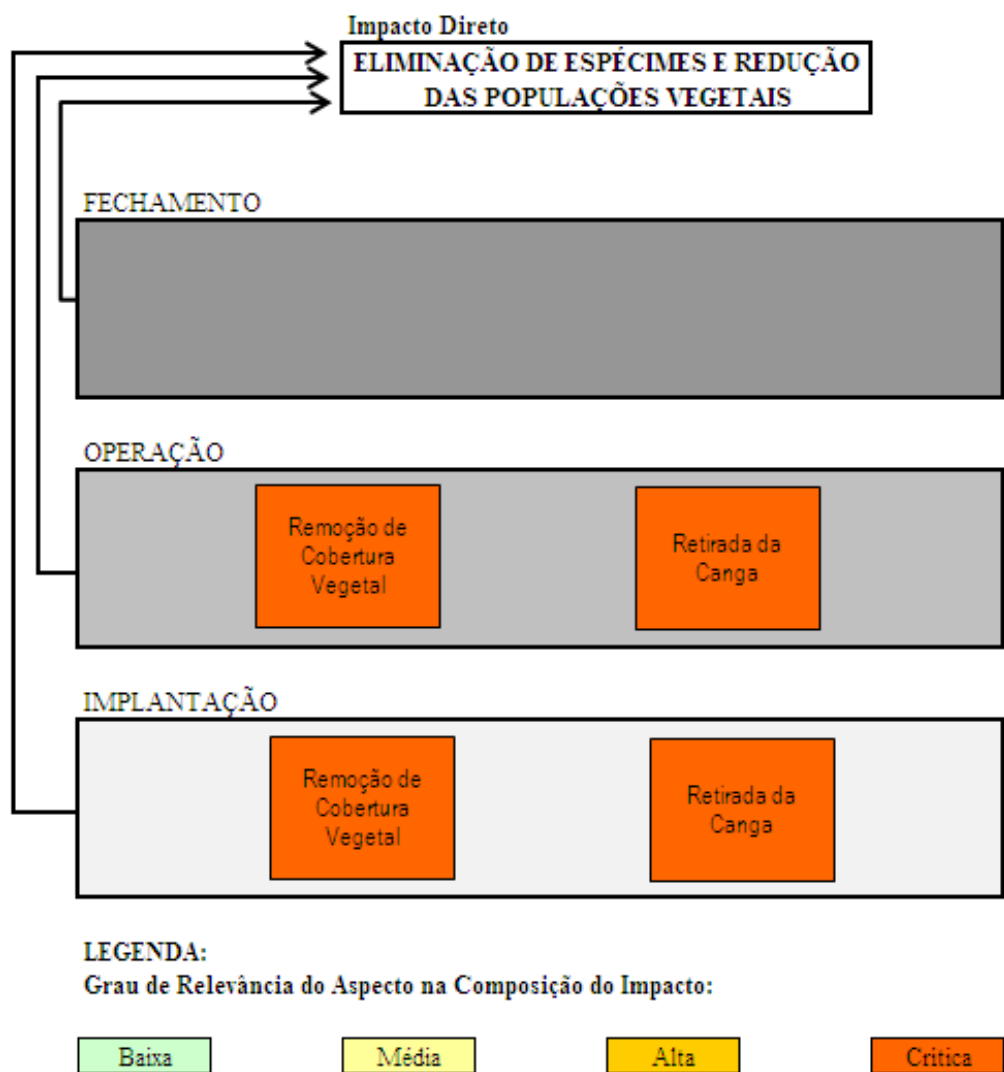
Levando-se em conta a representatividade da vegetação savanico-estépica no contexto florístico para o bioma amazônico, incluindo a ocorrência de espécies ameaçadas e, principalmente, em relação à composição florística da canga, este impacto é considerado como de abrangência regional.

Para as etapas de instalação e operação considera-se este impacto como real, de natureza negativa, de duração permanente e incidência direta, uma vez que decorre das atividades de retirada da cobertura vegetal. A ocorrência será em curto prazo, ou seja, a partir do início das atividades de desmatamento e decapeamento da canga. O impacto é irreversível, pois a vegetação sobre canga e as florestas dependem do substrato onde se desenvolvem, o qual será removido para a instalação das estruturas. Devido aos altos números de supressão sua magnitude e importância são altas, resultando uma alta significância.

Para a etapa de fechamento, não foi identificada a ocorrência deste impacto uma vez que as atividades de desmatamento não serão realizadas, logo se apresenta como irrelevante e insignificante

Como medidas de mitigação do impacto Eliminação de espécimes vegetais e redução nas populações vegetais propõem-se a execução do Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), Programa de Conservação e Biodiversidade Florístico do S11, Sub-programa de Pesquisa e Reprodução de Espécies Nativas, Sub-programa de Acompanhamento da Supressão Vegetal e Resgate da Flora e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas. Como medida de compensação para as atividades não mitigáveis indica-se a aplicação do Plano de Compensação Ambiental.

O impacto eliminação de espécimes vegetais e redução nas populações vegetais descrito acima está apresentado na **Figura 8.4.2.4**.



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
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Regional	Regional	Regional
Importância	Alta	Alta	Irrelevante
Magnitude	Alta	Alta	Baixa
Significância	Alta	Alta	Insignificante

**FIGURA 8.4.2.4 – Fluxograma do Impacto de Eliminação de Espécimes Vegetais e Redução nas Populações Vegetais.**

#### 8.4.2.4 Redução na Biomassa Vegetal

Os principais reservatórios de carbono no planeta, são os oceanos (38000 PgC), os combustíveis fósseis (>6000 PgC), o sistema solo vegetação (3800 PgC) e a atmosfera (590 PgC) (Sabine et al., 2004). Muitas mudanças têm sido detectadas entre estes reservatórios, colocando a humanidade de frente a um dos principais problemas ambientais desde o último século, que é o aumento da concentração de gases causadores de efeito estufa (GEE), dentre os quais o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) tem participação mais relevante.

O primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa mostra que diversas atividades humanas também contribuem com gases de efeito estufa (Funcate, 2004; Cerri et al., 2006; Embrapa, 2006a; Embrapa, 2006b). O aumento da produtividade agrícola por meio da utilização de adubos, principalmente nitrogenado, vem introduzindo na atmosfera o N<sub>2</sub>O. Outro gás importante neste processo é o metano CH<sub>4</sub>. A intensificação das produções, especialmente de arroz com a técnica de inundação, assim como o aumento do número de ruminantes na agropecuária intensiva e extensiva, também representa uma fonte adicional deste gás na atmosfera (Embrapa, 2006a; Embrapa, 2006b; FBDS, sd).

Na Amazônia, em muitas regiões, a pecuária de corte é responsável por pelo menos 75% do desmatamento (Simão Neto & Dias Filho, 1995; Fearnside & Barbosa, 1998). Esta conversão de florestas para áreas de pastagem causa um lançamento de CO<sub>2</sub> para a atmosfera da ordem de 10-15 kg m<sup>-2</sup> de C (Fearnside & Barbosa, 1998). Isso, sem considerar as emissões subsequentes devido a práticas inadequadas de uso do solo (IPCC, 1997).

Várias propostas têm sido feitas para restaurar o equilíbrio no ciclo do carbono, como: combater o desmatamento ilegal, incentivar a silvicultura e sistemas agroflorestais em áreas desmatadas, incentivar o manejo florestal, como atividade produtiva, melhorar as práticas agrícolas e silviculturais, restaurar áreas desmatadas, etc. Estas atividades podem contribuir diretamente para sequestrar, estocar ou simplesmente diminuir a liberação de CO<sub>2</sub> para a atmosfera (Fearnside, 2001).

É sabido que a biomassa vegetal encontrada na natureza encontra-se em atividade biológica, num processo que envolve diretamente o acúmulo de carbono durante o crescimento e sua liberação na respiração e decomposição. No caso das florestas, por existirem áreas em regeneração decorrentes de alterações passadas, o ambiente tende a acumular carbono na biomassa. Já a vegetação rupestre, por se encontrar estável em relação às taxas de crescimento, tende a acumular carbono na forma de material turfoso nos relevos côncavos, onde se formam lagoas e ambientes brejosos. A marcante caducifolia sazonal na vegetação sobre canga representa um importante aporte de biomassa de alto teor em carbono para estes centros de recepção de matéria orgânica, representados pelas bacias côncavas das serras ferruginosas.

Para as Florestas Ombrófilas da Folha Tocantins, o relatório brasileiro registra estoques de aproximadamente 50 a 100 ton C/ha (podendo ser menor dependendo se houve exploração madeireira e da intensidade desta exploração) (Funcate, 2004). Não foram encontrados na literatura referências para vegetação rupestre, mas para efeitos comparativos pode ser citado que para a tipologia de campo sujo de cerrado, que estruturalmente é próxima da vegetação savânico-estépica de Carajás, alguns resultados encontrados mostram um estoque variando de 3,2 a 3,8 ton C/ha (Kauffman et al., 1994; Castro & Kauffman, 1998; Miranda, 1996).

Com base nesses resultados, a vegetação rupestre indica um estoque de Carbono igual a 3,0 ton C/ha (desvio padrão,  $\pm 0,09$ ). Os resultados de biomassa total indicaram um estoque de Carbono igual a 110,6 ton C/ha (desvio padrão,  $\pm 35,7$ ) na floresta dentro da Flona e 77,2 ton C/ha (desvio padrão,  $\pm 32,7$ ) no fragmento florestal fora da Flona. Ponderando-se os resultados de estoque de carbono em cada solo pela área ocupada de cada um deles, a média é de 121,47 ton C/ha (vide **Tabela 8.4.2.3**).

O acúmulo de biomassa nas florestas tropicais inalteradas apresenta-se bem superior aos valores encontrados para a Floresta Estacional Decidual. Devido à ausência de referências para esta fitofisionomia, estima-se que os valores de Ton C /ha para as florestais deciduais assemelham-se com o valor estimado para as Florestas Ombrófilas em estágio secundário (77,19 Ton C/ha).

Com os valores estimados e com as áreas de cada estrato, estima-se um total de 495.779,11 mil toneladas de carbono estocado na ADA, considerando-se a área de 2.721,60 ha. . Deste valor, 66,68% está na camada superficial do solo e 33,32% na biomassa viva, conforme pode ser observado na **Tabela 8.4.2.3**. Nesses valores não estão considerados o carbono existente no material turfoso acumulado nos relevos côncavos, incluindo os 22,9 ha de ambientes lacustres, onde o material acumulado durante milhares de anos representa um significativo estoque de carbono. As emissões potenciais deste estoque, bem como medidas para mitigar seus efeitos são apresentadas nos itens posteriores.

**TABELA 8.4.2.3**

**ESTIMATIVAS\* DE CARBONO EM CADA ESTRATO ANALISADO DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA PELO EMPREENDIMENTO.**

<b>Estrato*</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Ton C /ha</b>	<b>Ton C Total**</b>	<b>% C Total</b>
Floresta Ombrófila	1.342,50	110,64	148.534,20	29,96%
Floresta Ombrófila Secundária	34,9	77,19	2.693,93	0,55%
Savanas Estépicas	1.061,90	3,04	3.228,18	0,65%
Florestas Est. Deciduais	129,3	77,19	9.980,67	2,01%
Pastagem	130,1	5,76	749,38	0,15%
Solo	2.721,60	121,47	330.592,75	66,68%
<b>Total</b>	<b>2.721,60</b>	<b>-</b>	<b>495.779,11</b>	<b>100,00%</b>

\*De acordo com o mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal. Os capões florestais e florestas estacionais deciduais, por sua relativamente baixa estrutura em biomassa foram incluídos como floresta secundária; a floresta aluvial como floresta ombrófila; os campos gramíneos e brejosos como vegetação rupestre. Não estão considerados os 22,93 ha de ambientes lacustres.

\*\*pequenas diferenças no total são devidas a arredondamentos.

Estima-se que o volume de carbono na atmosfera é de 735 Gton, tendo um aumento anual acumulado em três Gton/ano (Bastos & Freitas, 1999). Diante desta ordem de grandeza, o aumento na concentração de carbono na atmosfera ocasionado pela instalação do empreendimento é insignificante. No entanto, há de considerar que é uma fonte a mais em processo já preocupante na escala global.

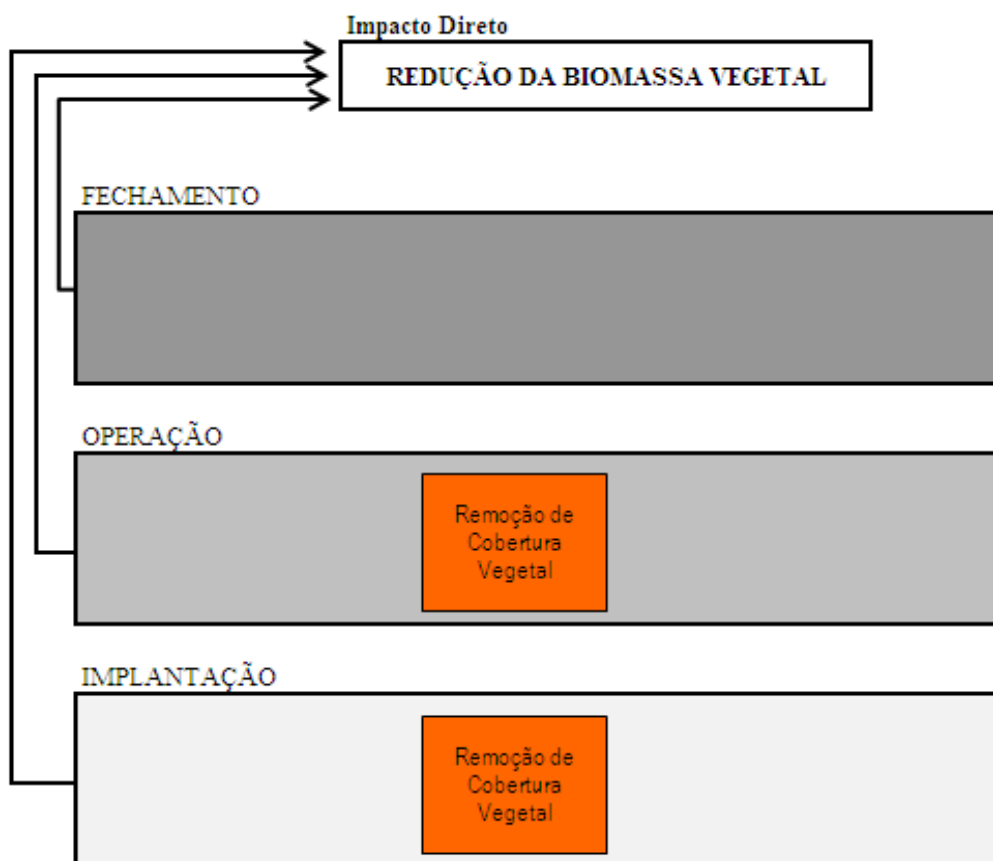
Acredita-se que o impacto ocorrerá enquanto perdurarem as atividades de desmatamento e, portanto é classificado nas fases de implantação e operação como de ocorrência real, natureza negativa, duração temporária e incidência direta. A ocorrência é de médio a longo prazo, uma vez que o carbono retido no material lenhoso pode demorar a ser desprendido (seja por decomposição ou queima). Apresenta caráter reversível, dada a possibilidade da futura revegetação da área inserir espécies de rápido crescimento e grande porte. Sua abrangência é regional, pois o ciclo do carbono envolve gases dissolvidos na atmosfera, se expandindo além da ADA. Considerando a grande biomassa existente na região, sua importância e magnitude são consideradas como média, resultando em um impacto de média significância.

Na etapa de fechamento não haverá supressão de vegetação, logo este impacto apresenta-se nesta fase como irrelevante e insignificante.

Como medidas mitigação do impacto redução da biomassa vegetal propõe-se a implementação do Sub-Programa de Acompanhamento da Supressão Vegetal e Resgate da Flora, Sub-Programa de Aproveitamento da Biomassa Lenhosa e do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

O impacto Redução na biomassa vegetal descrito acima está apresentado na **Figura 8.4.2.5**





**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:

Baixa
Média
Alta
Crítica

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	Médio a longo	Médio a longo	Médio a longo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Média	Média	Irrelevante
Magnitude	Média	Média	Baixa
Significância	Média	Média	Insignificante

**FIGURA 8.4.2.5 – Fluxograma do Impacto de Redução na Biomassa Vegetal.**

#### 8.4.2.5 Alteração de Funções Fisiológicas Vegetais

A geração de material particulado, consequência imediata da abertura de acessos, instalação do empreendimento, funcionamento da mina e circulação de veículos, leva a dispersão de partículas às áreas circunvizinhas ao Projeto Ferro Carajás S11D. A deposição desta poeira sobre as folhas dos vegetais dessas áreas provoca alterações em vários parâmetros fisiológicos das folhas de vegetais, que acabam por comprometer o desenvolvimento e funcionamento dos indivíduos afetados.

De acordo com a revisão do assunto realizada por Farmer (1993), o depósito de poeira liberado por fábricas sobre as folhas da vegetação circundante bloqueia a abertura de estômatos, inibi a germinação de pólen e reduz as taxas fotossintéticas e a transpiração em um número de culturas anuais. Trabalhos mais recentes realizados com um número de não-leguminosas mostraram que a poeira do cimento diminui a produtividade e a concentração de clorofila (Liu *et al.* 1997, Saralabai & Vivekanandan 1997, Satão *et al.* 1993). Nos últimos anos, muitos efeitos de poeira de cimento têm sido estudados em coníferas crescendo em florestas da Europa Central (Lepedus *et al.* 2003, Mandre & Ots e 1999, Mandre & Tuulmets 1997). Nanos & Ilias (2007), encontraram resultados semelhantes em um recente estudo realizado com oliveiras na Grécia, sendo comprovado que o depósito de poeira de cimento sobre suas folhas reduziu as taxas fotossintéticas da espécie, em razão de um decréscimo no conteúdo de clorofila existente nas folhas.

Embora não existam registros de tais estudos em áreas de mineração de minério de ferro, acredita-se que os efeitos sobre a fisiologia dos vegetais na área do Projeto Ferro Carajás S11D serão semelhantes aos relatados, uma vez que também haverá geração de material particulado. No entanto, este impacto é restrito ao período seco do ano, já que a poeira é lavada nas chuvas, porém não se sabe se este depósito no período seco pode interferir em outras atividades biológicas da planta ao longo do ano.

Durante a implantação do empreendimento, com a execução das atividades de terraplenagem para construção de diversas obras e decapeamento da área das cavas haverá intensa movimentação de terra, com circulação de máquinas e veículos, promovendo a suspensão de material particulado. Ainda que a geração de poeira seja mitigada, por meio de aspersão de água nas estradas, muito material particulado produzido irá se propagar nas áreas circunvizinhas ao Projeto Ferro Carajás S11D.

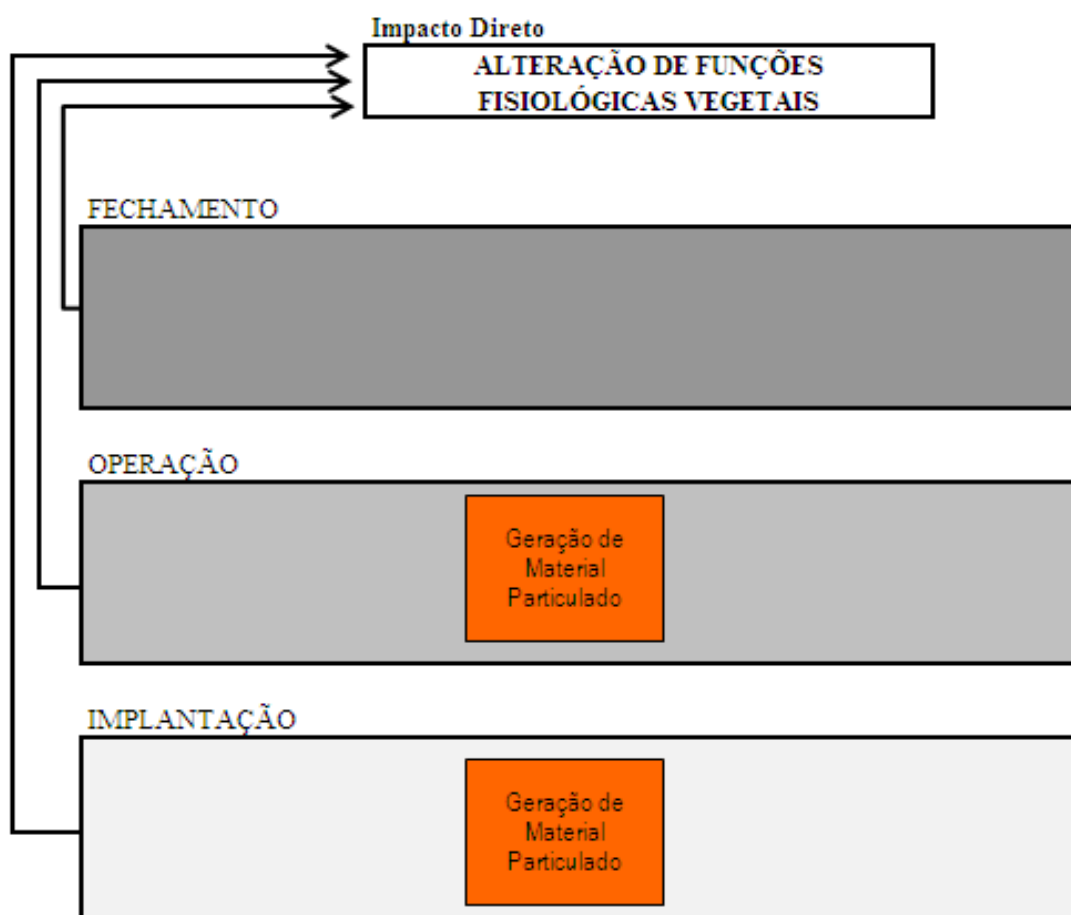
Da mesma forma, na etapa de operação a suspensão de material particulado gerado pela movimentação de veículos, exploração e processamento do minério resultará na deposição de parte da poeira sobre plantas próximas, reduzindo o potencial de suas funções vitais.

Para ambas as fases, este é um impacto reversível, de duração cíclica, com incidência indireta, ocorrendo em médio prazo, de abrangência local e irrelevante, pois as alterações são restritas a uma pequena extensão e podem implicar em alterações fisiológicas sem o comprometimento da sobrevivência da planta atingida. Desta forma, o impacto é insignificante.

Na etapa de fechamento não haverá supressão de vegetação, logo este impacto apresenta-se nesta fase como irrelevante e insignificante.

Como medidas de mitigação do impacto Alteração das funções fisiológicas vegetais indica-se a execução do Programa de Gestão da Qualidade do Ar, controlando o aspecto produção de material particulado por meio da aspersão de água nas estradas e em locais de movimentação de máquinas. Propõe-se também a revegetação imediatamente em áreas cujas atividades do Projeto já foram encerradas. Logo, indica-se a execução do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

O impacto alteração de funções fisiológicas vegetais, descrito acima está apresentado na **Figura 8.4.2.6.**



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:

Baixa
Média
Alta
Crítica

AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa
Duração	Cíclico	Cíclico	Cíclico
Incidência	Indireta	Indireta	Indireta
Prazo de Ocorrência	Médio Prazo	Médio Prazo	Médio Prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Baixa	Baixa	Irrelevante
Magnitude	Baixa	Baixa	Baixa
Significância	Insignificante	Insignificante	Insignificante

**FIGURA 8.4.2.6 – Fluxograma do Impacto de Alteração de Funções Fisiológicas Vegetais.**

#### **8.4.2.6 Perda de Hábitat da Fauna**

O impacto de Perda de Hábitats da Fauna decorre do aspecto remoao da cobertura vegetal, que precede a maioria das atividades físicas do empreendimento, conforme descrito na caracterizaao do empreendimento.

O hábitat de uma espécie representa o espaço físico e os fatores bióticos e abióticos que condicionam um ecossistema e que determinam a distribuiao das populaoes de uma determinada comunidade. Este conceito é em geral usado em referência a uma ou mais espécies, no sentido de estabelecer os locais e as condioes ou recursos ambientais adequados a permanência de suas populaoes no local. Para a fauna são necessários, dentre outros recursos, o abrigo, a disponibilidade de alimento, locais apropriados a nidificaao e à reproduao, bem como condioes adequadas de clima e recursos hídricos. Dentre as diversas interaoes exercidas pela fauna em seu hábitat destacam-se a (1) dispersão de sementes efetuada por aves, mamíferos terrestres e morcegos; (2) a herbivoria realizada por roedores e espécies arborícolas tais como os primatas; (3) a regulaao da populaao por predadores; (4) a polinizaao por aves e insetos, dentre outras.

Com a perda de hábitat essas interaoes são comprometidas, uma vez que as funoes supracitadas não poderão ser exercidas nos locais suprimidos. Acresce-se a isso, o comprometimento das espécies mais especialistas ou sensíveis às alteraoes ambientais, bem como as de baixo poder de dispersão, que são mais fortemente afetadas pelo presente impacto, já que hábitats adjacentes podem ser mostrar inadequados para o estabelecimento das mesmas.

Para a Fauna Terrestre, este impacto é o principal evento negativo decorrente do empreendimento, uma vez que irá gerar efeitos indiretos sobre toda a comunidade faunística do Corpo S11, como o Afugentamento da Fauna, o Declínio Populacional de Espécies da Fauna, a Perda de Riqueza e Diversidade de Espécies da Fauna e o Aumento da Populaao/Abrigos de Insetos Vetores de Doenças.

O desaparecimento dos espécimes da fauna residentes nestas áreas, seja por afugentamento (no caso de espécies com maior capacidade de deslocamento), seja pela provável morte dos indivíduos, é um resultado inevitável, devido à remoao das fontes de abrigo e alimentaao para estes organismos.

A maior parte da supressão vegetal irá atingir a fitofisionomia de Savana Estépica (1.061,90 ha), eliminando ambientes ricos em variedade de sítios reprodutivos e alimentares, que sustentam inúmeras comunidades florestais.

Com relaao a Mastofauna, considera-se que todas as 51 espécies de mamíferos detectadas no diagnóstico, incluindo cinco espécies enquadradas em alguma categoria de ameaça de extinao pelo IBAMA e/ou SEMA, são atingidas. Algumas espécies de pequenos mamíferos não voadores, sobretudo espécies arborícolas e fossoriais são as mais afetadas.

Para a quiropterofauna, a supressão do ambiente florestal terá grande importância, visto ter sido encontrada uma alta riqueza de espécies. Tal fato pode ser atribuído a variabilidade em termos de nichos proporcionais as variadas guildas de morcegos (alimentares e de forrageamento), além de extratos verticais da floresta. Além disso, têm-se expressivas populações de morcegos glossofagíneos, que são morcegos nectarívoros que estão relacionados à oferta de recursos dos ambientes savânicos. Neste sentido, a supressão dos ambientes da Savana Estépica afetará os glossofagíneos nectarívoros, bem como aqueles associados aos ambientes cavernícolas (*p.ex. Lionycteris, Lonchophylla*).

A supressão das cavidades afetará a quiropterofauna cavernícola, que utiliza as mesmas como abrigo. Acresce-se a isso, as observações sobre os mecanismos de formação de capões de mata, próximos as cavidades, possivelmente relacionados ao aporte de matéria orgânica trazida pelos morcegos cavernícolas, indicando também sua importância para a formação dos geoambientes da área em estudo.

O registro de *Natalus* sp. em duas cavidades nos limites da ADA e AII, um táxon essencialmente cavernícola cujo status taxonômico é incerto corrobora, ou ainda, intensifica a importância das cavidades para a quiropterofauna regional.

Por atualmente constituir refúgios fundamentais à manutenção da avifauna regional, a perda de hábitat irá causar a mortandade de populações de espécies de aves na ADA, podendo atingir indivíduos de espécies ameaçadas de extinção, quase ameaçadas, regionalmente raras e endêmicas, como o uirapuru-vermelho (*Pipra aureola*), a azulona (*Tinamus tao*) e o aracuã-pequeno (*Ortalis motmot*).

As dispersões serão mais facilitadas para as comunidades de aves florestais de dossel, como o gavião-pomba-da-amazônia (*Leucopternis albicollis*), o gavião-mateiro (*Micrastur gilvicollis*) e o urubu-rei (*Sarcoramphus papa*), pois conseguem percorrer grandes distâncias no espaço aéreo e sobrevoar ambientes abertos. Por outro lado, as populações de comunidades de aves florestais terrestres e de sub-bosque, como o papa-formigas-cantador (*Hypocnemis cantator*), a choquinha-miúda (*Myrmotherula brachyura*), o uirapuru-de-bando (*Thamnomanes caesius*), o papa-formigas-barrado (*Cymbilaimus lineatus*) e a mãe-de-taoca (*Phlegopsis nigromaculata*), que habitam a ADA poderão ser de fato, localmente eliminadas durante a supressão, pois possuem uma menor capacidade de deslocamento e são mais frágeis. Além disso, as comunidades de aves florestais terrestres e de sub-bosque dependem do sombreamento para abrigo e manutenção do microclima local, sendo muito sensíveis à maior luminosidade e ao calor, permanecendo após a retirada dos habitats mais propensas ao ataque de predadores naturais.

Para a Herpetofauna a perda de habitats também implicará na perda dos microhabitats que abrigam indivíduos e populações, bem como dos recursos alimentares e sítios reprodutivos que os mantêm, provocando o desaparecimento destes da maior parte da ADA.

Por outro lado, a supressão de vegetação aumenta muito o risco de contato entre mosquitos e seres humanos. A melhoria de estradas, compactação do solo por veículos e máquinas, a instalação e operação de máquinas e equipamentos, distúrbios causados pelo aumento de circulação humana, instalação de alojamentos, desflorestamento, entre outros são algumas das atividades antrópicas que alteram o ambiente, provocando a perda e a fragmentação de hábitat. Nestas situações a remoção de vegetação, poderá a eliminar locais de abrigo e reprodução de algumas espécies (p.ex.: espécies de *Hemagogus* e *Culex*). Por sua vez, o resíduo vegetal resultante, se mal acondicionado pode servir de abrigo para outras espécies (p.ex.: espécies de *Sabethes* e *Culex*).

Na etapa de instalação e operação, o desmatamento levará ao desaparecimento local as populações de espécies tipicamente florestais como as pertencentes aos gêneros *Haemagogus*, *Limatus*, *Sabethes*, *Trichoprosopon* e *Wyeomyia* e parte das espécies registradas para a área do empreendimento pertencentes aos gêneros *Lutzomyia*, *Culex*, *Ochlerotatus* e *Anopheles*. O desflorestamento também força algumas espécies, especialmente dos quatro últimos gêneros citados, a se adaptar a nova situação imposta. Tais espécies passam a viver no entorno ou dentro de construções humanas para obter abrigo e passam também a usar o homem e/ou animais domésticos como fonte principal de alimento.

Com relação aos térmitas, as regressões lineares apresentadas no diagnóstico, permitem observar que a diversidade de gêneros de cupins aqui estudada tem alta dependência com as densidades de plantas arbóreo-arbustivas. Os dados obtidos não permitem avaliar os mecanismos que levam a esta dependência, mas em vista da composição funcional da fauna, podem-se aventar papéis importantes das árvores na manutenção desta composição funcional. Isto é, a alta dominância numérica dos xilófagos, que compõe cerca de 60% da fauna local, parece estar em perfeita congruência com a dependência da termitofauna em relação às árvores. A associação de xilófagos com árvores dispensa comentários, afinal as árvores são fonte de recursos para tais cupins. Por outro lado, árvores podem alterar condições micro-climáticas, proporcionando sombra e tamponando níveis de luminosidade e unidade de solo. Estes itens são cruciais para os húmívoros, que no geral são cupins de corpo mole, altamente susceptíveis à desidratação. Assim, os húmívoros apresentam-se como o segundo grupo em dominância numérica.

Neste sentido, pode-se supor que a supressão florestal prevista na ADA poderia levar à perda de gêneros de cupins xilófagos e húmívoros. Isto teria consequências bastante deletérias para o sistema local, se considerar que estes dois grupos encontram-se em extremidade opostas do continuum de consumo de matéria orgânica. Xilófagos alimentam-se de celulose ainda não decomposta, enquanto húmívoros alimentam-se de celulose em avançado estágio de decomposição. A perda de componentes destes dois grupos poderia levar a um atraso considerável nos processos de decomposição, impactando o crescimento de plantas e, por conseguinte a manutenção da fauna herbívora local.

Além disso, a perda física dos cupinzeiros, por ocasião da implantação do empreendimento, reduziria a oferta de nichos para outros organismos. Isto porque, conforme comentado anteriormente, os cupins abrigam uma enormidade de outras espécies em seus ninhos.

A movimentação de máquinas e outros veículos, durante a terraplanagem e preparação de locais para construção de prédios e outras estruturas, poderá originar pequenas coleções de água por meio da compactação excessiva do solo, desniveis e bloqueio da drenagem natural. Tais locais podem desenvolver condições biológicas suficientes para servir como locais de reprodução para diversas espécies de mosquitos (p.ex.: espécies dos gêneros *Anopheles*, *Mansonia*, *Coquillettidia*, *Psorophora*, *Culex*, entre outros) principalmente se estiverem localizadas próximas a floresta.

Os aparecimentos destes pequenos corpos de água deverão propiciar também o aparecimento de espécies generalistas de anfíbios, que os utilizam como sítios reprodutivos, como *Rhinella marina*, *Leptodactylus fuscus* e *Dendropsophus gr. microcephalus*.

Esta simplificação da comunidade de animais e de mosquitos em especial produzirá um desequilíbrio nas relações entre predador e presa e na competição intra e interespecífica, levando a uma alteração imprevisível na abundância das espécies que conseguirem se adaptar ao ambiente antropizado. Assim, algumas espécies provavelmente irão apresentar populações com grande quantidade de indivíduos.

Para a melitofauna (abelhas nativas) qualquer intervenção humana que possa ocorrer nas Serras de Carajás terá um efeito direto nas populações de abelhas da área. A remoção da vegetação e do solo pode alterar a composição da fauna da AID devido a mudanças na disponibilidade de recursos alimentares e de nidificação para muitas espécies. Essa mudança pode levar a uma substituição de espécies e conseqüentemente pode levar a alterações no sistema polinizador-planta, o que pode afetar as populações de plantas, de polinizadores e dispersores de sementes, e de vários animais que se alimentam dos frutos e sementes

Considerando que existem medidas de controle intrínseco como sistemas de drenagem, leiras e sumps, dentre outras, a ação de mitigação se direciona para a conscientização ambiental dos trabalhadores dentro do programa de treinamento de pessoal. A conscientização ambiental dos trabalhadores também deve ser direcionada a pesca, atividade que é intensificada durante a implantação de empreendimentos diversos e que afeta negativamente as populações de peixes. Um monitoramento das populações faunísticas será conduzido para acompanhar as alterações das populações no ambiente antropizado e seu entorno.

As tarefas de terraplanagem e implantação da infraestrutura para a mina e usina implicam em atividades de desmontes, cortes, aterros e decapeamento, atingindo os corpos de água, tanto ambientes lênticos quanto lóticos, presentes na área destas intervenções. A inevitável supressão destes ambientes aquáticos implica na perda das comunidades de peixes, algas e invertebrados bentônicos aí presentes. Entretanto, a grande maioria das espécies desses grupos de organismos é também encontrada em ambientes similares aos que serão suprimidos, não se caracterizando assim como uma perda expressiva da diversidade biológica destes grupos de organismos. Para a ictiofauna só é prevista a perda total da comunidade de peixes da “lagoa do violão”, cujas espécies são consideradas exóticas ao sistema.

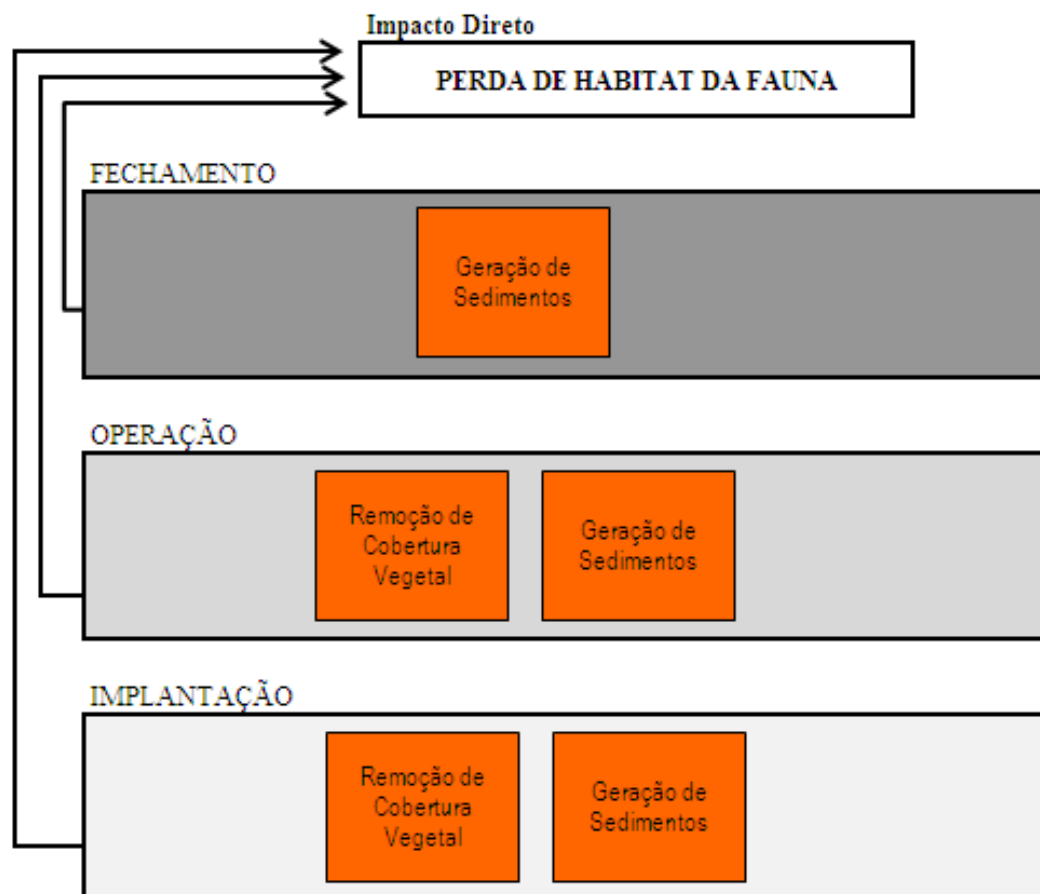
Para as etapas de implantação e operação o impacto em questão, apresenta natureza negativa, duração permanente e incidência direta e indireta. É considerado de curto prazo e irreversível, de abrangência regional, alta Importância, alta Magnitude quando se considera a representatividade espacial e a conspicuidade das fisionomias campestres no contexto da área de influência do empreendimento, apresentando também alta significância.



Para a etapa de fechamento o impacto apresenta natureza negativa, duração permanente e incidência indireta. É considerado de médio à longo prazo, uma vez que os efeitos subsequentes serão sentidos futuramente pelas comunidades atingidas. Terá caráter reversível, pois se indica a recomposição da vegetação. Sua abrangência é local, com alta importância e magnitude, uma vez que *hábitats* perdidos, ainda que regenerados, jamais serão iguais no pretérito e portanto, permanecem com alta significância.

Como medidas de mitigação do impacto de Perda de hábitat da Fauna, indica-se a execução do Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), Programa de Conservação e Biodiversidade Faunístico do Corpo S11 e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas. Como medida de compensação recomenda-se a aplicação do Plano de Compensação Ambiental.

O impacto perda de hábitat da fauna descrito acima está apresentado na **Figura 8.4.2.7**.



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:

Baixa
Média
Alta
Crítica

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/Indireta	Direta/Indireta	Indireta
Prazo de Ocorrência	Curto prazo	Curto prazo	Médio a longo prazo
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Alta	Alta	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa

FIGURA 8.4.2.7 – Fluxograma do Impacto de Perda de Hábitat da Fauna.

#### 8.4.2.7 Afugentamento da Fauna

A dispersão forçada da fauna está associada a três aspectos principais: remoção da cobertura vegetal, que gera perda de hábitat; contratação e mobilização de mão de obra; e o aumento dos níveis de ruídos locais. Ainda que o afugentamento, por si só, não provoque efeitos deletérios sobre as populações animais, esta dispersão gera impactos indiretos com efeitos indesejáveis mais potencializados, tais como o desequilíbrio das comunidades faunísticas nas áreas receptoras e o aumento no índice de atropelamento.

Nos locais de instalação das estruturas, nas vias de acesso e em seu entorno, a geração de ruídos provenientes da tarefa de supressão vegetal, da movimentação de pessoas e dos processos de instalação das estruturas do empreendimento causam perturbações ambientais, induzindo a fuga de diversos representantes da fauna. Tais perturbações promovem a dispersão dos indivíduos residentes bem como daqueles que estiverem em processo de deslocamento pela área, alterando assim, as interações ecológicas do local, como polinização, zoocoria, predação e outras.

A remoção da cobertura vegetal e o revolvimento de camadas do solo também alteram as condições ambientais das áreas atingidas, dificultando as estratégias de forrageamento e diminuindo os locais adequados para a reprodução e abrigo das espécies, levando-as a procurar outros locais para as suas sobrevivências.

Para o grupo dos quirópteros a remoção da cobertura vegetal nas áreas também ocasionará o afugentamento dos mesmos, devido à redução e/ou extirpação de abrigos e alimentos para as espécies.

Essa busca por novos nichos é presenciada por espécies que apresentam maior capacidade de deslocamento, tais como os mamíferos de médio a grande porte, e que necessitam de grandes áreas de vida para sua manutenção. Dentre as espécies detectadas na área de estudo, podem ser citadas: a onça pintada, a onça parda, a raposa, o coati, a anta, o queixada e o caititu, o veado mateiro, o tapeti, a capivara, a cutia e a paca.

No entanto, para as espécies com hábitos fossoriais e/ou que apresentam baixa capacidade de locomoção, tais como os pequenos mamíferos e os anfíbios, essas alterações locais representarão uma diferença significativa em seus hábitats, devendo provocar grande mortandade de indivíduos.

Mesmo para o grupo das aves que apresenta notório poder de dispersão, algumas espécies de pequeno porte e com áreas de vida limitada, tais como o papa-formigas-cantador (*Hypocnemis cantator*), a choquinha-miúda (*Myrmotherula brachyura*), o uirapuru-de-bando (*Thamnomanes caesius*), o papa-formigas-barrado (*Cymbilaimus lineatus*) e a mãe-de-taoca (*Phlegopsis nigromaculata*), não conseguirão se dispersar para fragmentos adjacentes, o que poderá comprometer a sobrevivência dos indivíduos e de suas populações locais. Além disso, durante as fugas, os exemplares de aves poderão ficar estressados, principalmente quando próximos a locais na AID com ocorrência de incêndios (comuns nas propriedades rurais vizinhas à Flona Carajás, onde será instalada a Usina), contribuindo para o aumento da mortandade de indivíduos da fauna.

As espécies que não conseguirem se dispersar sofrerão por estresse, devido à perda súbita de seus habitats e aos fortes ruídos oriundos da supressão e da presença de trabalhadores e máquinas no local. O efeito do estresse já é bem documentado para as espécies animais e provoca diversas consequências como, a diminuição das taxas de sobrevivência e reprodução, alteração no sistema imune e nervoso, perda corporal, evitação de porções da área de vida, dentre outras (Teixeira *et al.* 2007).

Vários estudos evidenciam uma diminuição na riqueza de espécies e indivíduos devido à influência do ruído decorrente do tráfego de veículos e da operação de máquinas (Calderon, 2005; Forman *et al.*, 2002; Reijnen *et al.* 1995; Reijnen *et al.* 1996; Spellerberg & Morrison, 1998).

As espécies da fauna dependem da comunicação para diversas funções, quais sejam: acasalamento; educação dos filhotes; detecção de predadores; forrageamento; defesa de território, comunicação intra-específica e outras. Neste contexto, quanto mais intenso for o ruído, maior é a probabilidade desses ruídos mascararem a transmissão dos sinais de comunicação entre os animais, e assim maior será a probabilidade dessas funções vitais serem expressas insatisfatoriamente em seus meios. Como consequência a essas falhas de comunicação, pode-se observar uma ausência de acasalamento, ausência de sucessos na defesa do território, ou uma resposta agressiva de um competidor, dentre outros efeitos negativos.

Sabe-se, por exemplo, que ruídos constantes e fortes tendem a afugentar principalmente, primatas territorialistas, uma vez que esses ruídos interferem nas suas vocalizações e na demarcação de seus territórios (Altmann, 1967).

Para algumas aves o ruído excessivo produzido pelas atividades antrópicas pode afetar as oportunidades de reprodução e contribuir para o declínio da diversidade e densidade de espécies (Reijnen, *et al.* 1997; Slabberkoomi & Peet, 2003; van der Zande *et al.* 1980).

Segundo Janssen (1980), o aumento dos níveis acústicos provoca mudanças fisiológicas no sistema auditivo de espécies de morcegos mais sensíveis, aumentando a possibilidade de não reconhecerem sinais importantes do ambiente como a presença de predadores e presas, ou ruídos de parceiros potenciais.

Neste sentido, observa-se que de fato o ruído tem provocado diversos efeitos negativos nas funções comportamentais e fisiológicas das espécies da fauna. No entanto, maiores informações são necessárias para se ter o entendimento completo de como o ruído altera o habitat das espécies e até que ponto este ruído pode tornar o ambiente inadequado para a permanência ou estabelecimento dessas espécies em seus habitats. Para o ser humano, os efeitos do ruído são sentidos por alterações no sono, diminuição da percepção sonora, aumento do nível de estresse, dentre outros. Para as espécies silvestres, em especial aquelas ameaçadas e/ou raras, o impacto interferirá na taxa de sobrevivência, que devido à ausência de informações sobre seus níveis “seguros” de exposição dos ruídos, poderão ser fortemente afetadas.

O afugentamento da fauna conseqüentemente também potencializará o aumento no índice de atropelamento da fauna, além de induzir o desequilíbrio das comunidades faunísticas receptoras devido à competição entre a fauna migrante por novos nichos ecológicos.

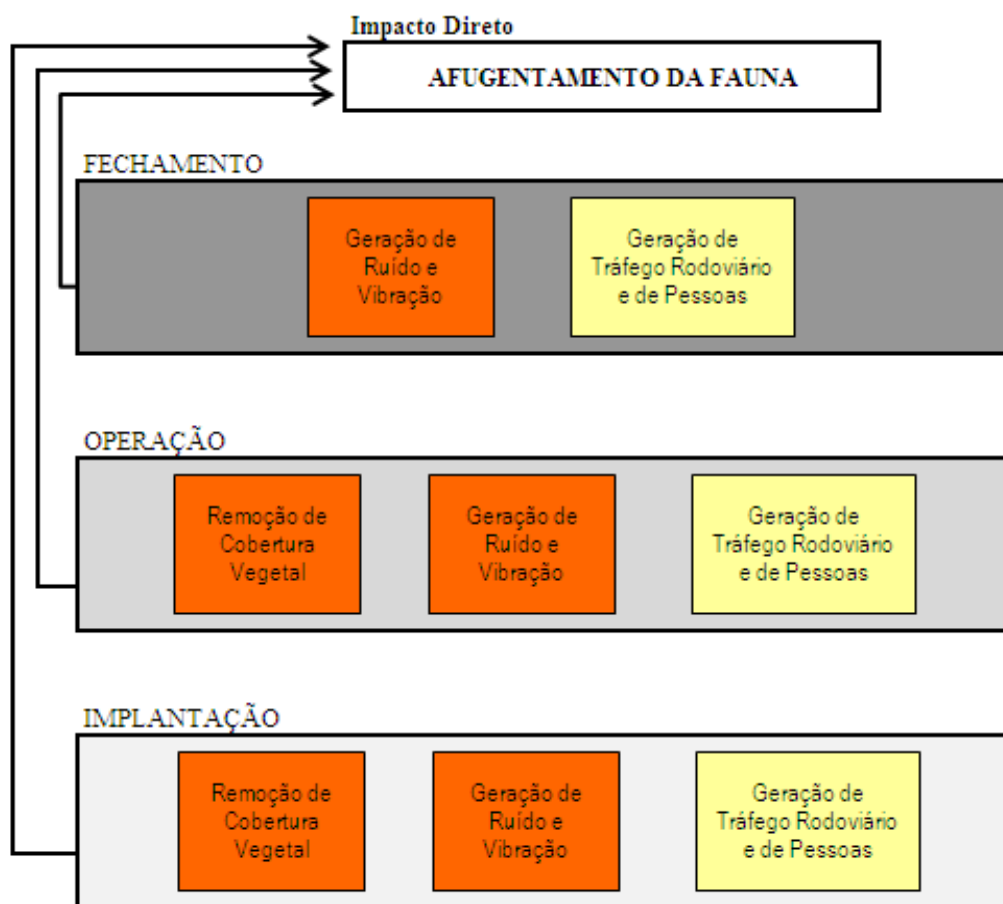
Este impacto é de natureza negativa e inerente ao empreendimento, já que com a remoção da cobertura vegetal e com a geração de ruídos causados pelo trânsito de máquinas e veículos pesados a fauna tende a fugir. Sua duração é temporária e é reversível, já que após a finalização das atividades e com a recomposição da vegetação existe uma tendência de restabelecimento das populações que compõem a fauna. Sua incidência é direta e indireta e ocorrerá em curto prazo. Apresenta também alta importância, média magnitude e alta significância.

Para a etapa de operação sua duração é temporária, reversível, incidência direta e indireta e ocorrerá em médio ao longo prazo, pois determinadas espécies tenderão a evitar o local e suas proximidades, até que ocorra um estabelecimento de determinadas populações adaptadas as atividades do empreendimento. A ocorrência é local, uma vez que as perdas poderão ser sentidas nas comunidades adjacentes da área diretamente afetada, apresentando assim alta importância, magnitude e significância.

Para a etapa de fechamento, o impacto assume baixa significância devido às pequenas dimensões a serem suprimidas, bem como ao menor número de pessoas contratadas para o fechamento do projeto.

Como medidas mitigadoras possíveis para este impacto têm-se o Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), Programa de Conservação e Biodiversidade Faunístico do Corpo S11, Plano de Controle e Monitoramento de Ruídos e Vibrações, Programa de Educação Ambiental e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

O impacto afugentamento de fauna descrito acima está apresentado na **Figura 8.4.2.8**.



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativo	Negativo	Negativo
Duração	Temporário	Temporário	Temporário
Incidência	Direto/Indireto	Direto/Indireto	Direto/Indireto
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Médio a longo prazo	Médio a longo prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Regional	Regional	Regional
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Média	Alta	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa

**FIGURA 8.4.2.8 – Fluxograma do Impacto de Afugentamento da Fauna.**

#### 8.4.2.8 Alteração do Índice de Atropelamento da Fauna

Para a instalação do empreendimento está previsto o alargamento das vias de acesso existentes, bem como a criação de novos acessos para as diversas estruturas do projeto. Essas mudanças na paisagem natural da área do empreendimento são seguidas de uma intensificação do tráfego de veículos e caminhões, devido ao aumento do fluxo de veículos no local. Essa alteração do tráfego, por sua vez, ocasiona uma intensificação na geração de ruídos, que juntamente com o aspecto remoção da cobertura vegetal, induzem o impacto de dispersão forçada da fauna, aumentando a probabilidade de atropelamentos nas vias de acesso.

Durante a realização do diagnóstico da mastofauna foram visualizados animais atravessando a estrada, como a onça parda (*Puma concolor*) e a onça-pintada (*Panthera onca*). Esses registros reforçam a relevância deste impacto na área, visto serem animais ameaçados de extinção e indicadores de ambientes com boa qualidade. Além desses, foram registrados, circulando nas vias de acesso do projeto, a raposa (*Cerdocyon thous*), o coati (*Nasua nasua*), a anta (*Tapirus terrestris*), o queixada (*Tayassu pecari*) e o caititu (*Pecari tajacu*), o veado mateiro (*Mazama americana*), o tapeti (*Sylvilagus brasiliensis*), a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), a cutia (*Dasyprocta* sp) e a paca (*Cuniculus paca*).

Para as espécies de aves, sofrerão maiores índices de atropelamentos aquelas com menor capacidade de fuga, fato comum às aves terrestres, como a azulona (*Tinamus tao*) e o inhambu-preto (*Crypturellus cinereus*), além daquelas que realizam vôos muito baixos (ou seja, com menos de 2,0 metros de altura do solo) ao atravessar as estradas sendo, por isto, facilmente atingidas pelos veículos, como o canarinho-do-campo (*Sicalis colombiana*).

Em períodos coincidentes com a ocorrência de incêndios em propriedades rurais adjacentes às áreas da ADA (área da Usina), maiores riscos de mortandades por atropelamento poderão ser verificados, visto o estresse que os exemplares da fauna serão acometidos, podendo se deslocar em direção às estradas.

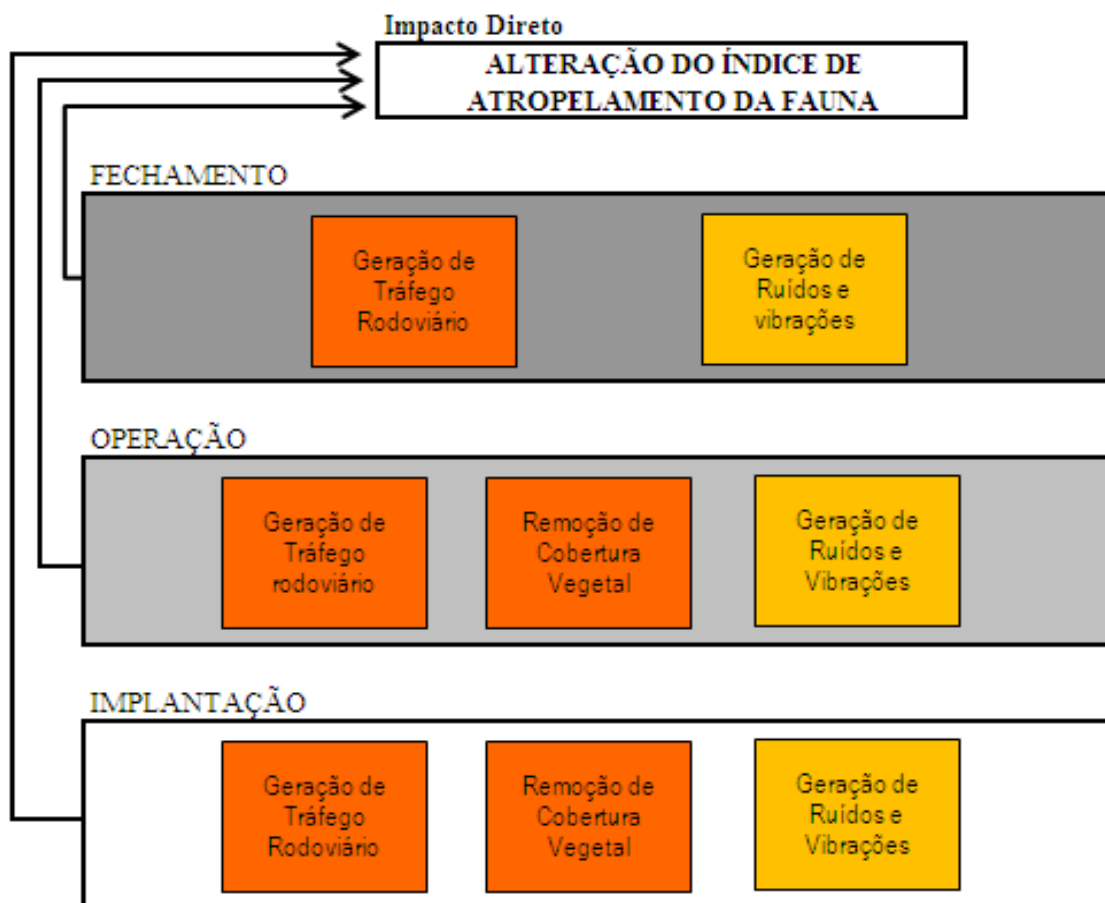
Cabe ressaltar que o óbito por atropelamentos poderá contribuir também com o declínio populacional da fauna, por reduzir, potencialmente, o número indivíduos das populações. Este é mais um fator a influenciar na perda de riqueza e diversidade de espécies da fauna na ADA e AID, principalmente tratando-se daquelas que já apresentam baixas densidades regionais como, por exemplo, os predadores de topo de cadeia.

Durante a fase de implantação este impacto pode ser avaliado como de ocorrência potencial, de natureza negativa, temporário, incidência direta, com prazo de ocorrência curto, reversível, de abrangência local, alta importância, e média magnitude e significância. Na etapa de operação este impacto pode ser igualmente considerado de alta importância, média magnitude e significância, uma vez que novas vias serão implementadas, e o fluxo de veículos e caminhões será intenso. Durante o fechamento do empreendimento todas as atividades descritas ocorrerão em escala bastante reduzida, sendo o atropelamento considerado um impacto de baixa importância, magnitude e significância.

São recomendadas como medidas de controle a fiscalização do limite de velocidade, a instalação de placas sinalizadoras de advertência da ocorrência de animais silvestres, que são ações contidas no Plano de Controle e Monitoramento de Ruídos e Vibrações e no Programa de Educação Ambiental. Além desses recomenda-se as medidas mitigadoras o Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio) e o Programa de Conservação e Biodiversidade Faunístico do Corpo S11.

O impacto alteração do índice de atropelamento da fauna descrito acima está apresentado na **Figura 8.4.2.9.**





**LEGENDA:**

**Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:**



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativo	Negativo	Negativo
Duração	Temporário	Temporário	Temporário
Incidência	Direto	Direto	Direto
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Média	Média	Baixa
Significância	Média	Média	Baixa

**FIGURA 8.4.2.9 – Fluxograma do Impacto de Alteração do Índice de Atropelamento da Fauna.**

#### 8.4.2.9 Alteração da Pressão de Caça, Pesca e Coleta Clandestina da Fauna

A abertura de postos de trabalho e a presença de trabalhadores para a implantação do projeto irá aumentar consideravelmente o número de pessoas circulando na área do empreendimento, estimado em 5.271 trabalhadores no pico da implantação das obras. Esta situação irá produzir a alteração da pressão de caça, pesca e de coleta clandestina de espécies, principalmente de animais cinegéticos, os quais possuem valor alimentar, comercial e de interesse para a domesticação.

Embora a maior parte do projeto esteja situada no interior da Flona de Carajás, o que diminui a prática de caça e pesca, o sítio a ser ocupado pelo empreendimento está muito próximo aos limites da Flona e de áreas de invasão clandestina. Além disso, são atividades comuns em comunidades de povos amazônicos (Peres, 1996), sendo culturalmente aceita e praticada pela maioria das pessoas residentes no sul do Pará.

Em toda a área avaliada do rio Sossego e lagos doliniformes localizados no platô não foram encontrados indícios de serem usados por pescadores profissionais. Moradores locais pescam para consumo próprio ou então para obterem exemplares para serem usados em tanques de criação. Esse resultado era esperado, visto o rio Sossego apresentar pequenas dimensões e ictiofauna constituída primariamente por espécies de pequeno porte conforme demonstrado através dos levantamentos. Assim, a pesca de subsistência mostrou ser pouco expressiva e atualmente parece ter pouco efeito sobre as populações de peixes explorados. Entretanto, essa condição guarda estreita relação com a baixa densidade populacional atual e que pode ser alterada em função de maior adensamento futuro.

Foram registradas na AID do empreendimento várias espécies da avifauna utilizadas no tráfico de animais, como por exemplo, a araracanga (*Ara macao*), muito coletada por ser falante e cativante; o azulão-da-Amazônia (*Cyanoloxia cyanooides*), o ameaçado bicudo (*Sporophila maximiliani*). Essa mesma situação se repete para certos grupos de mamíferos e quelônios que são procurados para a alimentação, tais como a cutia (*Dasyprocta agouti*), o porco do mato (*Pecari tajacu*) e os jabutis (*Chelonoidis* spp.), cágados (*Rinoclemmys punctularia* e a muçua - *Kinosternon scorpioides*) e tartarugas (*Podocnemis* spp.). Este fato, somado ao aumento significativo de pessoas na área, tenderá a aumentar a pressão da coleta sobre as espécies destes grupos. O aumento da mão de obra poderá causar também a perseguição de espécies, devido ao encontro com animais considerados muitas vezes perigosos, mesmo que equivocadamente, tais como serpentes não peçonhentas e peçonhentas, anfíbenídeos e alguns lagartos.

Para o grupo das aves, durante a remoção de cobertura vegetal, a coleta de exemplares poderá ser ainda maior, pois os filhotes de aves encontrados em ninhos poderão se tornar alvo fácil para captura devido à suas impossibilidades de fuga. Este fato é preocupante, uma vez que o número de espécies poderá ser reduzido por uma intensa coleta clandestina de exemplares em idade reprodutiva assim como filhotes, potenciais sucessores e mantenedores das populações.

Nas pastagens, principalmente, os “paliteiros” (árvores florestais queimadas, isoladas e deixadas ao tempo) facilitam o encontro de aves cinegéticas que nidificam nos troncos, tornando-as alvo certo às coletas clandestinas de filhotes nos ninhos, que poderão ser destiná-los ao comércio ilegal de fauna. Conforme comprovado *in loco*, em muitas dessas árvores, caçadores regionais já instalaram escadas artesanais em seus troncos, para a retirada anual de filhotes dos ninhos, principalmente de Psittacidae ameaçados de extinção ou regionalmente raros.

Deve-se salientar que a redução de populações de Psittacidae ameaçados de extinção ou regionalmente raros, bem como de outras espécies de aves cinegéticas, regionalmente raras e ameaçadas de extinção, como resultado da caça, captura clandestina de filhotes (Collar, 1992a) ou venda no comércio ilegal (CITES Appendix 1), vem sendo comprovada na Amazônia e em outras regiões brasileiras por diversos estudos (por exemplo, Guedes, 2004; Machado, 1998; Collar e Juniper, 1992a; Seixas e Mourão, 2000; Lima e Santos, 2005; Carrilho e Batista, 2007; Klemann *et al. in press*; Brandt *et al. em andamento*).

Uma vez que os Psittacidae são fiéis aos ninhos de reprodução, retornando ao mesmo tronco durante anos seguidos, a localização de seus filhotes por caçadores regionais será facilitada.

A pressão de caça pode produzir ainda novos impactos (indiretos), como o declínio populacional da fauna, pois a coleta indiscriminada reduz o número de indivíduos de componentes da população da espécie alvo; e a perda de riqueza e diversidade de espécies da fauna na ADA e AID

Assim, as consequências da pressão da caça e pesca podem ser avaliadas como de potencial ocorrência, natureza negativa, temporária, de incidência direta, com curto prazo de ocorrência, reversível, de abrangência local, de alta importância, alta magnitude e alta significância.

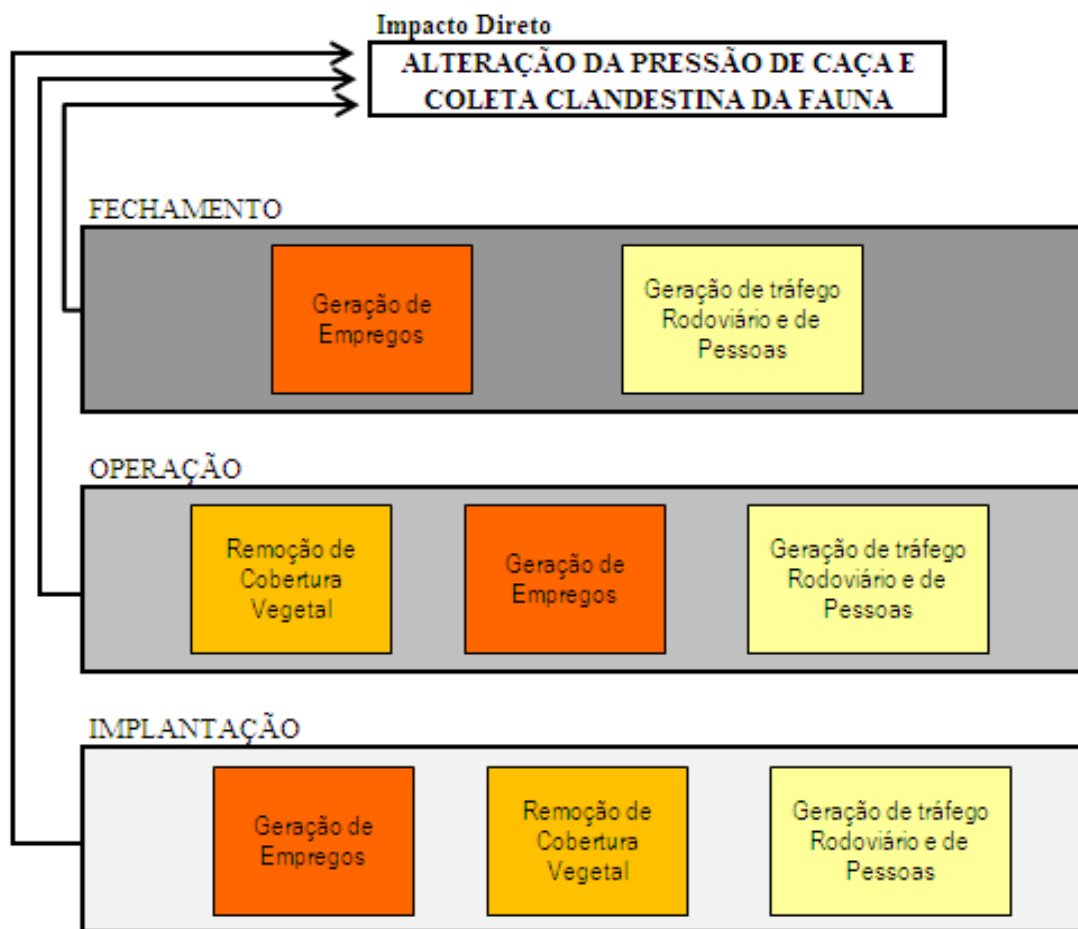
Com o início das atividades de operação e a redução de funcionários, estimada para cerca de um terço em relação à etapa de implantação (2.598 pessoas), a caça e pesca continuará sendo ainda um fator preocupante, levando-se em consideração que anteriormente não havia praticamente presença humana nas áreas florestais e de savana do empreendimento.

Neste sentido, para a fase de operação, este impacto é considerado e avaliado com alto grau de relevância, mas em menor intensidade que na fase implantação. Portanto, nessa etapa, a caça e a pesca podem ser consideradas de média magnitude e alta significância.

Na etapa de fechamento do empreendimento ocorrerá a desmobilização da mão-de-obra tornando o impacto de baixa relevância.

Como medida de controle é indicado o Programa de Educação Ambiental, voltados para conscientização dos funcionários sobre as consequências da pesca, caça e coleta clandestina de animais sobre a biodiversidade local. Como medidas mitigadoras indicam-se o Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio) e o Programa de Conservação e Biodiversidade Faunístico do Corpo S11.

O impacto alteração da pressão de pesca, caça e coleta clandestina da fauna descrito acima está apresentado na **Figura 8.4.2.10**.



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativo	Negativo	Negativo
Duração	Temporário	Temporário	Temporário
Incidência	Direto	Direto	Direto
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Alta	Média	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa

**FIGURA 8.4.2.10 – Fluxograma do Impacto de Alteração da Pressão de Caça e Coleta clandestina da Fauna.**

#### 8.4.2.10 Desequilíbrio das Comunidades Faunísticas Receptoras

Este impacto será gerado pela perda de hábitat e o afugentamento da fauna, ocasionados pela remoção da cobertura vegetal, abertura de postos de trabalho e geração de ruídos na área.

Os indivíduos que sobreviverem à remoção da cobertura vegetal irão se dispersar buscando ocupar, nos remanescentes adjacentes às áreas suprimidas, nichos que outrora ocupavam. A ocupação desses ambientes gera um aumento abrupto na densidade populacional acarretando em um desequilíbrio ecológico na comunidade. A capacidade de uma área em sustentar determinadas populações está diretamente relacionada à disponibilidade de recursos e de nichos ecológicos, gerando um aumento de competição por recursos, de disputa por territórios (Begon *et al.*, 2005) e no nível de estresse dos indivíduos (Teixeira *et al.*, 2007). No caso do Projeto Ferro Carajás S11-D, a competição se dará pela pequena oferta de nichos devido à estabilização das comunidades faunísticas, consequência do alto grau de conservação das áreas inseridas na Flona de Carajás.

O desequilíbrio das comunidades tem sido comprovado por diversas pesquisas, por exemplo, como consequência da sobreposição de áreas de vida entre populações de aves florestais e disputas por territórios, alertando para o comprometimento da manutenção da abundância, riqueza e diversidade, especialmente de grupos mais sensíveis aos distúrbios e ao isolamento de remanescentes de habitats naturais (p. ex. Howe, 1984; Harris e Silva-Lopez, 1992; Kattan *et al.*, 1994; Fahrig e Merriam, 1994; Rambaldi e Oliveira, 2003). De acordo com o diagnóstico foram registradas populações de aves florestais terrestres e de sub-bosque, como o uirapuru-vermelho (*Pipra aureola*), o papinho-amarelo (*Piprites chloris*) e a maria-leque (*Onychorhynchus coronatus*) que são muito frágeis e utilizam pequenos territórios como área de uso. A dispersão de suas populações provocará um desequilíbrio entre as populações residentes e imigrantes devido à alta probabilidade de sobreposição das áreas de uso.

As espécies que possuem exigências ecológicas mais restritas, com habitats específicos ou que apresentam associação com outras espécies, tendem a desaparecer em um curto espaço de tempo, resultando em uma alteração na composição das comunidades. Essa alteração de composição nas comunidades pode também provocar mudanças nos hábitos e habitats de certas espécies, favorecendo o aparecimento de espécies adaptáveis a ambientes antrópicos. O favorecimento de espécies da quiroptero fauna adaptáveis a ambientes antrópicos pode gerar a ocorrência de interações negativas com seres humanos (morcegos hematófagos e frugívoros; mordeduras, incômodos), tendo como consequência potencial principal, o fomento ao ciclo da raiva parálitica, caso o vírus rábico incida em alguma das populações de morcegos.

Cabe ainda ressaltar, conforme discutido anteriormente, os efeitos que o estresse oriundo da implantação de empreendimentos em uma área, pode causar nos diversos aspectos biológicos, ecológicos e comportamentais da fauna. Segundo um estudo de revisão de diversos artigos (Teixeira *et al.* 2007) evidenciou que a redução de espaços disponíveis ocasionada pela retirada da cobertura vegetal e implantação de empreendimento, aumenta o nível de agressão e injúrias em áreas receptoras, devido à indisponibilidade de recursos e aumento da competição. Isso aumenta a probabilidade de óbitos e altera o comportamento social da comunidade afetada (Neumann 1999, Eilam 2003).

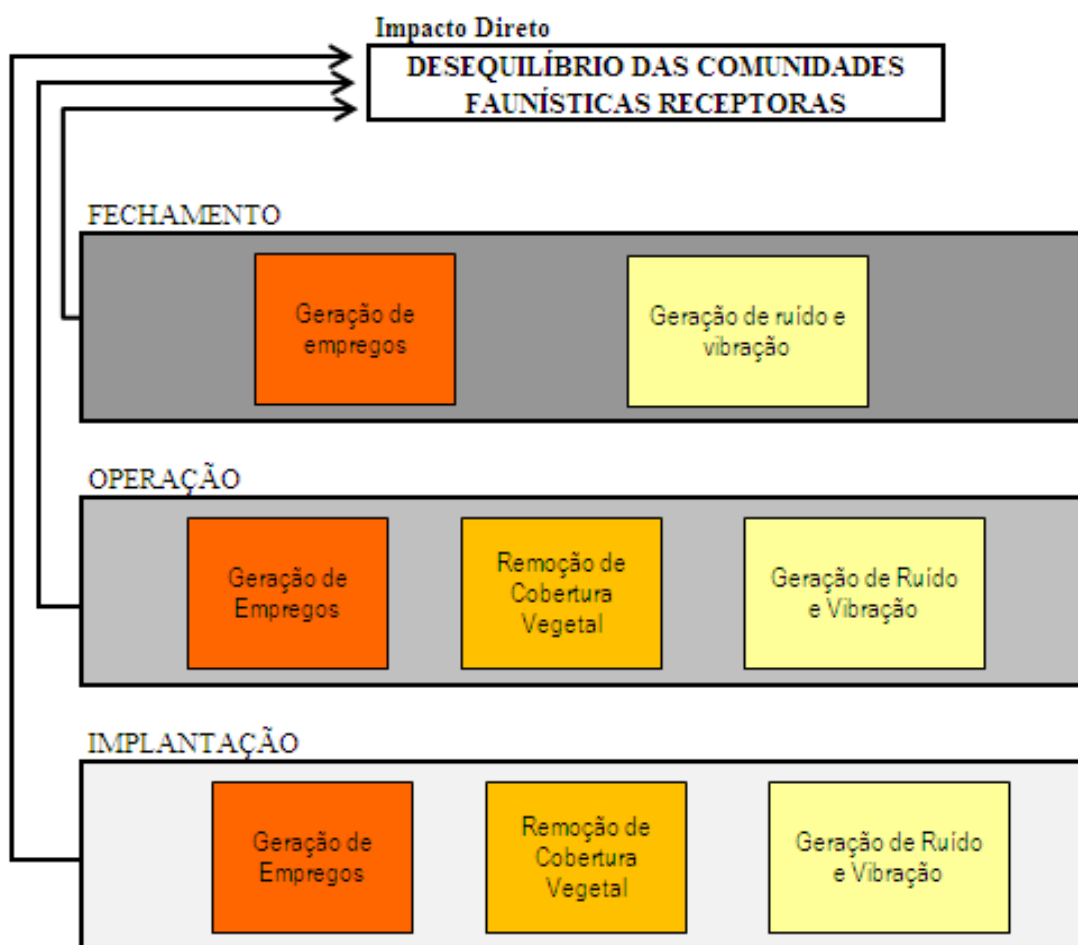
Visto o exposto, o desequilíbrio das comunidades nas áreas receptoras poderá também causar o declínio populacional de espécies da fauna na AID do empreendimento, acarretando em uma redução de riqueza e diversidade de fauna nessa área de influência. Contudo, a tendência, ao longo do tempo, é que a dinâmica da comunidade seja restabelecida.

Para a etapa de implantação e operação, este impacto pode ser classificado como inerente, de efeito negativo, duração temporária, incidência direta, curto prazo, reversível com o cessar das atividades, de abrangência local e alta importância, alta magnitude e alta significância.

Para a etapa de fechamento considera-se este impacto como inerente, de efeito negativo, duração temporária, incidência indireta, de médio a longo prazo, uma vez que as populações começarão a se estabilizar e colonizar as áreas recuperadas pelo Programa de Recuperação de Áreas Degradadas. Sua abrangência será local de média importância, baixa magnitude e significância.

O desequilíbrio das comunidades receptoras poderá ser minimizado e/ou acompanhado com a aplicação dos seguintes programas e planos: Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), o Programa de Conservação e Biodiversidade Faunístico do Corpo S11 e do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

O impacto desequilíbrio das comunidades faunísticas receptoras descrito acima está apresentado na **Figura 8.4.2.11**.



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativo	Negativo	Negativo
Duração	Temporário	Temporário	Temporário
Incidência	Direto	Direto	Indireto
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Médio a longo Prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Média
Magnitude	Alta	Alta	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa

**FIGURA 8.4.2.11 – Fluxograma do Impacto de Desequilíbrio das Comunidades Faunísticas Receptoras.**

#### 8.4.2.11 Perda de Riqueza e Diversidade e Declínio Populacional de Espécies da Fauna

Conforme discutido anteriormente, vários são os fatores que contribuem para o declínio das populações faunísticas. Esse declínio é decorrente dos seguintes aspectos: remoção da retirada de cobertura vegetal; mobilização de mão-de-obra; alteração dos níveis acústicos, geração de sedimentos, geração de resíduos sólidos e oleosos e alteração na estrutura viária local.

A perda de riqueza e diversidade de espécies da fauna, por sua vez, é resultado dos demais impactos avaliados anteriormente.

A retirada da cobertura vegetal diminui a área de uso disponível das espécies, que com as suas perdas de hábitat são forçadas a se dispersarem para as áreas adjacentes, ocasionando um desequilíbrio nas comunidades receptoras. Este desequilíbrio consequente do aumento abrupto de indivíduos provoca disputas por territórios e recursos, aumentando a competição local e o nível de estresse, além de resultar em possíveis injúrias. Estas situações somadas ou isoladamente, debilitam as espécies atingidas, promovendo um declínio na população das espécies da fauna.

Para o grupo das aves, poderá ocorrer declínio na população de exemplares mais frágeis, principalmente de espécies de aves terrestres e de sub-bosque, bem como de populações de aves campestres e generalistas que habitam as áreas savânicas, como os terrestres tico-tico-do-campo (*Ammodramus humeralis*), maria-branca (*Xolmis cinerea*) e canário-do-campo (*Emberizoides herbicola*) e a redução de riqueza e diversidade será sentida nas populações que apresentam baixas populações, como aquelas endêmicas, ameaçadas de extinção e regionalmente raras, como o uirapuru-vermelho (*Pipra aureola*), a azulona (*Tinamus tao*) e o aracuã-pequeno (*Ortalis motmot*).

Nas pastagens existem diversas árvores florestais esparsas e muito altas, como achichás (*Sterculia pruriens*), castanheiras (*Bertholletia excelsa*) e jatobás (*Hymenaea parvifolia*), cujos grossos troncos constituem sítios nidificatórios e reprodutivos de aves corticícolas, tais como os Psittacidae, Picidae e Ramphastidae. Dessas famílias ocorrem espécies ameaçadas de extinção e regionalmente raras, como o papagaio-campeiro (*Amazona ochrocephala*) e o anacã (*Deroptyus accipitrinus*). O corte das árvores poderá causar impactos negativos para a reprodução local dessas espécies, principalmente para as populações de arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*), que apresentam uma preferência pelos achichás.

A população desta espécie no Norte do Brasil é estimada em somente 500 exemplares (Scherer-Neto 2004 in Guedes, 2004), e apresenta naturalmente, baixas taxas reprodutivas, retornando anualmente ao mesmo ninho para uma nova reprodução. Foi comprovado por Guedes (2004), na região do Pantanal Matogrossense, a reutilização da mesma árvore para nidificação durante 12 anos seguidos de monitoramento contínuo da espécie, sendo que a maioria dos casais coloca em média dois ovos e somente um filhote sobrevive, o que denota uma necessidade de grandes cuidados parentais por parte dos pais e, por isso, muitos casais reproduzem somente de dois em dois anos. Neste raciocínio, o declínio de indivíduos representaria para a população uma diminuição relevante de representantes.



Acresce-se ao grupo da avifauna, o declínio de suas populações devido à mobilização da mão-de-obra contratada que poderá implicar em riscos de coletas predatórias de espécies de importância comercial e alimentar, bem como de filhotes de aves encontrados em ninhos durante a atividade de desmatamento. O atropelamento daquelas espécies mais lentas e, portanto, que apresentam uma menor habilidade natural de dispersão, também constitui um terceiro fator redutor ao número de exemplares de aves.

Também para o grupo da mastofauna não voadora, o atropelamento por maquinários e veículos em vias de acessos bem como a caça, correspondem os principais aspectos indutores ao declínio de suas populações. Conforme já mencionado foram registradas no diagnóstico ambiental da área de estudo diversas espécies potenciais de serem acometidas pelos supracitados impactos (p.ex. onça pintada, onça parda, raposa, quati, anta, queixada, caititu, veado mateiro, tapeti, capivara, cutia e paca). Acresce-se a esses aspectos, a remoção da cobertura vegetal, que atingirá as espécies que possuem menor capacidade de deslocamento (p.ex arborícolas e pequenos mamíferos), o que acarretará em um declínio de indivíduos.

Para o grupo dos mamíferos terrestres, ressalta-se a região de estudo, que é peculiar quanto às linhagens genéticas de várias espécies de pequenos mamíferos, representadas por haplótipos que apresentam elevados níveis de divergência genética entre as populações, sugerindo uma história evolutiva diferenciada quanto aos processos de colonização destas áreas (Costa, 2003) e, conseqüentemente, um genoma único, o qual poderá vir a ser perdido. Em relação aos primatas, pelo menos duas espécies registradas no Projeto Ferro Carajás S11-D podem sofrer conseqüências deletérias pela geração de ruídos, como o cuxiú (*Chiropotes satanas*) e o Bugio (*Alouatta belzebul*), os quais interagem por finalidades diversas, por exemplo na defesa de território, por meio de vocalizações (Rylands e Keuroghlian, 1988).

Já para a mastofauna voadora, a perda de hábitat, como a supressão de sítios cavernícolas e dos ambientes florestais serão as conseqüências mais relevantes ao declínio de suas populações. A perda de riqueza e diversidade afetará principalmente os grupos de hábitos cavernícolas como *Lionycteris*, *Lonchophylla*, e o *Nystalus* sp, cujo status taxonômico é incerto. Com relação ao meio florestal, a redução na riqueza afetará os numerosos representantes identificados durante o diagnóstico ambiental, sendo essa formação segundo o mesmo diagnóstico a mais rica em espécie

Para o grupo da herpetofauna, a remoção da cobertura vegetal afetará principalmente as espécies com baixa capacidade de dispersão, como anfíbios e lagartos de pequeno porte e espécies fossoriais, provando declínio de suas populações. A caça e perseguição por animais peçonhentos e cinegéticos terão igualmente implicações negativas e contributivas ao declínio das populações.

Além disso, outros fatores podem ser associados ao impacto em questão. Na etapa de implantação, a escavação do solo e a deposição de material em locais de uso da herpetofauna fossorial, que utiliza a camada de “top-soil”, seja enterrando-se ativamente ou utilizando orifícios escavados para a alimentação e/ou abrigo, afetará diretamente este grupo, provocando o seu desabrigo e morte.

Por sua vez, a alteração da qualidade da água e a variação do volume fluvial ou lacustre também afetarão diretamente os organismos aquáticos ou subaquáticos, que dependem destes mananciais para abrigo, alimentação e/ou local reprodutivo. O escoamento de toda a água dos lagos doliniformes conhecidos como “Violão” e “Amendoim” para as drenagens inferiores (rio Sossego) também merece destaque como elemento de alteração ambiental que pode alterar temporariamente as comunidades aquáticas. A alteração da qualidade das águas poderá gerar impactos para as espécies e/ou larvas aquáticas, como girinos, além de peixes e macroinvertebrados. Merece destaque as lagoas situadas nos platôs serranos do Projeto que constituem locais únicos em meio ao maciço florestal, bem como um recurso de dessedentação importante a manutenção diária de diversas espécies. Essas serão totalmente suprimidas ao final da operação.

Para a ictiofauna o empreendimento representará comprometimento pouco expressivo cujos impactos negativos deverão se expressar em baixa magnitude em uma seção restrita da drenagem. A supressão dos lagos doliniformes não representará perda da riqueza de espécies, pois os peixes existentes nesses ambientes são exóticos aos mesmos e de ampla distribuição na bacia do rio Parauapebas.

Populações faunísticas que apresentam acentuado declínio são consideravelmente, mais suscetíveis à extinção local em decorrência de três fatores: perda de variabilidade genética, flutuações demográficas por variações nas taxas de nascimento/mortes e alterações de importantes relações ecológicas controles à manutenção das comunidades naturais, como a predação, competição, polinização e dispersão zoocórica (Begon *et al.*, 2005). Assim, um declínio populacional dos componentes da fauna poderá induzir como efeito final a redução de sua riqueza e diversidade de espécies bem como uma redução de riqueza e diversidade de espécies da flora.

Diversas pesquisas (Howe, 1984; Harris e Silva-Lopez, 1992; Kattan *et al.*, 1994; Fahrig e Merriam 1994; Rambaldi e Oliveira, 2003) têm alertado para o comprometimento da manutenção da abundância, riqueza e diversidade de diversos grupos bióticos devido ao declínio populacional das espécies decorrente das diferentes atividades antrópicas e seus respectivos aspectos. Embora o impacto da redução de riqueza e diversidade de espécies seja uma consequência final dos efeitos dos diversos impactos, é importante salientar que o mesmo é diretamente dependente do grau de intensidade e do período de tempo de atuação que esses diversos impactos atuam no meio.

A riqueza de espécies é um dos parâmetros utilizados para mensuração e comparação da biodiversidade em regiões (Eisenbergh, 1999) e apresenta diversas implicações no meio. Ao considerar essas implicações, observa-se que a biodiversidade apresenta valores intrínsecos que se relacionam ao aspecto evolutivo das espécies, bem como valores extrínsecos dos quais se atribui importância social, econômica, estética, política e científica (Alho, 2008). Dentre esses valores extrínsecos, destaca-se o de cunho político que apresenta valor estratégico para o Brasil, uma vez que apresenta 30% de toda a biodiversidade florestal do mundo, possuindo um terço das espécies conhecidas pela ciência (Alho, 2008). Ressalta-se também o de valor científico, tendo a perda e/ou redução de espécies e sua diversidade uma implicação para a ausência de conhecimento sobre a história natural, comportamento, ocorrência, morfologia e genética das espécies, suas funções ecológicas dentro dos sistemas biológicos, e na impossibilidade de explorar a biotecnologia para a cura e prevenção de doenças. Acresce-se a essas implicações, a perda de riqueza advinda pela extinção de espécies que não apresentam adaptações suficientes

para sobreviverem em locais alterados (Chiarello, 2000), o que atua diretamente na história evolutiva das espécies e em seus *pool* gênicos.

Além do declínio populacional, outro fator preponderante no processo de perda de riqueza e diversidade de espécies, embora equivocadamente muitas vezes não lhe seja dada a real importância, é a geração de ruídos. Alguns estudos evidenciam uma diminuição de espécies e indivíduos devido à influência do ruído decorrente do tráfego de veículos e operação de máquinas (Calderon, 2005; Forman *et al.*, 2002).

Conforme já explicitado no impacto “Afugentamento da Fauna”, o ruído afugenta as espécies, o que desequilibra as comunidades receptoras, provocando um aumento de competição e estresse nas populações residentes e migrantes. Para as espécies que não conseguem dispersar, o ruído também provoca estresse. Como efeitos secundários do estresse têm-se mudanças no comportamento, interferência na reprodução, dificuldade de obter recursos alimentares, abrigo e locais propícios para reprodução, diminuição corporal, alterações fisiológicas e outros (Teixeira *et al.* 2007), que juntos ou unicamente, acarretam em um declínio na população dos indivíduos e consequentemente em uma perda local da riqueza e diversidade das espécies. Caso houver a extinção de uma espécie, a perda é ainda mais relevante.

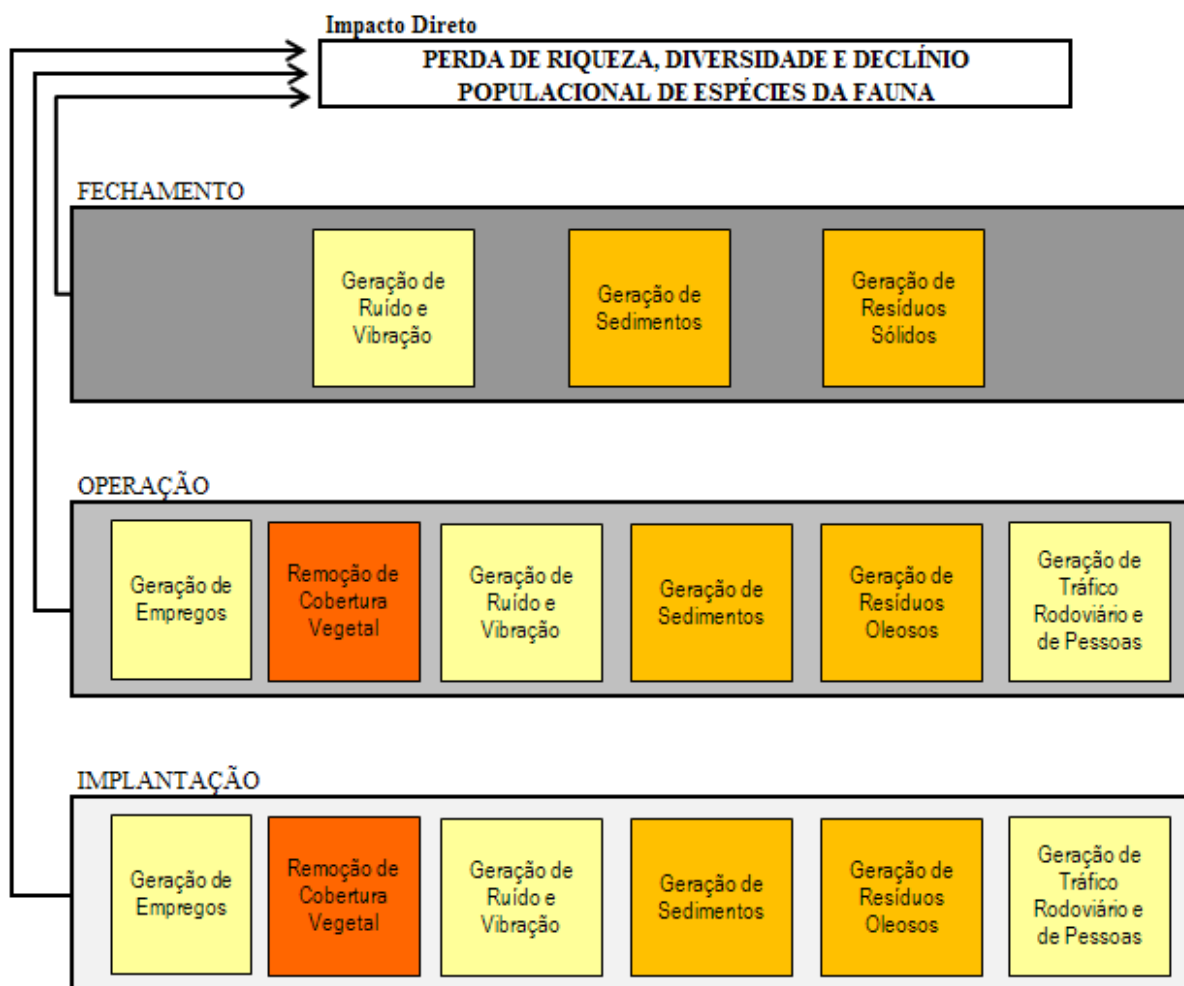
Para a etapa de implantação e operação, este impacto pode ser classificado como inerente, de efeito negativo, duração temporária, incidência direta e indireta, irreversível, de abrangência local e importante. Assim, classificado como de alta magnitude e alta significância.

Em relação ao prazo de ocorrência, possui efeitos em curto prazo na fase de implantação e operação, uma vez que haverá supressão de vegetação e o desenvolvimento dos impactos supracitados. Assim, é classificado como importante, de alta magnitude e significância.

Para a etapa de fechamento, acredita-se que com a execução das recomendações de medidas de controle/programas nesta etapa, este impacto tenha sido absorvido, podendo ser classificado com efeitos de médio a longo prazo, média importância, baixa magnitude e média significância.

Como medidas mitigação do impacto da perda de riqueza e diversidade de espécies da fauna e o declínio populacional de espécies da fauna propõem-se a execução de medidas previstas no Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), o Programa de Conservação e Biodiversidade Faunística de Carajás e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas. Como medida de compensação tem-se a aplicação do Plano de Compensação Ambiental.

O impacto declínio populacional de espécies da fauna descrito acima está apresentado na **Figura 8.4.2.12**.



**LEGENDA:**

**Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:**



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativo	Negativo	Negativo
Duração	Temporário	Temporário	Temporário
Incidência	Direta/Indireta	Direta/Indireta	Direta/Indireta
Prazo de Ocorrência	Médio a longo prazo	Médio a longo prazo	Médio a longo prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Média
Magnitude	Alta	Alta	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa

**FIGURA 8.4.2.12 – Fluxograma do Impacto de Declínio Populacional de Espécies da Fauna.**

#### 8.4.2.12 Criação de Sítios Artificiais para Abrigo e/ou Reprodução de Insetos Vetores de Doenças

Atividades típicas da fase de implantação podem gerar resíduos sólidos que são usados pelos mosquitos como abrigo ou locais de reprodução. Atividades como mobilização, operação e desmobilização de canteiros de obras, armazenamento de insumos, lavagem de máquinas e equipamentos, borracharias, escritórios, refeitórios, e outras produzem igualmente, grande quantidade de resíduos sólidos.

Estes resíduos contribuem com a criação de sítios artificiais para abrigo e/ou reprodução que podem ser usados pelos mosquitos vetores. A maior disponibilidade de água parada, empoçada em resíduos sólidos como pneus, latas, garrafas, rastros de pneus no solo e outros, favorece as espécies vetoras que ovipõem em poças de água com baixos níveis de oxigenação.

Estes locais artificiais são usados por algumas espécies de alguns gêneros (p.ex.: *Culex*, *Aedes*, *Ochlerotatus*) que reproduzem apenas em água limpa armazenada em reservatórios pequenos e normalmente semi-permanentes. Algumas espécies destes gêneros, especialmente *Aedes aegypti* transmissor da dengue, se adaptam muito bem a estes depósitos e se reproduzem rapidamente em pequenas quantidades de água acumuladas.

Nos ambientes florestais observa-se uma composição característica de insetos vetores, que apresenta uma interação direta com os fatores ambientais (p.ex regime hídrico) e seus respectivos hospedeiros. Quando essas interações são alteradas, seja pela remoção da cobertura vegetal ou pela deposição de resíduos sólidos e de sedimentos no solo ou na água, observa-se uma alteração no comportamento dos insetos vetores que de modo geral, reagem de duas formas: (1) migrando para áreas peri-domiciliares, ou (2) aumentando suas abundâncias, bem como alterando a composição de espécies presentes na comunidade entomofaunística.

Para o primeiro caso, as modificações ambientais provocadas pelas atividades inerentes à implantação do Projeto Ferro Carajás podem ocasionar a migração de flebotomíneos e outros vetores para regiões periurbanas e áreas antrópicas do próprio projeto, que se deslocam em busca de alimentos, abrigos e locais adequados para a reprodução. Isto ocorre porque a remoção da cobertura vegetal afugenta as espécies de vertebrados, que podem servir de potenciais hospedeiros e fonte de repastos das fêmeas, tornando o homem neste momento, responsável por estas funções. Neste sentido, a manutenção dos ambientes naturais é importante não apenas na conservação de locais apropriados para o desenvolvimento dos flebótomos, como também, para minimizar a relação homem-vetor.

A chegada de pessoas ou trabalhadores pode também aumentar a circulação de patógenos, uma vez que os hospedeiros animais diminuíram e os hospedeiros humanos aumentaram em número e facilidade de encontro com os insetos vetores. Caso uma pessoa ou trabalhador tiver portando a doença, insetos potenciais, ou seja, aqueles que podem transmitir a doença, mas não o fazem por não estarem contaminados, se tornam vetores reais, o que aumenta as populações de vetores na área. Ao mesmo tempo, o deslocamento de animais silvestres (reservatórios naturais) para imediações de moradias, pode aumentar o contato entre o homem e o patógeno.

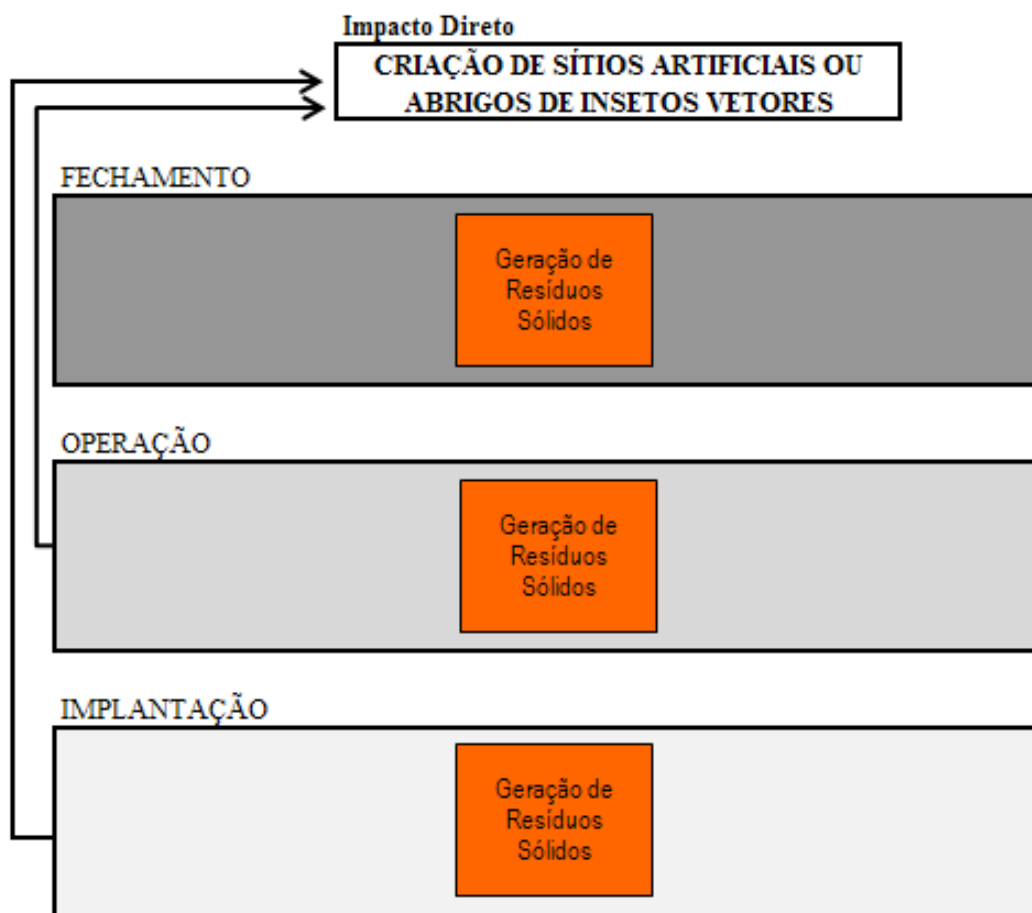
O impacto analisado é considerado como negativo, permanente, direto, de curto prazo para sua manifestação, reversível, local, importante e de alta magnitude e significância, nas fases de Instalação e Operação.

Durante a fase de fechamento as atividades do empreendimento irão gerar pouca supressão e um pequeno volume de resíduos sólidos quando comparada com as fases anteriores. Assim, a possibilidade de criação de sítios artificiais para abrigo e/ou reprodução será menor. Junto com as medidas de controle intrínsecas e medidas de gestão destes resíduos a tendência é de tornar este impacto insignificante.

O impacto analisado é considerado, portanto como negativo, temporário, direto, de curto prazo para sua manifestação, reversível, pontual, baixa importância e de baixa magnitude.

Como medidas de mitigação deste impacto indica-se os seguintes programas: Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), Programa de Educação Ambiental, Programa de Saúde e Segurança. Esses dois últimos programas visam a conscientizar os funcionários e a população da AID dos riscos da geração de resíduos sólidos e da proliferação de doenças tropicais. Como plano tem-se o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

O impacto Criação de sítios artificiais para abrigo e/ou reprodução descrito acima está apresentado na **Figura 8.4.2.13**.



**LEGENDA:**

**Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:**



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Negativo	Negativo	Negativo
Duração	Temporário	Temporário	Temporário
Incidência	Direto	Direto	Direto
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Pontual
Importância	Média	Média	Baixa
Magnitude	Alta	Alta	Baixa
Significância	Média	Média	Baixa

**FIGURA 8.4.2.13 – Fluxograma do Impacto de Criação de Sítios Artificiais para Abrigo e/ou Reprodução.**

### **8.4.3 Meio Socioeconômico**

#### **8.4.3.1 Alteração do Nível de Emprego**

As etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento em estudo abrangem atividades cuja realização torna necessária a mobilização de mão-de-obra.

A fase de implantação envolve a supressão da vegetação, a terraplenagem, as obras civis, as montagens eletromecânicas, segurança, fiscalização e acompanhamento de campo, entre outras atividades. Já 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 etapas do empreendimento acarretam a abertura de postos de trabalho e contratação de fornecedores e posterior fechamento dessas mesmas vagas em função do término das referidas atividades, bem como o encerramento dos contratos com os fornecedores, ocasionando, desta forma, 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 5.271 trabalhadores, incluindo pessoal da Vale e empresas contratadas. Para a mobilização desse contingente, serão priorizados os municípios de Canaã dos Carajás e Parauapebas, embora esses recursos humanos possam provir também da região sob análise, em especial de Marabá e outras partes do Pará.

Com o término desta etapa, o fechamento dos postos de trabalho associados e o encerramento de contratos com fornecedores irão aumentar o nível de desemprego da população.

Tal impacto acarreta, também, a elevação da pressão sobre as vagas existentes no mercado de trabalho, contribuindo para o aumento da economia informal. Entretanto, devido à inexistência de dados oficiais sobre o mercado informal de trabalho, não é possível avaliar tal impacto.

Por outro lado, os empregados irão adquirir experiência e qualificação profissional, facilitando a recolocação de algumas pessoas no mercado de trabalho, sendo que parte do contingente deverá ser reaproveitada para as atividades da etapa de operação. Além disto, considerando a existência de diversos empreendimentos minerários na região, os funcionários desmobilizados ao fim da etapa de instalação, poderão trabalhar em atividades de instalação ou operação desses projetos.

Quanto à etapa de operação, está prevista a geração de aproximadamente 2.600 empregos, dos quais 1.957 serão funcionários próprios da Vale. A terceirização será utilizada somente em situações estritamente necessárias e para serviços especializados, estimando-se um total de 641 funcionários terceirizados para custeio e de apoio operacional.

Com o fechamento da mina, parte deste contingente também será desmobilizado, aumentando o desemprego na região em estudo.



Por outro lado, a dinamização da economia ocasionada pelo empreendimento acarretará o surgimento de novos negócios na área de estudo do empreendimento, que irão originar vagas de trabalho voltadas principalmente para o setor de comércio e serviços, tanto públicos quanto privados, não vinculados diretamente com o Projeto Ferro Carajás S11D. Desta forma, a alteração no nível de empregos estende-se 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.

É importante ressaltar que as vilas de Canaã dos Carajás localizadas ao longo da estrada de acesso ao projeto, com ênfase em Mozartópolis, e as propriedades da ADA e de seu entorno não serão beneficiadas de forma significativa por este impacto, pois sua população ainda não possui perfil e qualificação necessários para preencher as vagas de trabalho que serão abertas pelo empreendimento.

O impacto é positivo, enquanto os postos de trabalho estão abertos e os contratos com os fornecedores estão vigentes, e, negativo, quando os postos de trabalho e os contratos com os fornecedores são encerrados. Sua abrangência é local, pois apesar de possuir potencial para atingir outros municípios do estado, Canaã dos Carajás e Parauapebas serão os locais priorizados para o recrutamento da mão-de-obra.

Na etapa de implantação ele é de alta magnitude, porque garante ganhos relevantes para a região, tendo em vista a geração de 5.271 novos empregos no pico da instalação. Sua importância é alta, considerando o número total de empregos existentes na área avaliada, e de alta significância, considerando-se o conjunto de critérios avaliados.

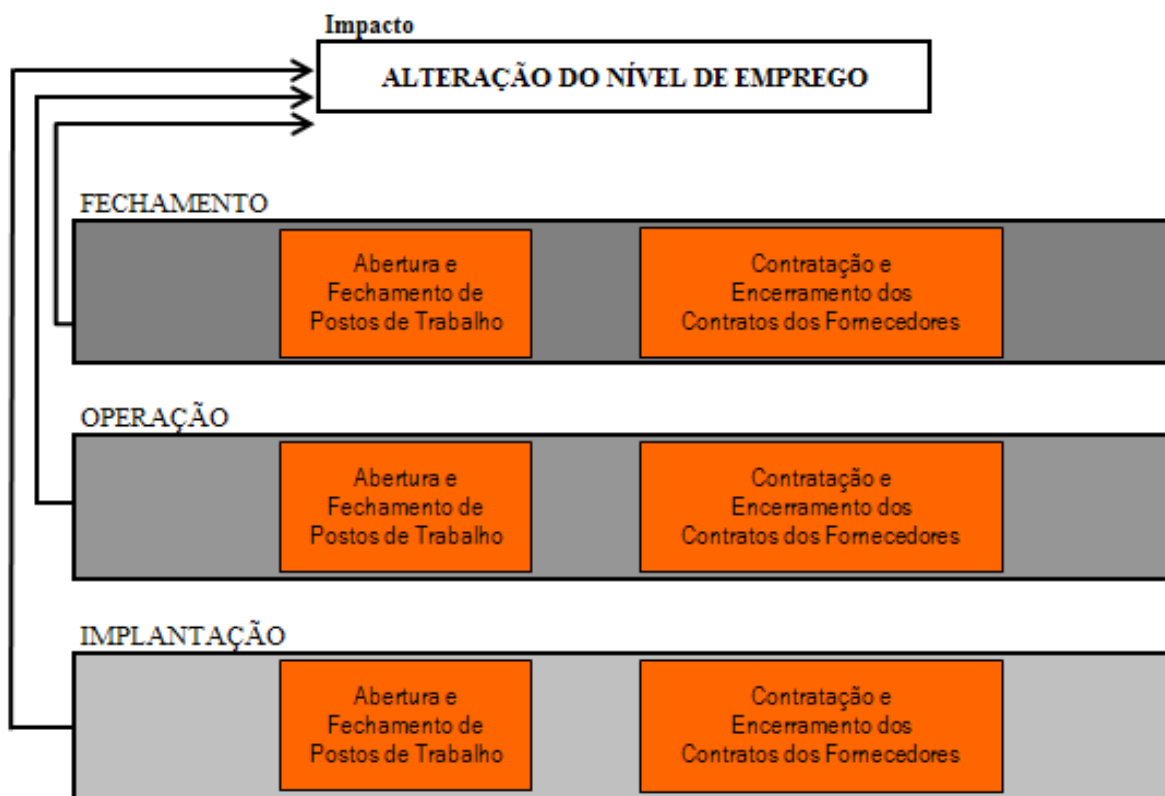
Na etapa de operação, o impacto ainda é avaliado como de alta magnitude, pois serão gerados aproximadamente 2.600 empregos durante 39 anos. Possui média importância, porque, apesar do significativo número de empregos gerados, considerando o fluxo migratório e o crescimento demográfico esperados para os dois municípios da área de estudo durante os anos de operação do projeto, a magnitude do impacto para essas localidades é diminuída. Além disso, parte dos cargos gerados durante esta etapa requer qualificação mais especializada e, como a região em estudo apresenta baixo estoque de mão-de-obra com esse grau de qualificação, a magnitude do impacto perde parte de sua expressividade. Sua significância permanece alta considerando-se o conjunto de critérios avaliados.

Por fim, na etapa de fechamento, o impacto é de baixa magnitude, pois as atividades de fechamento da mina irão gerar um número de postos de trabalho inferior às etapas anteriores. Possui baixa importância, já que o nível de emprego alcançado nas etapas anteriores não será alterado de forma significativa nessa etapa, 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.

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. Se forem verificadas alterações significativas, deverão ser planejadas ações para potencializar as características positivas do impacto descrito e controlar as negativas.

Será preciso implantar, também, 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.

O fluxograma a seguir ilustra a avaliação do impacto alteração do nível de emprego (**Figura 8.4.3.1**).



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO			
CRITÉRIOS	ETAPAS DO EMPREENDIMENTO		
	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	FECHAMENTO
Ocorrência	Real	Real	Real
Natureza	Positivo / Negativo	Positivo / Negativo	Positivo / Negativo
Duração	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direto	Direto	Direto
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Média	Baixa
Magnitude	Alta	Alta	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa

FIGURA 8.4.3.1 – Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração dos Níveis de Emprego.

#### **8.4.3.2 Inserção de Trabalhadores no Sistema de Seguridade Social**

As etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento em estudo abrangem atividades cuja realização torna necessária a mobilização de mão-de-obra.

No período de pico da etapa de instalação, está prevista a participação de um efetivo estimado de cerca de 5.270 trabalhadores.

Quanto à etapa de operação, está prevista a geração de aproximadamente 2.600 empregos, dos quais 1.957 serão funcionários próprios da Vale. A terceirização será utilizada somente em situações estritamente necessárias e para serviços especializados, estimando-se um total de 641 funcionários terceirizados.

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 alterará essa 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 Ferro Carajás S11D, é avaliado como direto, porque decorre das atividades de contratação de mão-de-obra do projeto, e de abrangência local, pois, apesar de possuir potencial para atingir outros municípios do estado, Canaã dos Carajás e Parauapebas serão os locais priorizados para o recrutamento da mão-de-obra.

Como no pico da etapa de implantação serão gerados cerca de 5.270 empregos formais, este 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.

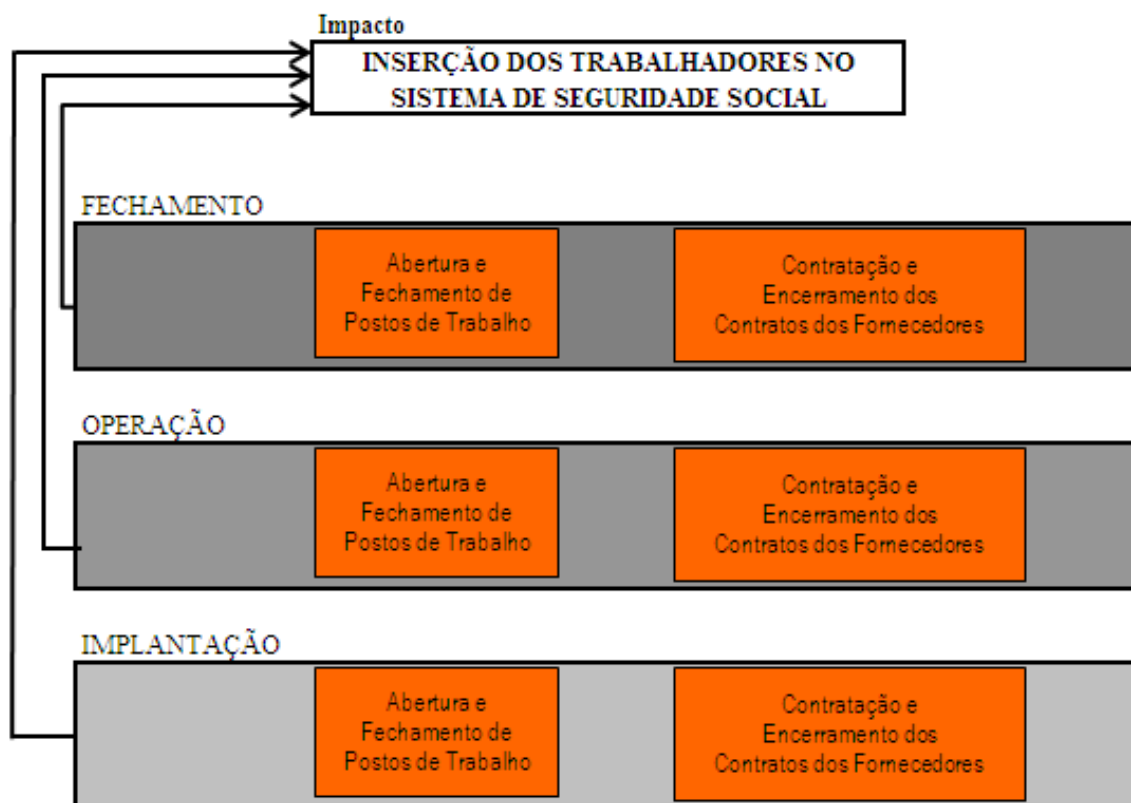
Durante a operação do empreendimento, o impacto ainda é avaliado como de alta magnitude, porque as atividades da etapa irão gerar aproximadamente 2.600 empregos durante 39 anos. Sua importância, porém, é avaliada como média, pois, apesar do significativo número de empregos gerados, considerando o fluxo migratório e o crescimento demográfico esperados para os dois municípios da área de estudo, durante os anos de operação do projeto, a magnitude do impacto para essas localidades 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, este impacto é de baixa magnitude. Já que o impacto será gerado somente no primeiro ano da etapa de fechamento, sua importância também é baixa. E, por fim, considerando-se o conjunto de critérios avaliados, na etapa de fechamento, o impacto possui baixa significância.

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. 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 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.

O fluxograma a seguir ilustra a avaliação do impacto inserção de trabalhadores no sistema de seguridade social (**Figura 8.4.3.2**).



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:

Baixa
Média
Alta
Crítica

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
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Média	Baixa
Magnitude	Alta	Alta	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa

**FIGURA 8.4.3.2 - Fluxograma de Avaliação do Impacto Inserção de Trabalhadores no Sistema de Seguridade Social.**

### 8.4.3.3 Alteração nos Níveis de Empregabilidade

Será necessário qualificar os trabalhadores contratados para melhor exercerem as funções necessárias às atividades de instalação e operação do empreendimento. Além desses treinamentos, eles ampliarão suas experiências profissionais ao longo do período em que estiverem executando suas atividades no empreendimento. Essas características são particularmente válidas para aqueles que se incorporam pela primeira vez a um emprego formal dessa natureza.

As questões antes mencionadas contribuem para o incremento da qualificação da mão-de-obra, tanto da Vale quanto das empresas contratadas. E esta 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 minerários 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, não 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 experiência adquirida durante as atividades do empreendimento.

As vilas de Canaã dos Carajás localizadas ao longo da estrada de acesso ao projeto, com ênfase em Mozartinópolis, e as propriedades da ADA e de seu entorno não serão beneficiadas de forma significativa por esse impacto, pois se estima que sua população não terá acesso expressivo às vagas de trabalho que serão abertas pelo empreendimento.

Considerando que o impacto de alteração nos níveis de empregabilidade decorre das atividades de treinamento e do exercício das atividades do projeto, sua incidência é direta. Como essa alteração exige certo prazo para se manifestar, o mesmo ocorrerá no médio a longo prazo. Sua abrangência é local, pois, apesar de se manifestar também na área de influência indireta, isto não ocorrerá com a mesma intensidade que na área de influência direta (Canaã dos Carajás e Parauapebas).

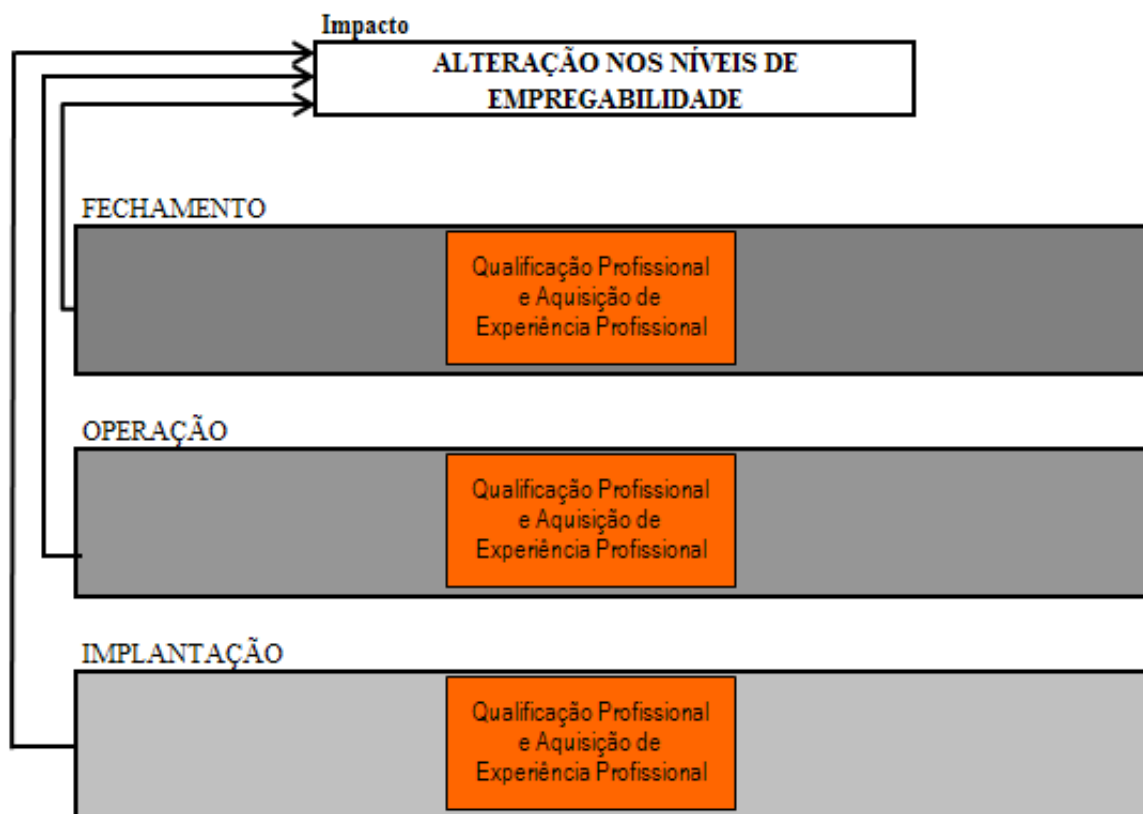
Como a qualificação e a experiência adquiridas pelos funcionários estarão voltadas, principalmente, para os setores específicos da mineração e irão beneficiar um elevado número de pessoas, nas etapas de implantação e operação, este impacto é de alta importância e magnitude. Apesar de a qualificação especializada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

O fluxograma a seguir ilustra a avaliação do impacto alteração nos níveis de empregabilidade (**Figura 8.4.3.3**).





**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



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
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Alta	Alta	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa

**FIGURA 8.4.3.3 - Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração nos Níveis de Empregabilidade.**

#### 8.4.3.4 Alteração nos Níveis de Renda

As etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento em estudo abrangem atividades cuja realização torna necessária a mobilização de mão-de-obra, com a conseqüente geração de empregos e o decorrente pagamento de salários.

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.

Como as vilas de Canaã dos Carajás localizadas ao longo da estrada de acesso ao projeto, com ênfase em Mozartópolis, e as propriedades da ADA e de seu entorno não serão beneficiadas de forma significativa pelo aumento no nível de emprego, sua população também não será expressivamente favorecida pela alteração positiva nos níveis de renda, decorrente do pagamento de salários pelo empreendimento.

O impacto alteração dos níveis de renda em decorrência do Projeto Ferro Carajás S11D, é avaliado como direto, porque decorre do aspecto de pagamento de salários, de curto prazo, já que se manifestará imediatamente após o início da atividade de geração de empregos e de abrangência local, pois compreende principalmente os municípios de Canaã dos Carajás e Parauapebas.

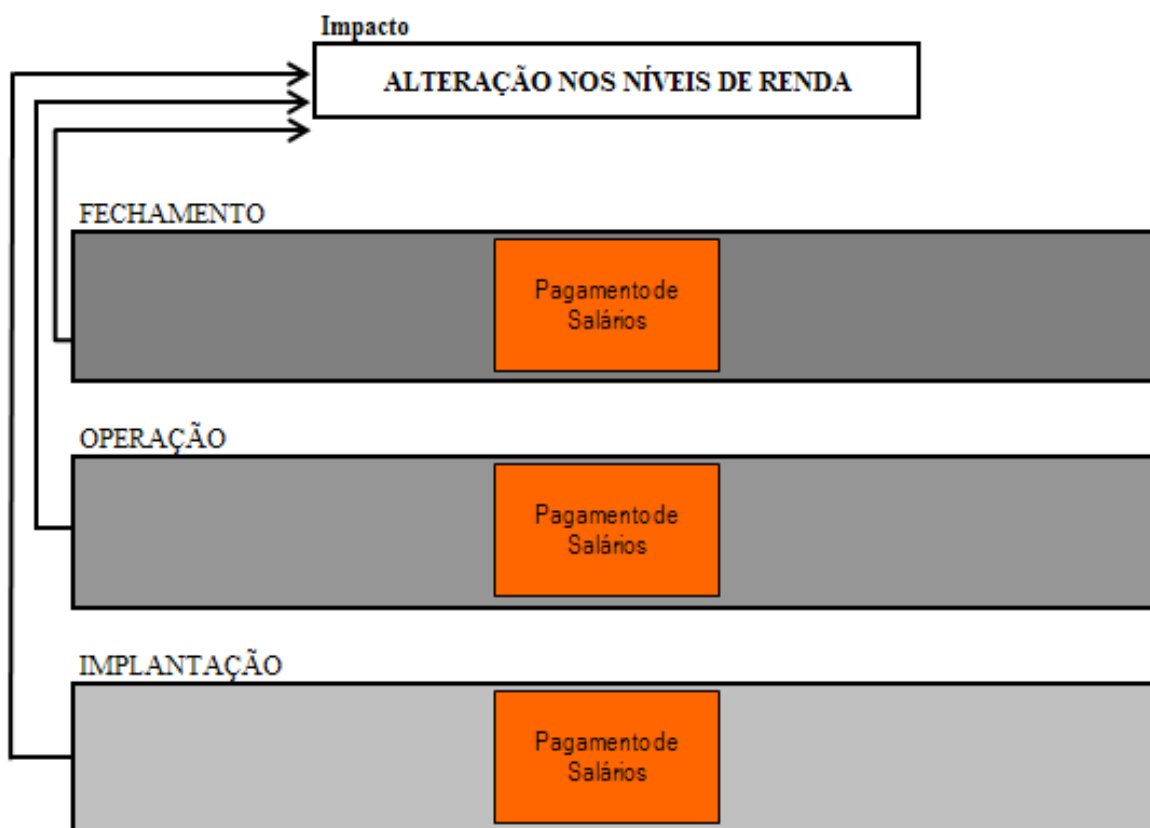
Na etapa de implantação, tendo em vista que serão pagos salários para um número elevado de empregados, e que a renda gerada em função disto irá garantir ganhos relevantes para os municípios considerados, este impacto possui alta importância e magnitude. Conseqüentemente sua significância também é alta.

Já na etapa de operação, como serão criados menos postos de trabalho que na etapa anterior, gerando salários para um conjunto menor de empregados, a magnitude do impacto é avaliada como média. Sua importância, no entanto, será alta, já que os salários, nessa etapa, 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 prolongado, de 39 anos. Considerando-se o conjunto de critérios avaliados, a alteração nos níveis de renda na etapa de operação é um impacto de alta significância.

Considerando 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, acarretando em salários mais elevados, a maior quantidade de postos de trabalho será gerada somente no primeiro ano do fechamento, diluindo a importância do impacto, por isso, sua importância é baixa. Por fim, considerando-se o conjunto de critérios avaliados, na etapa de fechamento, o impacto avaliado possui baixa significância.

Para planejar e orientar ações 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 Socioeconômico Local.

O fluxograma a seguir ilustra a avaliação do impacto alteração dos níveis de renda (**Figura 8.4.3.4**).



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



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
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Alta	Média	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa

FIGURA 8.4.3.4 - Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração dos Níveis de Renda.

#### 8.4.3.5 Alteração das Condições de Desempenho das Empresas

Para a instalação e operação do Projeto Ferro Carajás S11D, será necessário adquirir insumos - tais como areia, brita, cimento, ferro, tijolos, madeira e concreto, entre outros, além de ferramentas, máquinas e equipamentos, e contratar serviços, como os de alimentação, transporte de pessoal e de cargas, vigilância, manutenção e outros.

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 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 movimento conduz ao fortalecimento dos negócios locais e regionais e, conseqüentemente, contribui para a dinamização da economia, que será avaliada posteriormente neste capítulo.

É importante ressaltar que as vilas de Canaã dos Carajás localizadas ao longo da estrada de acesso ao projeto, com ênfase em Mozartópolis, não serão beneficiadas forma significativa por esse impacto de, pois não possuem empresas com qualificação e perfil adequado para atender ao porte e tipo da demanda que será criada pelo empreendimento.

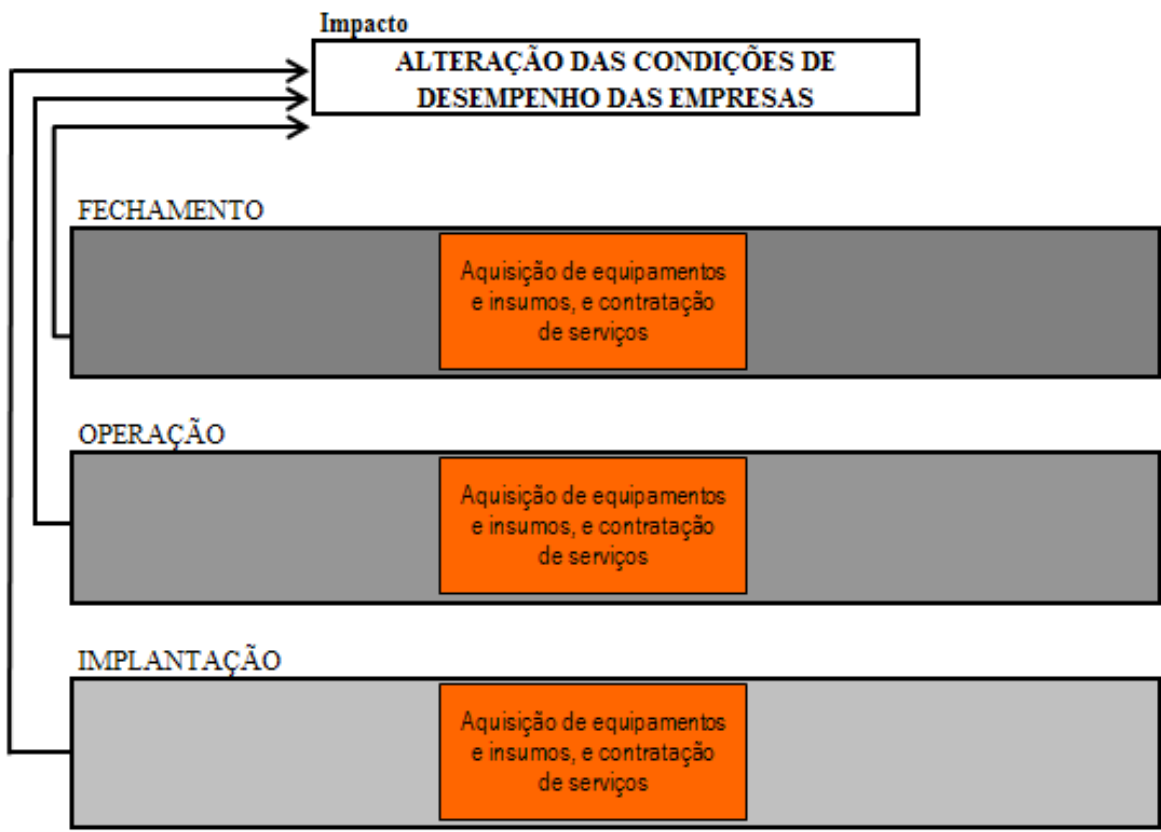
A incidência deste impacto é direta, pois ele decorre do aspecto de aquisição de insumos e contratação de serviços. Como irá se manifestar não só em Canaã dos Carajás e Parauapebas, mas também em Marabá, sua abrangência é regional.

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, nestas etapas, ele possui alta significância, considerando-se o conjunto de critérios avaliados.

Já na etapa de fechamento o impacto é de baixa importância e magnitude, porque as atividades de fechamento 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 planejar e orientar ações para potencializar os efeitos benéficos do empreendimento sobre as empresas, deverá ser implementado o Programa de Desenvolvimento de Fornecedores.

A **Figura 8.4.3.5** apresenta o fluxograma de avaliação do impacto alteração das condições de desempenho das empresas.



**LEGENDA:**

**Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:**

Baixa
Média
Alta
Crítica

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
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Regional	Regional	Regional
Importância	Alta	Alta	Baixa
Magnitude	Alta	Alta	Baixa
Significância	Alta	Alta	Baixa

**FIGURA 8.4.3.5 - Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração das Condições de Desempenho das Empresas.**

#### **8.4.3.6 Alteração nas Condições Econômicas**

Nas etapas de implantação, operação e fechamento, o Projeto Ferro Carajás S11D realizará as atividades de contratação de mão-de-obra e de empresas fornecedoras de insumos e serviços.

Conforme descrito no **item 8.4.3.5**, a demanda por insumos e serviços acarreta a alteração do nível empresarial, devido ao aumento do faturamento, à melhoria da qualificação e do desempenho e à geração de oportunidades e novos negócios.

Tais efeitos são multiplicados e atingem outros setores que não estão 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, conseqüentemente, para o aumento das demandas por insumos, reforçando a cadeia produtiva.

Marabá, Parauapebas e Canaã dos Carajás 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 Ferro Carajás S11D.

As vilas Feitosa e Ouro Verde poderão registrar a dinamização de suas economias, pois estão localizadas ao longo da via de acesso ao projeto e, portanto, seu setor terciário poderá se beneficiar com as demandas por serviços de alimentação e hospedagem e do comércio pelos usuários da estrada.

Mozartinópolis, por sua vez, está sujeita tanto à face positiva quanto à negativa do impacto. Por um lado, sua economia poderá ser favorecida pela demanda por serviços e comércio, em decorrência do aumento da circulação de pessoas na região. Por outro lado, alguns habitantes da vila sobrevivem da agropecuária, utilizando as fazendas próximas para desempenhar essa atividade, que tende a ser alterada em função da instalação do empreendimento.

Já o perfil produtivo das propriedades da ADA e de seu entorno tende a ser completamente alterado, tanto pela aquisição de imóveis pelo empreendedor quanto pela especulação imobiliária que ocorrerá na região. Além disto, diversas pessoas trabalham como empregados nas fazendas, de forma temporária e permanente, e poderão ser impactadas negativamente pela alteração das condições econômicas de tais estabelecimentos.

O impacto é avaliado como positivo na medida em que traz benefícios para a região analisada, e negativo, quando traz prejuízo, como no caso de Mozartinópolis. Sua incidência é indireta, porque decorre de impactos de alteração nos níveis de renda da população e nos níveis empresariais. Possui abrangência local, pois, apesar de se manifestar também regionalmente (principalmente em Marabá), isto não ocorrerá com a intensidade esperada para Canaã dos Carajás e 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, 39 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, aquisição de insumos e contratação de serviços, com a diminuição da demanda em relação às etapas anteriores. Assim, ele possui baixa significância.

Para planejar e orientar ações que contribuam 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 Socioeconômico Local.

#### **8.4.3.7 Alteração na Arrecadação Financeira Municipal**

A demanda por insumos e serviços para a instalação e operação do projeto em estudo implicará no recolhimento de tributos, 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.

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

Por outro lado, a utilização econômica dos recursos minerais do território na etapa de operação ocasiona o recolhimento da CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais), calculada a uma alíquota de 2% sobre o valor do faturamento líquido obtido por ocasião da venda do produto mineral. 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<sup>1</sup>. Como 65% dos recursos da CFEM são destinados ao município produtor, essa arrecadação irá representar um incremento significativo na receita de Canaã dos Carajás.

---

<sup>1</sup> Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral. Disponível em: <[www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br)>. Acessado em: 30/10/2008.

É importante ressaltar que a CFEM está prevista no art. 20, § 1º, da Constituição Federal, e regulamentada pelas Leis nºs 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. Como o minério será extraído no território de Canaã dos Carajás, Parauapebas não receberá recursos provenientes da CFEM, contando somente com os montantes procedentes dos impostos gerados pelo fornecimento de insumos e serviços.

As vilas de Canaã dos Carajás localizadas ao longo da estrada de acesso ao projeto (Feitosa, Ouro Verde e Mozartópolis), as propriedades da ADA e de seu entorno não receberão repasses financeiros, mas poderão ser beneficiadas pelas ações municipais que serão patrocinadas por tais recursos.

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, a área de influência direta (AID).

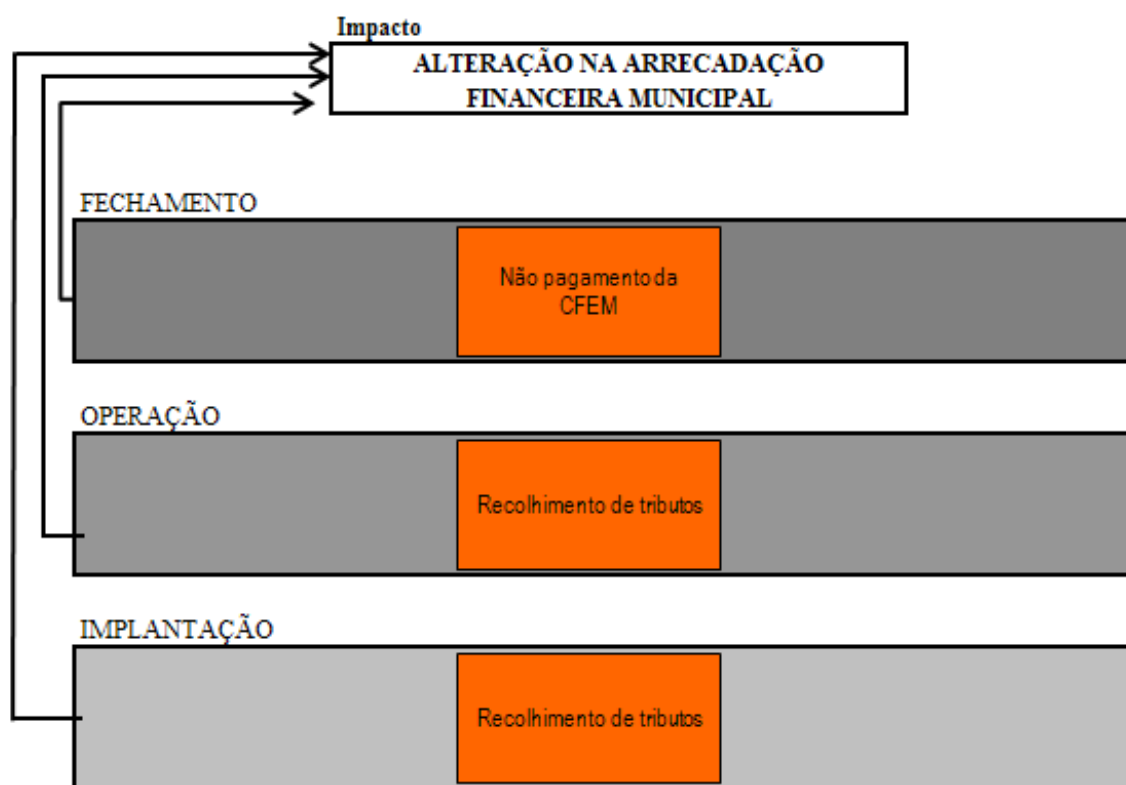
Nas etapas de implantação e operação serão geradas oportunidades para a realização de investimentos em infraestrutura básica e em prestação de serviços públicos por parte dos governos locais, em decorrência do aumento da arrecadação tributária municipal, levando à possibilidade de melhoria das condições socioeconômicas dos municípios. Sendo assim, o impacto possui um caráter positivo e de alta importância. 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. Considerando-se o conjunto de critérios avaliados, possui alta significância.

Durante a etapa de fechamento, cessarão as atividades geradoras do impacto e, conseqüentemente, haverá a diminuição da arrecadação tributária municipal e da capacidade de investimentos em infraestrutura básica e em prestação de serviços públicos por parte dos governos locais. 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 relacionadas 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 impacto descrito, será necessário 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.

Na seqüência pode ser visualizado o fluxograma de avaliação do impacto de alteração na arrecadação financeira municipal (**Figura 8.4.3.6**).





**LEGENDA:**

**Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:**

Baixa
Média
Alta
Crítica

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
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Irreversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Alta	Alta
Magnitude	Alta	Alta	Alta
Significância	Alta	Alta	Alta

**FIGURA 8.4.3.6 - Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração na Arrecadação Financeira Municipal.**

#### **8.4.3.8 Alteração no Fluxo Migratório**

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, devido ao efeito expulsor do contexto socioeconômico precário existente naquela área.

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 as existentes no lugar onde residem. Dessa forma, quando informações sobre a instalação de empreendimentos começam a se difundir, elas se propagam até as regiões geradoras do fluxo migratório.

Quando se inicia a etapa de instalação e, conseqüentemente, ocorre 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 são procurados pelos migrantes como possibilidade efetiva de mudança de suas condições de vida. Assim, as pessoas susceptíveis a esse apelo se dirigem à região do empreendimento, tanto expulsas pela falta de oportunidades em seus locais de origem quanto atraídas pelas possibilidades de melhorar sua situação socioeconômica. Algumas dessas pessoas conseguem trabalho e renda, enquanto outras aí se instalam e permanecem, muitas vezes em situação de vulnerabilidade social. Outras voltam aos lugares de origem ou partem 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 locais de vida, representando, também, um elemento motivador do deslocamento de pessoas em direção à região do empreendimento.

A alteração do fluxo migratório pode ocorrer desde a AID até a AII. Entretanto, tal impacto tem significância diferenciada em cada espaço.

Conforme visto no diagnóstico, a AID está constituída pelos municípios de Canaã dos Carajás e Parauapebas, onde se estima que o impacto do incremento do fluxo migratório será significativo, pois essas localidades constituem as cidades mais próximas ao empreendimento que apresentam infraestrutura mais satisfatória, pois contam com hospitais, comércio e oferta de serviços variados. Assim, hoje já são os locais mais procurados pela população. É importante lembrar também que Canaã dos Carajás passou por experiência de atração migratória semelhante com a Mina do Sossego, que contribuiu para o aumento de mais de 115% de sua população entre 2000 e 2007. É importante ressaltar, ademais, que, mesmo que o fluxo migratório diminua, os efeitos decorrentes desse impacto continuarão a ser verificados na área de estudo, já que um elevado percentual de pessoas nela permanece, mesmo com a entrada do empreendimento em operação.

Com relação aos municípios da AII, é necessário considerar que o Projeto Ferro Carajás S11D 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.

A população situada no entorno e na ADA do território onde se pretende instalar as estruturas do empreendimento também tenderá a aumentar e poderá ocorrer a especulação imobiliária dos terrenos.

As vilas Feitosa e Ouro Verde também poderão perceber o aumento do fluxo migratório, pois estão localizadas ao longo da via de acesso ao projeto, a uma distância do empreendimento menor que a apresentada por Canaã dos Carajás.

No caso de Mozartinópolis, tal tendência é ainda mais elevada, pois a vila está situada muito próxima ao projeto, representando um local com potencial para fixação de pessoas.

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, a AID.

Desta forma, o impacto de alteração no fluxo migratório tem um caráter negativo e reversível, pois quando cessam a veiculação de informações sobre o empreendimento e a abertura de postos de trabalho, o fluxo migratório tende a diminuir. Sua abrangência é local, pois não se manifesta de forma significativa além da AID.

Na etapa de implantação possui alta importância e magnitude, pois pode levar a um aumento considerável da população na AID trazendo alterações expressivas para a qualidade ambiental da região considerada. Assim, nesta etapa, sua significância 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 ocorrida ao fim da etapa de instalação. Assim possui média importância, magnitude e conseqüentemente 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 por ele influenciada.

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 da área.

Também 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. Se forem verificadas alterações significativas, deverão ser planejadas ações para minimizar suas conseqüências.

O fluxograma a seguir (**Figura 8.4.3.7**) ilustra a avaliação do impacto de alteração no fluxo migratório.



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:

Baixa
  Média
  Alta
  Crítica

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	Direto	Direto	Direto
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Médio	Irrelevante
Magnitude	Alta	Média	Baixa
Significância	Alta	Média	Insignificante

**FIGURA 8.4.3.7 - Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração no Fluxo Migratório.**

#### **8.4.3.9 Alteração nas Condições de Vulnerabilidade Social e de Ocupação Irregular**

A divulgação da futura implantação de um projeto do porte e com as características do Projeto Ferro Carajás S11D, 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 desse 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 nas cidades e vilas próximas ao empreendimento, às vezes com a família, exerce pressão sobre serviços públicos como habitação popular, 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, da violência, aspectos que, por sua vez, tendem a se associar a outras questões sociais, como o tráfico de drogas.

Esse impacto deverá ter maior repercussão em Canaã dos Carajás, devido à maior facilidade de acesso, aliada à infraestrutura urbana de que dispõe. Entretanto, as vilas Feitosa e Ouro Verde também poderão perceber os efeitos do impacto, pois se estima que elas serão alvo do incremento do fluxo migratório, já que estão localizadas ao longo da via de acesso ao projeto, a uma distância do empreendimento menor que a apresentada por Canaã dos Carajás.

Da mesma forma, Mozartinópolis deverá verificar as conseqüências deste impacto, pois a vila está situada muito próxima ao projeto, representando um local com elevado potencial para fixação de pessoas.

Em decorrência do que foi apresentado, o impacto alteração nas condições de vulnerabilidade social e de ocupação irregular tem um caráter negativo e uma incidência indireta, pois decorre do impacto de alteração do fluxo migratório. Sua abrangência é local, e ele é irreversível, porque mesmo que o fluxo migratório diminua, muitas pessoas permanecerão na AID, já que Canaã dos Carajás 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, mesmo depois de encerradas as atividades do Projeto Ferro Carajás S11D.

Na implantação, este impacto é de alta importância, porque traz problemas relevantes para os municípios considerados. Sua magnitude também é alta, tendo em vista elevado fluxo migratório que é esperado. Portanto, possui alta significância.

Na etapa de operação, o impacto tem média importância e magnitude, pois nela também ocorre o efeito da instalação de pessoas em situações de vulnerabilidade social e de ocupação irregular na AID, embora em menor escala e com maior exigência de 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.

#### **8.4.3.10 Alteração na infraestrutura básica**

Na fase de implantação, o aumento do citado fluxo migratório e o conseqüente incremento populacional ocasionam pressão sobre a infraestrutura básica (rede de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, coleta de resíduos sólidos, infraestrutura viária), bem como sobre equipamentos e serviços sociais, como os de saúde, educação, esporte e lazer, transporte, segurança e habitação. 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 compressão da infraestrutura existente, devido ao aumento do fluxo de caminhões e de ônibus necessários para a consecução das atividades do empreendimento.

Os serviços públicos de saúde serão pressionados por meio de consultas, internações e atendimento aos familiares dos empregados, além da população atraída. Para que se possa dimensionar o tamanho da demanda criada, as estatísticas do SUS para a atenção básica estimam 2,5 consultas médicas per capita por ano e 3 consultas odontológicas per capita por ano, além dos procedimentos de enfermagem.

Esse impacto deverá ter maior repercussão na sede urbana de Canaã dos Carajás, pois se estima que a cidade será alvo de intensa migração, elevando a demanda sobre a infraestrutura básica, os equipamentos e serviços sociais. As vilas Feitosa e Ouro Verde também poderão perceber os efeitos do impacto, pois se estima que elas também serão alvo do incremento do fluxo migratório, já que estão localizadas ao longo da via de acesso ao projeto, a uma distância do empreendimento menor que a apresentada por Canaã dos Carajás.

Mozartinópolis também deverá verificar as conseqüências deste impacto, pois a vila está situada muito próxima ao projeto, representando um local com elevado potencial para fixação de pessoas.

A instalação de alojamentos para a residência dos empregados ajuda a minimizar o efeito da alteração na infraestrutura básica, nos equipamentos e serviços sociais, pois evita que os trabalhadores se instalem na cidade mais próxima e recorram a seus serviços básicos e atividades de lazer. Entretanto, o impacto continuará existindo, em função da migração de pessoas, inclusive das famílias dos empregados do empreendimento.

Desta forma, o impacto alteração nas condições da infraestrutura básica, dos equipamentos e serviços sociais tem um caráter negativo, e uma incidência indireta, já que 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 Canaã dos Carajás oferece melhores condições de vida do que os locais de origem dos migrantes. Dessa forma, as situações de pressão sobre a infraestrutura, equipamentos e serviços básicos permanecerão existindo, mesmo depois de encerradas as atividades de implantação do Projeto Ferro Carajás S11D. Sua abrangência é local, pois não se manifesta de forma significativa além da AID.

Na etapa de implantação é esperado um elevado fluxo migratório para Canaã dos Carajás, que trará problemas relevantes para a qualidade ambiental da região considerada, portanto, o impacto é avaliado como de alta importância e magnitude. Conseqüentemente 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 magnitude. Assim, considerando-se o conjunto de critérios avaliados, nesta 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 infraestrutura básica e sobre equipamentos e serviços sociais, mesmo que de forma atenuada. Assim, nesta etapa, o impacto é avaliado como de baixa importância e 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 influência 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 da área.

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 conseqüências.

No caso específico da saúde, para os trabalhadores contratados e seus familiares, deverão ser tomadas medidas como a contratação de planos assistenciais de natureza privada; celebração de convênios com os gestores municipais de Canaã dos Carajás, de Marabá e de Belém para o atendimento da demanda acrescida nos serviços de saúde.

#### **8.4.3.11 Alteração nos Níveis de Conforto da População**

As atividades do Projeto Ferro Carajás S11D representam um elemento de interferência na rotina dos habitantes da área de estudo. A modificação das condições pré-existentes leva ao surgimento de incômodos à população, alterando os níveis de conforto antes existentes.

O aspecto de intensificação do tráfego no sistema viário e o impacto de alteração do fluxo migratório ocasionam distúrbios no cotidiano da população local. Além disto, a veiculação de informações sobre o empreendimento e sobre a aquisição de propriedades acarreta o surgimento de expectativas por parte dos habitantes locais, contribuindo para a alteração nos níveis de conforto da população, que pode suspender ou diminuir suas atividades produtivas na região em reação às incertezas sobre questões relacionadas à negociação. Tais efeitos serão percebidos de forma intensa pela população das vilas de Canaã dos Carajás localizadas ao longo da estrada de acesso ao projeto (Feitosa, Ouro Verde e Mozartópolis), as propriedades da ADA e de seu entorno.

O incremento do fluxo migratório e seus efeitos associados, como a alteração nas condições de vulnerabilidade social e de ocupação irregular e a pressão sobre a infraestrutura básica, os equipamentos e serviços sociais, também contribuem para o surgimento de incômodos à população, tanto pela presença de estranhos na região, alterando o cotidiano e as relações de vizinhança dos moradores locais, quanto pela dificuldade em utilizar as estruturas e serviços do município, devido à elevação da demanda.

É importante ressaltar que a instalação de alojamentos para a residência dos empregados ajuda a minimizar o efeito da alteração nos níveis de conforto da população, pois evita que os trabalhadores se instalem nas cidades próximas e diminui a necessidade de que eles se dirijam a tais localidades para acesso a serviços básicos e atividades de lazer. Entretanto, o impacto continuará existindo de forma significativa, em função da migração de pessoas, inclusive das famílias dos empregados do empreendimento.

Desta forma, o impacto de alteração nos níveis de conforto da população tem incidência direta, pois decorre do aspecto de intensificação do tráfego no sistema viário, e também indireta porque decorre do impacto de alteração do fluxo migratório.

Na etapa de implantação ele é avaliado como de alta magnitude e importância devido ao elevado número de pessoas que deverão se dirigir e se instalar em Canaã dos Carajás trazendo alterações expressivas para a qualidade ambiental da região. Sua significância é, portanto, alta.

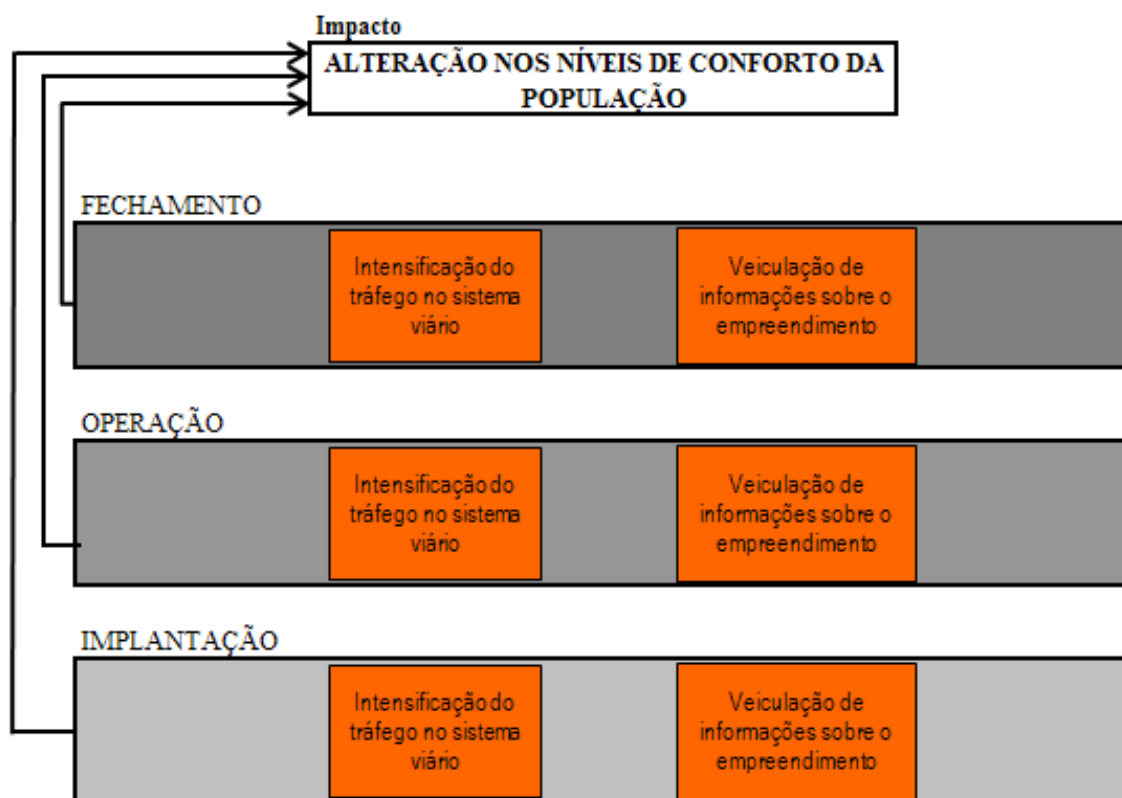
Na operação, o número de caminhões que circularão para transporte dos produtos não será elevado. Além disso, estima-se que nessa etapa o fluxo migratório e seus efeitos associados diminuirão, diluindo o impacto sobre o conforto da população. Assim, o impacto é avaliado como de média magnitude. Como os efeitos serão distribuídos ao longo de 39 anos, possibilitando que a população se habitue às novas condições, ele também possui média importância. Considerando-se o conjunto de critérios avaliados, na operação, este impacto possui média significância.



Estima-se que o fim do empreendimento ocasionará alguma retração da economia local, fator que, associado ao término do pagamento da CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais) e de outros tributos, contribuirá para alterar as condições socioeconômicas da área de estudo e os níveis de conforto da população. Assim, na etapa de fechamento, o impacto avaliado é de alta magnitude. No entanto, como haverá diminuição do fluxo migratório e seus efeitos associados, diminuindo o efeito do impacto sobre a qualidade ambiental da região considerada, ele possui média importância. Analisando todos os critérios, nesta etapa, o impacto é de alta significância.

Para mitigar o impacto de alteração dos níveis de conforto da população será necessário implementar o Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos e também o Programa de Educação Ambiental, com o objetivo de orientar a população a lidar melhor com os impactos.

O fluxograma a seguir ilustra a avaliação de impacto ambiental do impacto de alteração nos níveis de conforto da população (**Figura 8.4.3.8**).



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



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	Direto/Indireto	Direto/Indireto	Direto/Indireto
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local
Importância	Alta	Média	Média
Magnitude	Alta	Média	Alta
Significância	Alta	Média	Alta

**FIGURA 8.4.3.8 - Fluxograma de Avaliação do Impacto Alteração nos Níveis de Conforto da População.**

#### **8.4.3.12 Alteração das Condições de Saúde da População**

A alteração das condições de saúde da população é causada pela abertura de postos de trabalho e pela alteração no fluxo migratório, com o aumento de oportunidades de transmissão de doenças infecciosas.

Quanto à etapa de implantação, um empreendimento com as características do Projeto Ferro Carajás S11D demanda a execução de uma série de atividades, como a supressão da vegetação, terraplenagem, implantação de canteiro de obras, alojamento, estruturas da usina de beneficiamento e demais unidades. Por um lado, tais atividades envolvem o contato direto de trabalhadores de nível básico, técnicos e auxiliares com o ambiente silvestre. Por outro, implica também o convívio de expressivo quantitativo dessas pessoas de fora com os moradores da área em estudo, tanto nas vilas de Canaã dos Carajás localizadas ao longo da estrada de acesso ao projeto (Feitosa, Ouro Verde e Mozartinópolis), as propriedades da ADA e de seu entorno.

Esses trabalhadores de fora são predominantemente homens, jovens e solteiros, tendendo à prática de sexo inseguro, especialmente nos momentos de lazer ou de folga, quando desfrutam de maiores oportunidades de interação social com a população de suas cidades de origem ou daquelas que se encontram mais próximas ao empreendimento. Como consequência, tem-se também o aumento do número de gravidezes, em especial de adolescentes, estatística hoje já elevada na área.

Ademais, empreendimentos de grande porte também costumam atrair população de outras áreas, em busca de oportunidades de trabalho e renda. Ou seja, tais efeitos não se restringem aos trabalhadores no empreendimento, pois essas pessoas atraídas pelo projeto também entram em contato com outros grupos populacionais, propagando as consequências do impacto sob análise.

Em que pesem todos os procedimentos médicos admissionais, os trabalhadores contratados costumam manifestar doenças que se encontravam em estágio subclínico ou em período de incubação. Além disso, essas doenças costumam também ser adquiridas fora do ambiente de trabalho, no contato com outras populações. Acrescenta-se o fato de que os serviços de saúde existentes na região já são hoje insuficientes para atender a demanda dos municípios de Canaã dos Carajás e Parauapebas, conforme se encontra descrito no diagnóstico deste estudo.

Ademais, o apontado incremento populacional pelo fluxo migratório acarreta o aumento do número de casos de endemias e também favorece a introdução de novas endemias na região, em função do deslocamento de pessoas infectadas de outras partes do estado e do país. A rotatividade da mão-de-obra que geralmente ocorre em empreendimentos dessa natureza é outro fator importante de disseminação de enfermidades.

A presença de numerosos trabalhadores com as características apontadas, ademais dos migrantes atraídos, facilita, portanto, a disseminação de enfermidades típicas do mencionado ambiente, a saber:

- Doenças provocadas por vetores, decorrentes de fatores como: alteração da qualidade das águas; maior produção de resíduos sólidos que favoreçam as populações de vetores – em especial aqueles que necessitam de áreas úmidas para sua reprodução -; retirada da cobertura vegetal; e presença dos trabalhadores em matas e outros ambientes propícios à criação e expansão de vetores de doenças de importância médica. De acordo com o diagnóstico de saúde realizado para o Projeto Ferro Carajás S11D, o ambiente considerado abriga inúmeras espécies de vetores de doenças que atingem o homem, tais como leishmaniose tegumentar

americana (úlceras de Bauru), leptospirose, malária, dengue, febre amarela, oncocercose, mansoniase, filariose etc. Os vetores responsáveis por essas doenças compreendem várias espécies de mosquitos, moscas, artrópodes, roedores e animais silvestres. Além disso, os vetores de hábitos hematofágicos causam grande incômodo às pessoas e provocam alergias e dermatites, que exigem atendimento ambulatorial;

- Doenças sexualmente transmissíveis, problema presente em todos os tipos de empreendimentos que mobilizam grande número de trabalhadores, e aumento do número de gravidezes, em especial entre adolescentes, conforme demonstrado pela experiência dos serviços de vigilância em saúde no país;
- Doenças infecciosas, como tuberculose, meningites, hepatites virais, amebíase, giardíase, gastroenterites, doenças respiratórias, verminoses gastrintestinais, micoses, alergias etc.

Em decorrência das características examinadas, o impacto de alteração das condições de saúde da população é temporário, tendo em vista sua duração transitória, desde que o diagnóstico e o tratamento das doenças sejam providenciados com a necessária urgência. Possui incidência indireta, pois decorre dos impactos de alteração no nível de empregos e alteração no fluxo migratório, e abrangência regional, pois, apesar de se manifestar principalmente na área em que se dará a intervenção ou em seu entorno imediato, pode se propagar para áreas mais distantes, em especial no caso da malária e da febre amarela, devido ao envolvimento de trabalhadores originários de locais diversos.

O fato de um elevado número de pessoas passarem a habitar a região durante a implantação do empreendimento, associado ao alto índice de endemismo de doenças na área de estudo, faz com que o impacto tenha média importância nesta etapa. Em relação à dimensão total possível para a incidência desse impacto, ele é analisado como de média magnitude. Tendo em vista a avaliação do conjunto de critérios considerados, na etapa de implantação ele tem significância média.

Durante a etapa de operação, o contato direto com o ambiente silvestre e os vetores de importância médica que nele vivem acontecerá apenas para um pequeno número de trabalhadores, principalmente os encarregados das atividades de manutenção. Em decorrência, o impacto alteração nas condições de saúde da população é avaliado como de **baixa magnitude**, importância e significância.

Na etapa de fechamento, o impacto é insignificante, devido ao reduzido número de funcionários que serão necessários para desempenhar as atividades intrínsecas a essa fase. No entanto, faz-se necessária a recomposição de ambientes degradados nas áreas silvestres, provocando o contato dos trabalhadores responsáveis pela citada atividade com habitats naturais de várias espécies de vetores de importância médica.

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. Se forem verificadas alterações significativas, deverão ser planejadas ações para potencializar as características negativas do impacto descrito, por meio do Programa de Saúde. Além disso, o Programa de Educação Ambiental também irá contribuir para diminuir a significância do impacto.

#### **8.4.3.13 Impacto relativo ao Patrimônio Natural**

Com relação ao patrimônio natural, dois aspectos devem ser levados em consideração. O primeiro se refere à necessária intervenção para o desenvolvimento da lavra no Bloco D. O segundo decorre da pressão sobre todo o Corpo S11 e as cachoeiras do Rio Sossego, durante as etapas de instalação e operação do empreendimento.

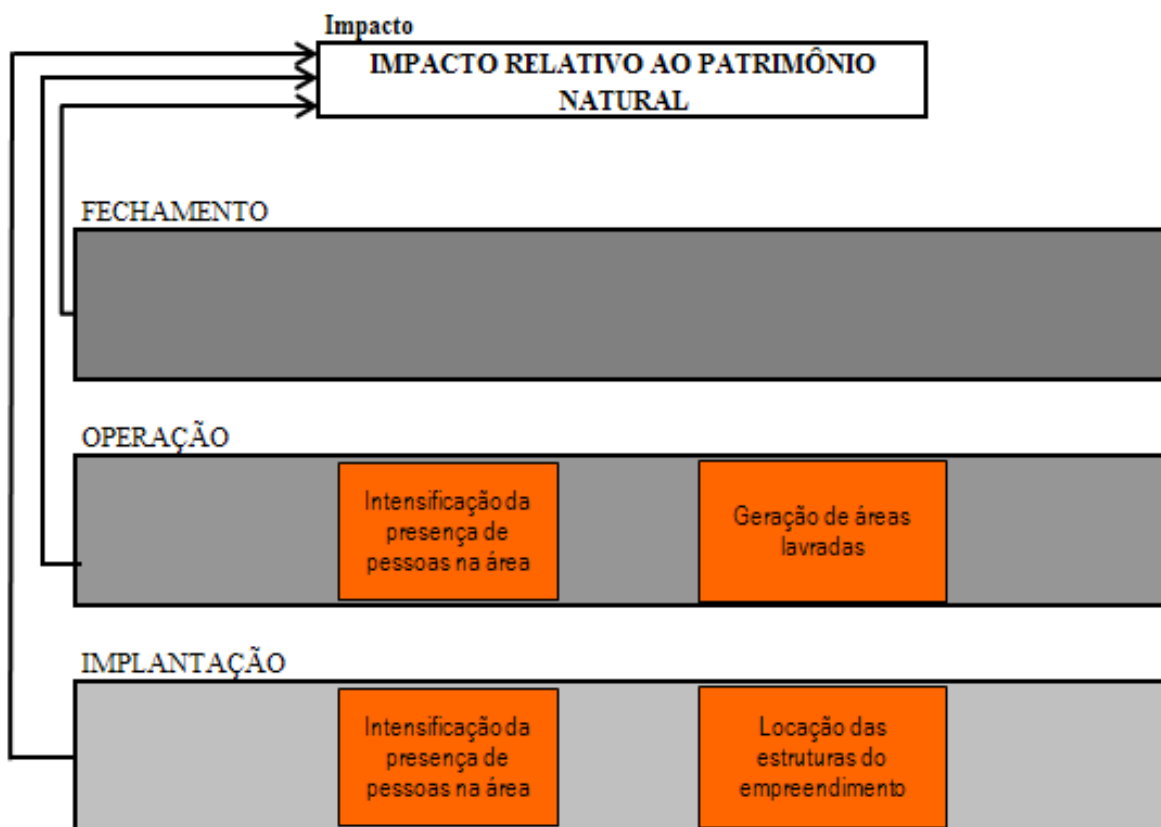
Conforme assinalado ao longo do projeto, esta unidade de terreno comporta lagoas, cavernas e cachoeiras que serão suprimidas para o desenvolvimento do empreendimento. Significa que tais fatores ambientais que compõem o potencial turístico naquele espaço serão interferidos tanto durante a etapa de instalação do empreendimento como em sua operação.

Na etapa de instalação o impacto ocorrerá pelo grande contingente populacional que frequentará o local, mais especificamente os trabalhadores. Nesta etapa é esperada uma pressão não só nos atributos com potencial turístico do Bloco D, mas em todo o Corpo S11, bem como nas cachoeiras localizadas no rio Sossego. As cachoeiras do rio Sossego podem sofrer pressão de visitação durante a etapa das obras e da operação dada a possibilidade de acesso a pé tanto pelos trabalhadores responsáveis pela implantação e operação das estruturas ligadas à mina, como àqueles ligados à construção e operação da Usina de Beneficiamento e demais estruturas que a circundam.

É importante destacar que na etapa de operação, o desenvolvimento da cava produzirá a supressão permanente de parte do patrimônio natural e, ao mesmo tempo, poderá gerar uma sobrecarga sobre as áreas lindeiras portadoras de atributos de interesse da população. Não se pode deixar de destacar que a Vale poderá atuar no sentido da mitigação ou controle desta interferência, pois será responsável pela vigilância de suas estruturas, fato que poderá ser estendido aos terrenos de entorno onde tais atributos se fazem presentes.

Para controlar o impacto relativo ao patrimônio natural, será necessário implantar o Programa de Educação Ambiental e Patrimonial. E para compensá-lo propõem-se a implantação do Subprograma Criação da Unidade de Conservação.

O fluxograma a seguir ilustra a avaliação do impacto comprometimento de bens constituintes do patrimônio natural (**Figura 8.4.3.9**).



**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:

Baixa
Média
Alta
Crítica

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	-
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	-
Abrangência	Local	Local	-
Importância	Alta	Média	-
Magnitude	Alta	Média	-
Significância	Alta	Média	-

**FIGURA 8.4.3.9 - Fluxograma de Avaliação do Impacto Relativo ao Patrimônio Natural.**

#### **8.4.3.14 Impacto Relativo à Comunidade Xikrin**

Considerando as informações apresentadas no item “Comunidade Xikrin”, o empreendimento Projeto Ferro Carajás S11D, ou qualquer outro empreendimento que venha a ser instalado no entorno da TI Xikrin do Catete, não deve ser analisado isoladamente.

Neste sentido, não foram identificados impactos que incidissem direta ou indiretamente sobre este grupo étnico e que pudessem ser resultantes unicamente das atividades do empreendimento em pauta. Não cabe, pois, neste licenciamento, o estabelecimento de medidas mitigadoras junto ao grupo, posto que a interferência sobre eles resulte da sinergia histórica do contato com a sociedade nacional e suas múltiplas facetas que envolvem atividades econômicas não apenas minerárias, mas extrativistas e agropastoris.

#### **8.4.3.15 Comprometimento de Bens Constituintes do Patrimônio Arqueológico Nacional**

Este impacto irá ocorrer durante as etapas de implantação e operação do empreendimento. As atividades e aspectos que podem gerá-lo são:

- Supressão de cobertura vegetal (aspecto de remoção da cobertura vegetal), por levar à alteração, em maior ou menor grau, de camadas superficiais do solo, eliminando estruturas arqueológicas superficiais.
- Terraplenagem e decapeamento da área da cava (aspecto de movimentação de solo), por eliminar camadas de solo (matriz de sustentação dos sítios arqueológicos) em locais onde eventualmente existam sítios arqueológicos,
- O desenvolvimento da cava implicará na geração de áreas lavradas, com conseqüente supressão de cavidades e perda do patrimônio arqueológico a elas vinculado, bem como da paisagem que favorece o contexto de entendimento da presença humana naquela porção do território.

Na área da Cava, onde o potencial arqueológico é muito alto devido à presença de dezenas de cavidades naturais na escarpa da Serra Sul e de vários sítios arqueológicos já detectados associados a elas, o impacto da atividade de mineração ocorrerá com maior magnitude e importância, uma vez que se prevê a supressão das cavidades ali existentes.

Nas áreas onde se projeta a construção dos diques, usina de beneficiamento, acessos, e outras estruturas associadas à instalação da usina, também são locais de alto potencial arqueológico, com extensas áreas de pasto e vegetação de juquirá/juquirão.

Na área onde será implantada a usina de beneficiamento e suas estruturas de apoio, a qual apresenta alto potencial arqueológico, o impacto será de alta magnitude sobre os sítios superficiais, e será de alta a média magnitude para os sítios sub-superficiais, e sítios enterrados. Neste sentido a significância do impacto dependerá da extensão horizontal e vertical das edificações e outras estruturas do empreendimento.

A construção dos acessos poderá interferir em sítios superficiais e sub-superficiais e até mesmo em sítios enterrados dependendo dos volumes de corte e aterro necessários para implantação dos mesmos.

Ressalta-se que a área do Projeto Ferro Carajás S11D já sofre pressão antrópica sobre os sítios arqueológicos devido às atividades agropecuárias presentes na região.

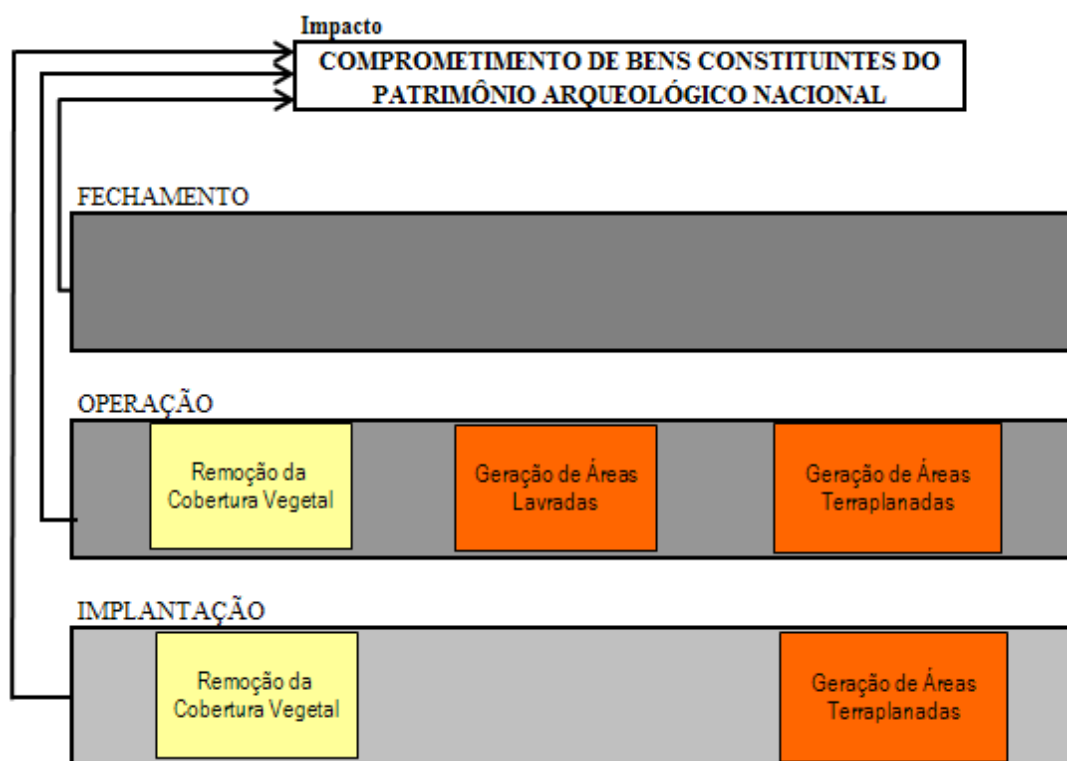
Neste contexto, durante as etapas de implantação e operação do Projeto Ferro Carajás S11D, o impacto identificado como comprometimento de bens constituintes do patrimônio arqueológico nacional possui abrangência pontual, pois se restringe à área diretamente afetada pelo empreendimento. Tendo em vista as perdas relevantes que ocorrerão, possui alta importância e magnitude.

Considerando o conjunto dos critérios avaliados, este impacto é de alta significância. No entanto, as medidas preventivas e mitigadoras recomendadas podem compensar os impactos de maneira eficaz, levando à produção de conhecimentos sobre a arqueologia local e regional, incorporáveis à Memória Nacional.

As medidas aplicáveis a este impacto estão consubstanciadas no Programa de Arqueologia Preventiva.

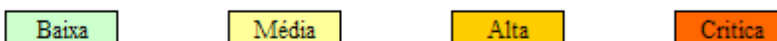
O fluxograma a seguir ilustra a avaliação do impacto comprometimento de bens constituintes do patrimônio arqueológico nacional (**Figura 8.4.3.10**).





**LEGENDA:**

Grau de Relevância do Aspecto na Composição do Impacto:



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	-
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	-
Abrangência	Pontual	Pontual	-
Importância	Alta	Alta	-
Magnitude	Alta	Alta	-
Significância	Alta	Alta	-

**FIGURA 8.4.3.10 – Fluxograma de avaliação do impacto comprometimento de bens constituintes do patrimônio arqueológico nacional**

### **c) Síntese conclusiva dos impactos relevantes e suas interações**

Conforme descrito anteriormente no **item b**, os impactos relevantes foram identificados nas figuras que sintetizam os aspectos geradores do impacto considerado e dos critérios de avaliação adotados. Neste caso foram considerados como impactos de alta importância, segundo cada meio, os seguintes:

#### **Meio Físico**

- Alteração na Dinâmica Hídrica Superficial nas fases de implantação/operação e fechamento do empreendimento;
- Alteração da Disponibilidade Hídrica nas fases de operação e fechamento do empreendimento;
- Alteração na Morfologia Fluvial nas fases de implantação e operação do empreendimento;
- Supressão potencial de 106 Cavidades Naturais Subterrâneas nas fases de implantação e operação do empreendimento.

#### **Meio Biótico**

- Fragmentação e Efeito de Borda
- Alteração nas Comunidades Bióticas das Savanas Estépicas
- Eliminação de Espécimes Vegetais e Redução nas Populações Vegetais
- Perda de Hábitat da Fauna
- Afugentamento da Fauna
- Alteração do Índice de Atropelamento da Fauna
- Alteração da Pressão de Caça e Coleta clandestina da Fauna
- Desequilíbrio das Comunidades Faunísticas Receptoras
- Declínio Populacional de Espécies da Fauna

#### **Meio Socioeconômico**

- Alteração dos Níveis de Emprego nas fases de implantação e operação do empreendimento;
- Inserção de Trabalhadores no Sistema de Seguridade Social nas fases de implantação e operação do empreendimento;
- Alteração nos Níveis de Empregabilidade nas fases de implantação e operação do empreendimento;
- Alteração dos Níveis de Renda nas fases de implantação e operação do empreendimento;
- Alteração das Condições de Desempenho das Empresas nas fases de implantação e operação do empreendimento;
- Alteração na Arrecadação Financeira Municipal nas fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento;
- Alteração no Fluxo Migratório na fase de implantação do empreendimento;
- Alteração nos Níveis de Conforto da População nas fases de implantação e fechamento do empreendimento;
- Patrimônio Natural na fase de implantação do empreendimento;
- Comprometimento de bens constituintes do patrimônio arqueológico nacional nas fases de implantação e operação do empreendimento.

No que diz respeito às interações associadas a esses impactos, aqueles vinculados ao meio socioeconômico mostram-se como de evidente sinergia.

A esperada dinamização econômica se traduzirá em crescimento populacional e do perímetro urbano ocupado na atualidade implicando em pressões na infraestrutura instalada à qual tal expansão será vinculada, bem como pressões nos serviços atualmente disponíveis nos municípios. Essa situação deverá ocorrer em Canaã dos Carajás município receptor do projeto e que deverá ser um polo importante no atendimento das demandas por este geradas.

Essa interação dos impactos socioeconômicos implicará na produção de maior carga de efluentes domésticos e industriais podendo resultar em mais uma fonte de interferência negativa na qualidade das águas dos cursos de água receptores de tais lançamentos.

O crescimento populacional resultará na ampliação da demanda de água para abastecimento público acarretando pressão sobre a disponibilidade hídrica já limitada durante a estiagem na bacia do rio Parauapebas.

Como cenário esperado deste arranjo é possível supor, em médio prazo, a redução da disponibilidade hídrica total da bacia e a deterioração da qualidade da água e ecossistemas associados onde cargas de efluentes forem lançadas indevidamente. Cabe destacar que esta possibilidade não ocorrerá junto às áreas operacionais da Vale, cujo projeto já tem na sua origem a previsão de estações de tratamento de esgoto e seu devido monitoramento.

A possibilidade de desenvolvimento deste cenário aponta a necessidade de se adotar um conjunto de estratégias que envolvem a redução do fluxo migratório, a normatização do uso do solo urbano e da adoção de arcabouço legal voltado para construções e suas vinculações aos sistemas ou a infraestrutura instalada. O encadeamento desses impactos é muito provável considerando que quase sempre o crescimento urbano e populacional precede a capacidade de investimentos municipais que só será ampliada após o início da implantação do projeto.

Efeitos positivos durante a fase de implantação podem ocorrer, mas possuem uma dimensão reduzida quando comparados com a arrecadação esperada na operação.

Conforme explicitado na avaliação de impacto o cenário ora analisado origina como síntese uma alteração da qualidade de vida da população exposta a tal contexto, fato porém que sempre revela arrefecimento à medida que a atividade econômica municipal se fortalece a partir da arrecadação de royalties, da dinamização do comércio e do investimento da massa salarial em setores importantes da economia municipal.

Com relação ao meio biótico, o impacto sinérgico mais representativo está associado à supressão do ambiente de savana metalófila, ecossistema de reduzida distribuição regional. Tal fato é importante considerando que o estoque restante deste ambiente não terá cessado agora a pressão para sua ocupação, pois este sempre ocorre associado às formações ferríferas. Neste sentido, a utilização de áreas deste ecossistema inevitavelmente sempre implicará na redução deste ambiente de distribuição restrita. Cabe ressaltar não ser este projeto o fato determinante para implicações na capacidade de manutenção de porções deste ecossistema de forma a manter sua dinâmica e biodiversidade.

O desenvolvimento do Projeto implicará, a partir da supressão das áreas de canga, na perda de uma paisagem relevante no contexto regional dada a sua exclusividade, representada por lagos cânions, escarpas, cavidades e posição topográfica, compondo em mais um fator que refletirá na redução do contexto paisagístico considerado, agregando assim valorização sempre crescente dos estoques restantes deste ecossistema.

Em relação à dinâmica hídrica as alterações esperadas apesar de relevantes não deverão influenciar o território além da AID do meio físico. Tal efeito ocorrerá na dimensão espacial citada, pois nela encontra-se a área de lavra, as pilhas de estéril, a usina de beneficiamento e demais estruturas do projeto. No entanto, os usuários de jusante são aqueles que praticam a pecuária extensiva como atividade econômica dominante necessitando de volumes muito pequenos em relação às vazões disponíveis a partir da área operacional.

#### **d) Valoração, magnitude e importância dos impactos**

A valoração das magnitudes e importâncias dos impactos ambientais identificados foi apresentada no **item b** deste capítulo.

#### **e) Análise e avaliação dos impactos ambientais**

A análise e avaliação dos impactos ambientais identificados, considerando os efeitos diretos e indiretos, positivos e negativos, sobre os meios abióticos, bióticos e socioeconômicos foi apresentada no **item b** deste capítulo.

#### **f) Identificação e avaliação dos efeitos decorrentes dos múltiplos usos dos recursos da FLONA Carajás**

A avaliação dos efeitos decorrentes dos múltiplos usos dos recursos da Flona Carajás foi apresentada no **item b** deste capítulo. Ressalta-se que no **Capítulo 4** foi realizada, também uma análise e avaliação das alternativas locais do empreendimento frente aos múltiplos usos da Flona Carajás.

#### **g) Alternativas tecnológicas e locais para a realização do empreendimento, considerando-se os custos ambientais nas áreas críticas.**

A avaliação referente às alternativas tecnológicas e locais solicitadas no Termo de Referência no presente capítulo já foi tratada na seção específica do **Capítulo 4**.

## **9 AÇÕES DE CONTROLE, MITIGAÇÃO E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL – PROGRAMAS AMBIENTAIS**

### **9.1 Programas Ambientais**

Os planos e programas ora propostos foram elaborados a partir dos impactos ambientais prognosticados a partir da inserção do Projeto Ferro Carajás S11D frente as vulnerabilidades e potencialidades identificadas na área de influência do empreendimento.

Buscou-se propor medidas a fim de se evitar e/ou minimizar os impactos negativos e maximizar os positivos, além de ações de acompanhamento da evolução da qualidade ambiental que permitam adoções de medidas complementares de controle sempre que necessário. Em casos de impactos ambientais não mitigáveis foram propostas medidas compensatórias.

Os programas foram elaborados abrangendo justificativa, objetivo, metas, indicadores ambientais, público-alvo, metodologia, descrição do programa/atividades, cronograma, equipe técnica e inter-relação com outros programas.

#### **9.1.1 Meio Físico**

##### **9.1.1.1 Plano de Gestão de Recursos Hídricos Superficiais- PGRHSUP**

###### **– Justificativa**

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9433/97) 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 o Projeto Ferro Carajás S11D, a elaboração e execução de um Plano de Gestão de Recursos Hídricos Superficiais se justifica como instrumento para assegurar a utilização racional dos recursos hídricos localizados nas sub-bacias hidrográficas afetadas pelo empreendimento.

O PGRHSUP em questão abrange os seguintes programas:

- Programa de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos;
- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas dos Corpos Receptores

- Programa de Gestão do Uso e Abastecimento de Água;
- Programa de Monitoramento da Modificação da Morfologia Fluvial, do Regime de Produção de Sedimentos e do Assoreamento dos cursos de Água;

#### **9.1.1.1.1 Programa de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos**

##### **– Justificativa**

O Projeto Ferro Carajás S11D gerará efluentes líquidos, que serão geridos de acordo com os fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9433/97) e as diretrizes da Política de Gestão Ambiental da Vale.

Conforme descrito no capítulo de caracterização do empreendimento, serão gerados efluentes líquidos oleosos, efluentes domésticos, efluentes dos diques de contenção de sedimentos e chorume proveniente do aterro sanitário. O Desenho FG-079-515-5020-0011-00-J (**Anexo V-A**) apresenta a localização de todos os sistemas de controle de efluentes no plano diretor do empreendimento.

Os efluentes gerados nos SAOs serão reutilizados, já os efluentes dos demais sistemas de controle serão lançados em cursos de água após o devido tratamento. Ressalta-se que o lançamento de efluentes nos cursos de água foi precedido de um estudo que determinou a capacidade máxima de autodepuração de cada um desses corpos hídricos (**Capítulo 6.1.8**).

A maioria das ações de controle e de monitoramento propostas neste programa já são desenvolvidas rotineiramente pela Vale em empreendimentos similares ao Projeto Ferro Carajás S11D.

##### **– Objetivo**

Esse programa visa garantir o atendimento da legislação ambiental no que diz respeito à manutenção dos padrões de qualidade dos corpos hídricos receptores das águas residuárias oriundas das atividades industriais desenvolvidas pelo empreendimento. Além disso, considera a implantação, operação e manutenção de estruturas de controle e tratamento, bem como o monitoramento dos parâmetros de qualidade dos seus efluentes líquidos, estabelecidos nas Resoluções CONAMA N° 357/2005 e 397/2008.

##### **– Metas**

- Controlar o aspecto: geração de efluentes líquidos, através de procedimentos operacionais específicos.
- Garantir que os efluentes do empreendimento sejam destinados em conformidade com a capacidade de autodepuração dos corpos hídricos receptores.

### – **Indicadores Ambientais**

O monitoramento periódico da qualidade dos efluentes e das águas dos corpos receptores indicará a eventual necessidade de adequação dos sistemas de controle, em termos de atendimento aos padrões estabelecidos na legislação anteriormente mencionada.

### – **Público-Alvo**

Este programa terá como público-alvo os funcionários da Vale, ou empresa especializada contratada, responsável pela operação e manutenção dos sistemas de controle ambiental que gerarão efluentes líquidos.

### – **Metodologia**

Durante as fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento, as seguintes medidas de controle e monitoramento deverão ser adotadas:

#### Controle dos Aspectos

- Manutenção e limpeza dos sistemas de controle: sistema de drenagem, SAOs, ETEs, ETEQ e Diques de Contenção de Sedimentos;
- Realização de lavagem e manutenção de veículos e equipamentos em local apropriado, com sistema de drenagem interligado ao sistema de controle (SAO);
- O efluente dos SAOs será reaproveitado para fins menos nobres, como a lavagem de veículos e a umectação de vias;
- Acompanhamento do funcionamento dos Diques de Contenção de Sedimentos, e readequação da operação quando necessário;
- 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 tratado, com o objetivo de aferir o atendimento aos padrões de lançamento;
- Monitoramento periódico da vazão do efluente tratado, juntamente com a amostragem para análises físico-químicas.

As **Tabelas 9.1.1.1 a 9.1.1.4** apresentam os parâmetros e frequência de amostragem definidos para os sistemas de controle ambiental.

**TABELA 9.1.1.1**

**PARÂMETROS A SEREM MONITORADOS NOS  
EFLUENTES LÍQUIDOS DAS ETEs**

<b>Frequência de Amostragem</b>	<b>Pontos de Amostragem</b>	<b>Parâmetros de Análise em <i>in loco</i></b>
Mensal	ETEs saída (Ponto de amostragem na saída do sistema)	Temperatura da água (°C)
		pH
		Vazão (L/s)
		<b>Parâmetros de Análise em Laboratório</b>
		Demanda bioquímica de oxigênio 5 dias - DBO <sub>5</sub> - (mg/L O <sub>2</sub> )
		Demanda química de oxigênio -DQO - (mg/L O <sub>2</sub> )
		Carbono orgânico total - COT - (mg/L C)
		Sólidos suspensos totais (mg/L)
		Sólidos dissolvidos totais (mg/L)
		Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)
		Nitrogênio amoniacal total (mg/L N)
		Nitrato (mg/L N)
		Nitrito (mg/L N)
		Cor verdadeira (NTU)
		Turbidez (mg Pt/L)
		Fósforo total (mg/L P)
		Óleos e graxas vegetais (mg/L)
		Óleos e graxas minerais (mg/L)
		Fenóis totais - Substâncias que reagem com 4-aminoantipirina - (mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)
		Substâncias tensoativas que regem ao azul de metileno - (mg/L LAS)

**TABELA 9.1.1.2**

**PARÂMETROS A SEREM MONITORADOS NOS  
EFLUENTES LÍQUIDOS DAS SAOs**

<b>Frequência de Amostragem</b>	<b>Pontos de Amostragem</b>	<b>Parâmetros de Análise em <i>in loco</i></b>
Mensal	SAOs (Ponto de amostragem na saída do sistema)	Temperatura da água (°C)
		pH
		Vazão (L/s)
		<b>Parâmetros de Análise em Laboratório</b>
		Fósforo total (mg/L P)
		Carbono orgânico Total - COT - (mg/L C)
		Sólidos suspensos totais (mg/L)
		Sólidos dissolvidos totais (mg/L)
		Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)
		Óleos e graxas vegetais (mg/L)
		Óleos e graxas minerais (mg/L)
		Fenóis totais - Substâncias que reagem com 4-aminoantipirina - (mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)
		Substâncias tensoativas que regem ao azul de metileno - (mg/L LAS)



**TABELA 9.1.1.3****PARÂMETROS A SEREM MONITORADOS NOS  
EFLUENTES LÍQUIDOS DA ETEQ**

<b>Frequência de Amostragem</b>	<b>Pontos de Amostragem</b>	<b>Parâmetros de Análise em <i>in loco</i></b>	
Mensal	ETEQ – (Ponto de amostragem na saída do sistema)	Temperatura da água (°C)	
		pH	
		Condutividade elétrica (µS/cm)	
		Potencial redox (mV)	
		Vazão (L/s)	
		<b>Parâmetros de Análise em Laboratório</b>	
		Cor verdadeira (mgPt/L)	
		Turbidez (NTU)	
		Sólidos suspensos totais (mg/L)	
		Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	
		Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)	
		Fósforo total (mg/L P)	
		Nitrogênio amoniacal total (mg/L N)	
		Nitrato (mg/L N)	
		Nitrito (mg/L N)	
		Carbono orgânico Total - COT - (mg/L C)	
		Óleos e graxas vegetais (mg/L)	
		Óleos e graxas minerais (mg/L)	
		Fenóis totais - Substâncias que reagem com 4-aminoantipirina - (mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	
		Cianeto livre (mg/L CN)	
		Substâncias tensoativas que regem ao azul de metileno - (mg/L LAS)	
		Sulfeto total (mg/L S)	
		Arsênio total (mg/L As)	
		Bário total (mg/L Ba)	
		Boro total (mg/L B)	
		Cádmio total (mg/L Cd)	
		Chumbo total (mg/L Pb)	
		Cobre dissolvido (mg/L Cu)	
		Cromo total (mg/L Cr)	
		Estanho total (mg/L Sn)	
		Ferro dissolvido (mg/L Fe)	
		Alumínio dissolvido (mg/L Al)	
		Fluoreto total (mg/L F)	
Manganês dissolvido (mg/L Mn)			
Mercúrio total (mg/L Hg)			
Níquel total (mg/L Ni)			
Prata total (mg/L Ag)			
Selênio total (mg/L Se)			
Clorofórmio (mg/L)			
Dicloroetano (mg/L)			
Tetracloroeto de carbono (mg/L )			
Tricloroeteno (mg/L)			

**TABELA 9.1.1.4****PARÂMETROS A SEREM MONITORADOS NOS EFLUENTES LÍQUIDOS DOS DIQUES DE CONTENÇÃO DE SEDIMENTOS**

<b>Frequência de Amostragem</b>	<b>Pontos de Amostragem</b>	<b>Parâmetros de Análise em <i>in loco</i></b>	
Mensal	Dique (Ponto de amostragem na saída dos Diques)	Temperatura da água (°C)	
		pH	
		Condutividade elétrica (µS/cm)	
		Potencial redox (mV)	
		<b>Parâmetros de Análise em Laboratório</b>	
		Cor verdadeira (mg Pt/L)	
		Turbidez (NTU)	
		Sólidos suspensos totais (mg/L)	
		Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	
		Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)	
		Ferro total (mg/L Fe)	
		Ferro dissolvido (mg/L Fe)	
		Manganês total (mg/L Mn)	
		Manganês dissolvido (mg/L Mn)	

**– Descrição do Programa / Atividades**

Esse programa será executado durante as fases de implantação, operação e fechamento. Deverá ser iniciado quando os sistemas de controle entrarem em operação e cessar quando os sistemas de controle forem desativados.

As atividades durante a execução serão:

- Definição e capacitação da equipe responsável pela manutenção e operação dos sistemas de controle;
- Definição da frequência das atividades de limpeza, vistoria e manutenção dos sistemas de controle;
- Realização das ações de monitoramento dos efluentes tratados, conforme parâmetros físico-químicos, frequência das análises, localização dos pontos de amostragem propostos;
- Armazenamento dos resultados das análises em banco de dados.

**– Fase de Execução/Cronograma**

Esse programa será executado ao longo de toda a duração das fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento.

### – Equipe Técnica

A Vale será a responsável pela execução deste programa, podendo contratar empresas especializadas para a execução do monitoramento e para operação e manutenção de sistemas de controle.

Serão necessários:

- Profissional capacitado para a execução dos trabalhos de amostragem dos efluentes e das análises laboratoriais e compilação dos resultados obtidos;
- Profissional capacitados para a atividade de análise dos resultados obtidos;
- Funcionário(s) para limpeza e manutenção dos sistemas de controle.

Em termos de estrutura e materiais, serão necessários:

- Laboratório devidamente certificado para os procedimentos a serem realizados, como, por exemplo, pela NBR ISO/IEC 17.025;
- EPIs, frascos para coleta e preservação de amostras, caixa de isopor, gelo, equipamento de filtragem de metal, pHmetro, termômetro, condutivímetro, medidor de oxigênio dissolvido, veículo.

### – Inter-relação com outros programas

O Programa de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos terá uma inter-relação direta como Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas dos Corpos Receptores.

#### 9.1.1.1.2 Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas dos Corpos Receptores

### – Justificativa

Esse monitoramento se faz necessário para a comprovação do atendimento aos padrões estabelecidos para corpos de água pelas Resoluções CONAMA N° 357/2005 e 397/2008.

### – Objetivo

O Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais tem como objetivo geral acompanhar as condições de qualidade dos cursos de água sob a influência das atividades do Projeto Ferro Carajás S11D, buscando-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Aprofundar a caracterização da situação atual de qualidade física, química das águas superficiais, antes do início das obras de implantação;
- Acompanhar as transformações decorrentes das ações de implantação das obras sobre a qualidade das águas;
- Acompanhar as variações sazonais naturais dos principais constituintes físico-químicos das águas;

- Caracterizar e acompanhar a evolução da condição de qualidade dos corpos receptores da área de influência do projeto;
- Acompanhar os efeitos da implantação, operação e fechamento do empreendimento sobre a condição de qualidade dos corpos receptores da área de influência do projeto;
- Fornecer subsídios para a avaliação da eficácia de programas de controle ambiental implantados.

#### – **Metas**

Este programa tem como meta permitir o acompanhamento da eficácia dos dispositivos de controle ambiental propostos, mediante a identificação de eventuais não-conformidades e o fornecimento de dados e informações que possam auxiliar na avaliação e eliminação de suas prováveis causas.

#### – **Indicadores Ambientais**

O monitoramento dos parâmetros físicos, químicos da qualidade das águas, nos pontos de amostragem propostos auxiliarão na avaliação da influência do empreendimento, nos corpos hídricos localizados no seu entorno. Para tanto, serão utilizados como indicadores de referência os parâmetros e respectivas concentrações admissíveis estabelecidos para corpos de água na Resolução CONAMA Nº 357/2005.

#### – **Público-alvo**

Este programa terá como público-alvo as comunidades a jusante do empreendimento.

#### – **Descrição do Programa**

O Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas dos Corpos Receptores consistirá na realização de monitoramento periódico da qualidade das águas nos cursos de água localizados no entorno do empreendimento. As coletas e análises serão realizadas segundo as normas aplicáveis. Os resultados serão armazenados em um banco de dados informatizado que servirá de instrumento para o acompanhamento das alterações na qualidade da água nos corpos receptores do Projeto Ferro Carajás S11D.

#### – **Metodologia / Atividades**

Na execução do Programa as seguintes diretrizes são propostas:

- Definição da rede de amostragem considerando-se o conjunto das estações de amostragem de águas superficiais estudadas e os resultados obtidos por ocasião do desenvolvimento do Estudo de Impacto Ambiental (conforme sugerido na **Figura 9.1.1.1** e justificado na **Tabela 9.1.1.5**);
- As coletas de amostras, análises laboratoriais e tratamento dos resultados deverão atender a um mesmo procedimento para todas as etapas;

- Analisar mensalmente, os seguintes parâmetros por ponto de coleta, em cada campanha de amostragem:

Alcalinidade Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Magnésio total (mg/L Mg)
Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Manganês total (mg/L Mn)
Alumínio dissolvido (mg/L)	Manganês dissolvido (mg/L Mn)
Arsênio total (mg/L)	Mercúrio total (mg/L Hg)
Cádmio total (mg/L)	Níquel total (mg/L Ni)
Cálcio total (mg/L)	Nitrato (mg/L N)
Chumbo total (mg/L)	Nitrito (mg/L N)
Densidade de cianobactérias (cel/mL)	Nitrogênio amoniacal total (mg/L N)
Cianeto livre (mg/L CN)	Óleos e graxas (mg/L)
Cloreto total (mg/L Cl)	Oxigênio dissolvido (mg/L O <sub>2</sub> )
Cobre dissolvido (mg/L Cu)	pH
Coliformes termotolerantes (UFC/100mL)	Potássio total (mg/L K)
Estreptococos fecais (UFC/100mL)	Sódio total (mg/L Na)
Condutividade elétrica (µS/cm)	Sólidos dissolvidos totais (mg/L)
Cor verdadeira (mgPt/L)	Sólidos sedimentáveis (mL/L)
Cromo total (mg/L Cr)	Sólidos suspensos totais (mg/L)
Demanda bioquímica de oxigênio (mg/L O <sub>2</sub> )	Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno (mg/L LAS)
Demanda química de oxigênio (mg/L O <sub>2</sub> )	Sulfato total (mg/L SO <sub>4</sub> )
Dureza total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Sulfeto – H <sub>2</sub> S não-dissociado (mg/L S)
Fenóis totais – substâncias que reagem com 4-aminoantipirina (mg C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	Temperatura da água (°C)
Ferro total (mg/L Fe)	Temperatura do ar (°C)
Ferro dissolvido (mg/L Fe)	Turbidez (NTU)
Fluoreto total (mg/L F)	Zinco total (mg/L Zn)
Fósforo total (mg/L P)	Zinco dissolvido (mg/L Zn)

Propõe-se que as readequações da rede de amostragem, sejam feitas anualmente, considerando localização das estações, parâmetros, frequência e resultados das análises em função do surgimento de novas demandas inerentes ao monitoramento.

**TABELA 9.1.1.5****PONTOS PROPOSTOS PARA REDE DE  
MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS**

Pontos de Amostragem	Coordenadas (UTM)		Corpo de Água	Localização	Justificativa
	X	Y			
ASP01	606.975	9.295.085	rio Parauapebas	A jusante da confluência com o rio Sossego	Avaliar a qualidade das águas do rio Parauapebas a jusante da sua confluência com o rio Sossego
ASP02	589.085	9.289.051	rio Sossego	A jusante da confluência com o igarapé Pacu	Avaliar a qualidade das águas do rio Sossego a jusante da sua confluência com o igarapé Pacu
ASP03	587.662	9.289.158	rio Sossego	A montante da confluência com o igarapé Pacu	Avaliar a qualidade das águas do rio Sossego antes da confluência com o igarapé Pacu e após receber as possíveis interferências do empreendimento
ASP04	580.064	9.289.890	rio Sossego	A jusante do dique da futura pilha PDE1	Avaliar a qualidade das águas do rio Sossego e possíveis interferências da futura pilha PDE1
ASP05	576.954	9.294.569	rio Sossego	Região de cabeceira	Avaliar a cabeceira do rio Sossego e as possíveis interferências das futuras cavas
ASP06	570.690	9.296.257	igarapé serra Sul	Região de cabeceira	Avaliar a qualidade das águas do igarapé Serra Sul
ASP07	568.823	9.287.337	Afluente do rio Itacaiúnas, lado sudoeste Corpo S11Bloco D	A jusante do dique da futura pilha PDE3	Avaliar a qualidade das águas do afluente do rio Itacaiúnas, lado sudoeste Corpo S11Bloco D, e possíveis interferências da futura pilha PDE3
ASP08	574.703	9.287.912	igarapé Pacu	A jusante do dique da futura pilha PDE2	Avaliar a qualidade das águas do igarapé Pacu e possíveis interferências da futura pilha PDE2
ASP09	579.235	9.286.238	Afluente margem esquerda do igarapé Pacu	Vila de Mozartínópolis	Avaliar a qualidade da água de abastecimento da vila de Mozartínópolis e possíveis interferências do empreendimento
ASP10	578.857	9.281.465	igarapé Pacu	Área de pastagem	Avaliar as possíveis interferências do empreendimento no igarapé Pacu em trecho de drenagem localizado em área de pastagem
ASP11	587.935	9.288.334	igarapé Pacu	A montante da confluência com o rio Sossego	Avaliar a qualidade das águas do igarapé Pacu antes da confluência com o rio Sossego e após receber as possíveis interferências do empreendimento
ASP012	606.357	9.290.716	rio Parauapebas	A montante da confluência com o rio Sossego	Avaliar a qualidade das águas do rio Parauapebas antes da confluência com o rio Sossego

Continua...

...continuação

Pontos de Amostragem	Coordenadas (UTM)		Corpo de Água	Localização	Justificativa
	X	Y			
ASP13	564.305	9.289.654	Afluente do rio Itacaiúnas, lado sudoeste Corpo S11Bloco D	A jusante do dique da futura pilha PDE3	Avaliar a qualidade das águas do afluente do rio Itacaiúnas, lado sudoeste Corpo S11Bloco D, e possíveis interferências da futura pilha PDE3
ASP14	571.716	9.292.567	Afluente do rio Itacaiúnas, lado sudoeste Corpo S11Bloco D	Lagoa do Violão	Avaliar a qualidade das águas da Lagoa do Violão
ASP15	569467	9292894	Afluente do rio Itacaiúnas, lado sudoeste Corpo S11Bloco D	Lagoa do Amendoim	Avaliar a qualidade das águas da Lagoa do Amendoim
ASP16	567.349	9.297.490	Afluente da margem esquerda do igarapé Serra Sul	Lagoa	Avaliar a qualidade das águas da Lagoa do Jacaré
ASP17	562.163	9.299.898	Afluente da margem esquerda do igarapé Serra Sul	Bloco A	Ponto a montante do empreendimento
ASP18	561.006	9.297.351	Afluente do rio Itacaiúnas, lado sudoeste Corpo S11Bloco D	Lagoa Três Irmãs	Avaliar a qualidade das águas da Lagoa Três Irmãs

### – Cronograma

Esse programa será executado nas fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento.

### – Equipe técnica

A Vale será a responsável pela execução deste programa, podendo contratar empresas especializadas para a execução do monitoramento e para operação e manutenção de sistemas de controle.

Serão necessários:

- Profissional capacitado para a execução dos trabalhos de amostragem dos efluentes e das análises laboratoriais e compilação dos resultados obtidos;
- Profissional capacitados para a atividade de análise dos resultados obtidos;
- Funcionário(s) para limpeza e manutenção dos sistemas de controle.

Em termos de estrutura e materiais, serão necessários:

- Laboratório devidamente certificado para os procedimentos a serem realizados, como, por exemplo, pela NBR ISO/IEC 17.025;
- EPIs, frascos para coleta e preservação de amostras, caixa de isopor, gelo, equipamento de filtragem de metal, pHmetro, termômetro, condutivímetro, medidor de oxigênio dissolvido, veículo.

– **Inter-relação com outros programas**

O Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas dos Corpos Receptores terá uma inter-relação direta o Programa de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos e com o Projeto de Monitoramento da Biota Aquática.



**FIGURA 9.1.1.1 – PONTOS PROPOSTOS PARA REDE DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS. A3**

### **9.1.1.1.3 Programa de Gestão do Uso e Abastecimento de Água**

#### **– Justificativa**

A Vale tem como fundamento a responsabilidade ambiental e social de seus empreendimentos e, por isso, promove a gestão sustentável dos recursos naturais de forma consciente. Desta forma se faz necessário estabelecer diretrizes para o uso das águas nas diversas atividades que serão desenvolvidas durante a vida útil do Projeto Ferro Carajás S11D.

#### **– Objetivo**

O programa proposto tem por objetivo indicar os procedimentos necessários à adequada gestão do uso dos recursos hídricos como forma de se estabelecer seu controle e promover a mitigação do impacto de alteração da disponibilidade hídrica, como também garantir a qualidade e a quantidade da água captada e distribuída, tanto para consumo humano quanto para o uso industrial.

#### **– Metas**

- Dotar as unidades de sistema de tratamento de água potável e industrial de um programa de manutenção para garantir a eficácia e a eficiência prevista nos projetos;
- Desenvolver projeto do sistema de abastecimento de água considerando dispositivos para medição de vazão e coleta de amostras para análises de verificação da qualidade, tanto da água bruta, quanto da água tratada;
- Estabelecer procedimentos que verifiquem a conformidade da água tratada em relação às especificações para os diversos usos (uso industrial e para consumo humano – água potável, com vistas ao atendimento da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde).

#### **– Indicadores Ambientais**

Serão considerados como indicadores os valores de referência estabelecidos pela Agência Nacional de Águas para a captação de água e os índices de qualidade requeridos para consumo humano na Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

No caso do monitoramento de vazão do rio Sossego, espera-se obter dados que permitam identificar a ocorrência ou não de alterações no regime hidrológico desse curso de água.

#### **– Público-alvo**

Este programa terá como público-alvo os funcionários da Vale.

### – Descrição do Programa

A implantação deste programa permitirá a realização constante do balanço hídrico do sítio do empreendimento, o qual visa quantificar a demanda de água no mesmo. O conhecimento da demanda é de fundamental importância, pois, comparada com a disponibilidade hídrica nos mananciais que suprem o empreendimento, permite identificar a existência de conflitos no uso dos recursos hídricos, a constatação de escassez para o atendimento a todas as demandas e possíveis restrições da utilização desses recursos.

### – Metodologia / Atividades

Além das estruturas e atividades propostas no programa de Acompanhamento e Verificação das Alterações na Dinâmica Aquífera, integrante do PGRHSUB, recomenda-se as seguintes atividades:

- Implantação de uma estação fluviométrica no rio Sossego, a jusante da confluência com o igarapé Pacu. A leitura do nível de água nessa estação fluviométrica deverá ser bi-diária, sendo a primeira leitura às 07:00hs e a segunda às 17:00hs. Recomenda-se a medição de vazão semanalmente no período chuvoso e quinzenalmente no período seco até que se obtenha um traçado da curva cota-vazão satisfatória para a estação. Após a obtenção dessa curva, as leituras do nível de água poderão ser realizadas uma vez por dia;
- Implantação de medidores de vazão nas principais linhas adutoras, permitindo o contínuo balanço hídrico e, por consequência, a determinação da demanda de água real no empreendimento.

### – Fase de Execução/ Cronograma

Este programa deverá ser executado nas fases de implantação e operação do empreendimento.

O monitoramento de variáveis hidrológicas, que correspondem ao monitoramento de vazão no rio Sossego e precipitação na área do projeto, deverá iniciar-se na etapa de implantação, de modo que permita a avaliação dos impactos após a implantação e durante a operação.

A implantação de medidores de vazão nas principais linhas adutoras deverá ser feito na etapa de implantação, sendo o monitoramento realizado durante toda a etapa de operação.

### – Equipe técnica

A Vale será a responsável pela execução deste programa, podendo contratar empresas especializadas para a execução do monitoramento.

Serão necessários:

- Técnico(s) em recursos hídricos para a realização das campanhas de medição de vazões e para a leitura/manutenção de equipamentos de monitoramento: réguas linimétricas, pluviômetros, pluviógrafos, flowmeters e molinetes fluviométricos;
- Profissional de nível superior com qualificação pertinente à atividade de análise e consistência de dados hidrológicos e realização de balanço hídrico.

Em termos de estrutura e materiais, serão necessários:

- Conjuntos de réguas linimétricas, linígrafos, flowmeters eletromagnéticos, pluviômetros e pluviógrafos;
- Eventualmente equipe e equipamentos de topografia para nivelamento e locação de réguas linimétricas e levantamento de seções topobatimétricas.

– **Inter-relação com outros programas**

O Programa de Gestão do Uso e Abastecimento de Água terá uma inter-relação direta com o Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas dos Corpos Receptores e com o Programa de Monitoramento Hídrico para Acompanhamento e Verificação das Alterações na Dinâmica Aquífera e de Qualidade de Água Subterrânea.

**9.1.1.1.4 Programa de Monitoramento da Modificação da Morfologia Fluvial, do Regime de Produção de Sedimentos e do Assoreamento dos Cursos de Água**

– **Justificativa**

O empreendimento em questão desenvolverá tarefas com o potencial de alterar a morfologia fluvial bem como de gerar de sedimentos. Essas tarefas serão dotadas de sistemas de controle e deverão ser realizadas conforme procedimentos específicos.

Para monitorar a eficácia de procedimentos e dos sistemas de controle a serem instalados e ainda, eventuais impactos na morfologia fluvial a jusante do empreendimento se propõe o Programa de Monitoramento da Modificação da Morfologia Fluvial, do Regime de Produção de Sedimentos e do Assoreamento dos cursos de Água.

– **Objetivo**

O objetivo deste programa é acompanhar a evolução do impacto do empreendimento sobre a morfologia fluvial, o regime de produção de sedimentos e seu transporte e deposição pelas calhas fluviais. Associado à alteração no regime hidrológico dos cursos de água, decorrente da implantação e operação do empreendimento, este impacto possivelmente implicará numa alteração do estado de equilíbrio morfológico no qual estes cursos de água se encontram, como também alterará o regime de produção de sedimentos nas bacias interferidas.

Objetiva também garantir que as movimentações de solo e rocha decorrentes das atividades de instalação, operação e fechamento não promovam o assoreamento de cursos de água, desenvolvimento de processos erosivos ou alterem a qualidade da água nos corpos receptores.

### – **Metas**

Identificar a eventual necessidade de adoção de medidas corretivas ou de mitigação, se necessárias, mediante a verificação da evolução do regime de produção de sedimentos e transporte nas bacias e sub-bacias contidas na AID e dos efeitos da alteração no regime hidrológico dos cursos de água, fornecendo subsídios para o adequado gerenciamento das atividades das fases do empreendimento e das ações ambientais previstas para o controle dos aspectos ambientais associados.

Verificar a eficácia de procedimentos e dos sistemas de controle a serem instalados para a contenção de sedimentos.

Garantir a boa operação dos sistemas de drenagem e contenção de sedimentos, evitando assim o carreamento de sedimentos para os cursos de água.

### – **Indicadores Ambientais**

Os principais indicadores ambientais a serem observados neste programa são as concentrações de sólidos nos efluentes direcionados aos corpos receptores, e eventuais focos erosivos oriundos de atividades do empreendimento.

### – **Público-alvo**

Este programa terá como público-alvo as comunidades a jusante do empreendimento.

### – **Descrição do Programa**

O monitoramento da modificação morfológica dos cursos de água deverá considerar as drenagens sob a influência do empreendimento, na bacia do rio sossego. Será realizado mediante monitoramento, por inspeção visual, registro fotográfico e descrição em formato de relatório das condições de assoreamento das calhas fluviais, focos de erosão das margens dos cursos de água a jusante do empreendimento. Se necessário, o monitoramento poderá indicar a realização de levantamentos topobatimétricos com periodicidade anual, para efeito de comparação da dinâmica de transporte e deposição de sedimentos e modificação da morfologia fluvial.

### – **Metodologia/Atividades**

Tendo em vista a necessidade de se realizar manutenção periódica nas estruturas de controle de sedimentos, recomenda-se a elaboração e implantação de procedimentos operacionais de acompanhamento para a verificação de sua eficácia:

- Estabelecimento de procedimentos de manutenção do sistema de drenagem, contendo cronograma e ações preventivas e/ou corretivas caso ocorram anomalias;
- Inspeção periódica dos Diques de Contenção;
- Desassoreamento periódico dos Diques de Contenção;
- Definição de locais adequados para disposição dos sedimentos removidos;

- Inspeção de processos erosivos e de instabilizações de terrenos e taludes; e
- Ações corretivas para condições inadequadas.

#### – **Fase de Execução/ Cronograma**

Este programa deverá ser executado ao longo das fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento.

#### – **Equipe técnica**

A Vale será a responsável pela execução deste programa, podendo contratar empresas especializadas para a execução do monitoramento.

Serão necessários:

- Técnico(s) em recursos hídricos para a realização das campanhas de inspeção e monitoramento; e
- Profissional de nível superior com qualificação pertinente à atividade de análise dos relatórios anuais e proposição de medidas ambientais cabíveis.

Em termos de estrutura e materiais, serão necessários:

- Conjuntos de equipamentos de campo: máquina fotográfica e GPS; e
- Eventualmente equipe e equipamentos de topografia para levantamento de seções topobatimétricas.

#### – **Inter-relação com outros programas**

O Programa de Monitoramento da Modificação da Morfologia Fluvial, do Regime de Produção de Sedimentos e do Assoreamento dos cursos de Água terá uma inter-relação direta com os seguintes Programas:

- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas;
- Plano de Gerenciamento de Resíduos;
- Plano de Gestão de Recursos Hídricos Superficiais;
- Programa de Gestão do Uso e Abastecimento de Água;
- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas dos Corpos Receptores;
- Programa de Monitoramento Hídrico para Acompanhamento e Verificação das Alterações na Dinâmica Aquífera e de Qualidade de Água Subterrânea; e
- Programa de Monitoramento da Biota Aquática.

### **9.1.1.2 Plano de Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos - PGRHSUB**

A implantação de programas ambientais se justifica pela constatação de ocorrência de impactos nos recursos hídricos subterrâneos, os quais podem se manifestar durante as etapas de implantação, operação e desativação do empreendimento.

No caso específico do tema hidrogeologia, a elaboração e execução do Plano de Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos - PGRHSUB justifica-se como sendo instrumento para assegurar, em termos quantitativos e qualitativos, a utilização racional dos recursos hídricos subterrâneos na área do projeto.

Assim, como apontado no item de avaliação de impactos, as interferências mais significativas que poderão ser observadas no sistema hidrogeológico local durante as etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento referem-se à alteração da dinâmica hídrica subterrânea e da taxa de recarga do aquífero; e, à alteração da qualidade das águas subterrâneas.

Estes impactos são decorrentes de aspectos ambientais relacionados ao desenvolvimento do empreendimento em suas diferentes fases, os quais são passíveis de causarem efeitos nas disponibilidades hídricas subterrâneas das áreas de influência do projeto, seja em termos de ordem quantitativa ou de ordem qualitativa. No conjunto, admite-se que tais processos possam alterar a distribuição dos valores de componentes específicos do balanço hídrico, como a evapotranspiração e a taxa de infiltração de águas de chuva, o que acarretaria em efeitos diretos na alteração das taxas de recarga do aquífero, e efeitos indiretos nas condições de circulação e descarga das águas subterrâneas.

Assim, entende-se que os dispositivos de controle sugeridos no PGRHSUB venham a ser aplicados em caráter permanente, por toda a vida útil do empreendimento. Entretanto, vale ressaltar que são permitidas possíveis relocações e/ou adaptações dos pontos sugeridos, conforme se der o avanço da lavra e a recomposição da cobertura vegetal e pedológica.

Deve-se considerar ainda que uma parte dos poços de monitoramento implantados para o reconhecimento das oscilações de nível de água será utilizada também para a coleta de amostras de qualidade da água, dando subsídios ao programa específico de caracterização da qualidade natural (condição original e futura) dos sistemas aquíferos a serem impactados.

#### **9.1.1.2.1 Acompanhamento e Verificação das Alterações na Dinâmica Aquífera**

##### **– Justificativa**

A implantação da rede de monitoramento quantitativo visa apontar, desde o início das atividades de planejamento, as informações sobre vazões, cotas de nível de água, precipitação, as quais podem ser consideradas ainda no início dessa fase, como representativas de suas condições originais antes das interferências que decorrerão com o andamento das atividades subseqüentes.

A evolução do conhecimento sobre vazões e oscilações do nível de água ao longo das fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento, consiste, pois, da análise de seu histórico de dados, necessários ao reconhecimento do regime sazonal de flutuação dos níveis de água e do comportamento dos fluxos subterrâneos.

Assim, em avaliações posteriores será possível mensurar os reais efeitos das atividades minerárias sobre os sistemas aquíferos, considerando-se as alterações observadas nos atributos hidrogeológicos que controlam o comportamento da dinâmica hídrica subterrânea, tais como gradiente hidráulico, condutividade hidráulica e velocidade de fluxo subterrâneo, e seus efeitos sobre as taxas de contribuição para a rede de drenagem em torno do empreendimento.

#### – **Objetivos**

São objetivos do programa de monitoramento quantitativo:

- Avaliar as condições originais da dinâmica aquífera;
- Acompanhar o início das transformações de carga hidráulica decorrentes das ações de implantação das obras do empreendimento em relação às variações sazonais naturais;
- Acompanhar os efeitos da operação do empreendimento sobre as oscilações naturais das águas subterrâneas;
- Acompanhar os efeitos dos processos e tarefas relacionados ao fechamento do empreendimento sobre as oscilações naturais das águas subterrâneas;
- Fornecer subsídios para a identificação de problemas ambientais que exijam o desenvolvimento de estudos específicos detalhados;
- Fornecer subsídios para a identificação de medidas voltadas à minimização de eventuais problemas ambientais que estejam relacionados à modificação das taxas de recarga e à alteração das disponibilidades hídricas subterrâneas;
- Acompanhar os efeitos da operação do empreendimento sobre as águas subterrâneas;
- Fornecer subsídios para a identificação de problemas ambientais que exijam o desenvolvimento de estudos específicos e mais detalhados, se for o caso, e;
- Fornecer subsídios para a avaliação da eficácia dos programas de controle ambiental implantados e para identificação da necessidade da adoção de medidas para a minimização de eventuais problemas ambientais.

A partir de sua implantação e operação, será obtida uma base de dados ainda mais sólida para aprimoramento do modelo hidrogeológico conceitual, permitindo assim, a elaboração de modelos numéricos de simulação de aquífero sob a ótica operacional, ferramenta indispensável ao planejamento de projetos de desaguamento e/ou aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos.

#### – **Metas**

A meta do programa de monitoramento quantitativo consiste no estabelecimento de planilhas de informações hidrogeológicas contendo os dados de leituras de cotas de nível de água, vazão e precipitação, com o intuito de permitir cálculos comparativos antes, durante e após a implantação do empreendimento.



### – **Indicadores Ambientais**

Constituem-se como indicadores ambientais deste programa:

- Planilha de informações hidrogeológicas – leituras de cotas de nível de água, vazão e precipitação;
- Mapa de distribuição de pontos de controle de carga hidráulica do aquífero;
- Gráficos de oscilação das cargas hidráulicas dos aquíferos;
- Mapas potenciométricos para averiguação das direções prováveis de fluxo subterrâneo;
- Cálculos comparativos entre as velocidades de fluxo subterrâneo, gradiente hidráulico e condutividade hidráulica dos aquíferos, na condição original dos terrenos (antes da implantação) e durante a operação.

Estes produtos deverão ser atualizados periodicamente para que se tenha um acompanhamento adequado da evolução da dinâmica hídrica subterrânea da área, e para que se favoreça a identificação de lacunas e falhas no procedimento de monitoramento adotado, caracterizando assim a eficiência do programa implantado.

### – **Público Alvo**

Este programa terá como público-alvo as comunidades a jusante do empreendimento.

### – **Metodologia**

O desenvolvimento do plano de monitoramento quantitativo deve considerar todas as tarefas necessárias à adequada e efetiva caracterização dos impactos concernentes às etapas construtivas do empreendimento. Assim, a coleta inicial de dados hidrodinâmicos deve ser orientada para o controle das amostragens que possam buscar a compreensão do quadro hidrogeológico ambiental local, e assim, possibilitar a tomada de decisões no sentido de que seja adaptada, caso a caso, a continuidade dos procedimentos inicialmente previstos.

Após a finalização do período correspondente a um ano hidrológico completo, o volume de dados coletados e tratados deve ser suficiente para consistir a caracterização hidrogeológica da área, constando de uma análise crítica da infraestrutura montada para a aquisição das informações pertinentes, inclusive os dados provenientes das estações climatológicas existentes.

Nestes termos, as conclusões obtidas deverão apontar as possíveis lacunas existentes, procedendo-se a uma revisão que indique alterações na frequência de amostragem, e/ou à redução ou acréscimo do número de pontos existentes, caso necessário.

Em vista de se tratar de um empreendimento cujas ações principais referem-se ao rebaixamento gradual do nível de água do aquífero em uma vasta superfície topográfica, parte dos dispositivos de controle, necessariamente, estarão instalados em locais que deverão ser atingidos num determinado momento, pelas atividades de lavra. Assim, estes instrumentos deverão apresentar uma vida útil que poderá ser prevista em função de seu posicionamento geográfico nos arredores das cavas e em seu interior.

## – Atividades

Inserido no Programa de Monitoramento Hídrico, encontra-se o monitoramento das flutuações do nível de água subterrânea. Neste contexto, o programa de monitoramento de nível da água subterrânea deve considerar as indicações técnicas dos dispositivos de controle hidrogeológico, através da implantação e operação de vertedouros (VT's), Régua Linimétrica (RL's), Pluviômetros (PV's), e de uma rede piezométrica composta por poços de monitoramento (PM's) e piezômetros (PZ's).

Estes dispositivos são voltados, respectivamente, à caracterização de vazões, das oscilações de nível da água superficial, das oscilações de precipitação, das oscilações de nível da água subterrânea e de cargas hidráulicas, os quais se constituem em dados essenciais para dar subsídio ao acompanhamento das alterações na dinâmica aquífera nas etapas de implantação, operação e fechamento do Projeto Ferros Carajás S11D.

### • Descargas de Superfície

Vale ressaltar que já existem trabalhos anteriores que apontam a necessidade de implantação de uma rede de monitoramento de vazões no entorno do Bloco D do Corpo S11 (Mdgeo, 2006; 2008).

A rede de monitoramento de descargas de superfície apresentada por Mdgeo (2006) foi projetada para atender todo Corpo S11. A mesma continha 20 pontos, nomeados de PM-01 a PM-20; desse total, 15 pontos foram definidos como monitoramento quali-quantitativos, PM-01 a PM-15, e 5 pontos definidos para monitoramento qualitativos, PM-16 a PM-20.

Já a nova rede de monitoramento apresentada por Mdgeo (2008) para o Bloco D do Corpo S11 apresenta um total de 27 pontos divididos em pontos de monitoramento qualitativo, monitoramento quantitativo e monitoramento quali-quantitativo. Deste total, 9 são exclusivamente qualitativos, 5 são exclusivamente quantitativos e 13 são quali-quantitativos.

Após análise locacional e de consistência da rede de monitoramento apresentada por Mdgeo (2008) optou-se por manter a mesma distribuição de pontos para a implantação de vertedouros na área de entorno do Bloco D do Corpo S11. Dessa maneira, a **Tabela 9.1.1.6** apresenta uma relação com 18 pontos de monitoramento por vertedouros para a área do Bloco D. A **Figura 9.1.1.2** apresenta o mapa com a localização desses pontos.

A rede de monitoramento fluviométrico visa à quantificação das vazões circulantes dos cursos d'água situados no entorno do Bloco D do Corpo S11 na Serra Sul. Para a realização da medida de vazão sugere-se inicialmente a utilização de micromolinete, uma vez que o acesso aos pontos a serem monitorados é difícil, não possibilitando assim o uso de outros instrumentos, ou sugere-se até mesmo a construção de outros instrumentos fixos, como Calhas Parshall, nos locais de mais fácil acesso.

Recomenda-se que a periodicidade do monitoramento de vazões nos instrumentos a serem instalados seja feita com periodicidade mensal.

**TABELA 9.1.1.6****DADOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DE DESCARGAS DE SUPERFÍCIE**

Nº de Ordem	Ident. Mdgeo (2008)	Coordenadas		Localização	Descrição	Litologia
		X	Y			
01	PM-01	579197	9290558	Sub-bacia Ig. Sossego - jusante ponto F3RPPA68	Ponto de água	Granito
02	PM-02	579513	9290555	Sub-bacia Ig. Sossego - montante ponto 3RPPA70	Ponto de água	Granito
03	PM-03	576954	9294569	Sub-bacia Ig. Sossego - jusante ponto F2PA39	Ponto de água	-
04	PM-04	570690	9296257	Sub-bacia Ig. Serra Sul - jusante ponto SSPA34	Ponto de água	-
05	PM-11	564225	9294057	Sub-bacia Ig. Itacaiúnas Leste-jusante ponto F2PA167	Ponto de água	Básica
06	PM-12	566177	9290907	Sub-bacia Ig. Itacaiúnas Leste -jusante ponto F2PA156	Ponto de água	Básica
07	PM-13	569001	9287700	Sub-bacia Ig. Itacaiúnas Leste -jusante ponto F2PA133	Ponto de água	Básica
08	PM-14	575311	9287458	Sub-bacia Igarapé Pacu - jusante pontoF3RPPA219	Ponto de água	Granito
09	PM-15	569786	9294865	Sub-bacia Ig. Serra Sul - jusante do ponto F3PA223	Curso d'água	-
10	PM-16	571774	9292620	Corpo D -Platô -Lagoa do Violão	Lagoa Violão	Canga
11	PM-17	569467	9292894	Corpo D -Platô -Lagoa do Amendoim	Lagoa Amendoim	Canga
12	PM-26	577417	9292606	Sub-bacia Ig. Sossego -no ponto F3NA201	Nascente	Formação Ferrífera
13	PM-31	567780	9292109	Sub-bacia Ig. Itacaiúnas Leste -no ponto F3PA251	Nascente	Canga
14	PM-32	578210	9293291	Sub-bacia Ig. Sossego - jusante do ponto F3PA232	Curso de água	Formação Ferrífera
15	PM-33	575614	9294081	Sub-bacia Ig. Sossego - jusante do ponto F3PA22	Curso de água	-
16	PM-34	573084	9295395	Sub-bacia Igarapé Sossego jusante do ponto F3PA18	Curso de água	-
17	PM-35	570245	9292871	Vertedouro da Lagoa do Violão	Curso de água	Canga
18	PM-36	570245	9292871	Bloco D -Platô	Lagoa Leste	Canga

Fonte: Compilado de Mdgeo (2008).

Fonte: HGM e Mgeo (2008)

**FIGURA 9.1.1.2 - Mapa de localização dos pontos da rede de monitoramento de descargas de superfície A3**

- **Réguas Linimétricas**

A instalação de réguas linimétricas em todas as lagoas perenes inventariadas no Bloco D do Corpo S11 e a manutenção das réguas já instaladas também constitui foco do programa monitoramento. Foram identificadas 3 lagoas no Bloco D: Lagoa do Violão, Lagoa do Amendoim e a Lagoa na extremidade leste do Bloco D.

As medidas deverão ser realizadas mensalmente possibilitando a observação da evolução do nível de água das lagoas. A partir dos dados de monitoramento das lagoas será possível calcular o balanço hídrico das mesmas e assim definir a sua relação com os recursos hídricos subterrâneos da formação ferrífera.

- **Pluviômetros**

O Monitoramento Meteorológico será realizado na região sendo que os procedimentos específicos serão descritos a seguir no Plano de Gestão da Qualidade do Ar. Isto permitirá, um monitoramento comparativo ao longo do tempo. De posse dos dados referentes à pluviometria, temperatura, evaporação, pressão, velocidade do vento entre outros será possível elaborar o balanço hídrico da área.

- **Rede Piezométrica**

A instalação dessa instrumentação vai permitir o aprimoramento do conhecimento hidrogeológico do Aquífero Carajás no âmbito do Projeto Ferro Carajás S11D. Desse modo foram projetados quatro poços de monitoramento e doze piezômetros. Os poços de monitoramento foram projetados de forma a permitir a coleta de águas subterrâneas e a determinação dos parâmetros hidrodinâmicos e hidrogeoquímicos do aquífero. Os indicadores do nível de água vão permitir conhecer a geometria do aquífero e a sua interconexão.

O monitoramento destes instrumentos vai permitir a determinação mais precisa da superfície piezométrica do aquífero, e assim definir com precisão as reservas de águas subterrâneas existentes na área em apreço, bem como, permitir a qualificação das suas águas subterrâneas.

- **Poços de Monitoramento/Piezômetros**

A **Tabela 9.1.1.7** apresenta as coordenadas dos instrumentos propostos para monitoramento com as respectivas estimativas de profundidade do furo e do nível de água. A locação da instrumentação proposta pode ser vista na **Figura 9.1.1.3**.

**TABELA 9.1.1.7**

**IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS SUGERIDOS PARA A  
IMPLANTAÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO DO  
NÍVEL DE ÁGUA ATRAVÉS DE POÇOS PIEZOMÉTRICOS**

<b>Piezômetro/Poço</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>Coordenadas UTM</b>	<b>N</b>	9.292.144	9.292.039	9.292.115	9.292.118	9.292.082	9.293.011	9.292.116	9.291.869	9.292.687	9.292.897	9.291.889
	<b>E</b>	569.775	569.805	569.854	569.948	571.214	571.658	572.961	573.150	573.073	573.446	574.418
<b>Profundidade</b>	<b>m</b>	200	200	220	200	185	220	200	220	150	100	250

<b>Piezômetro/Poço</b>		<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>
<b>Coordenadas UTM</b>	<b>N</b>	9.292.583	9.292.721	9.292.641	9.292.595	9.292.676	9.291.801	9.291.685	9.291.766	9.291.877	9.292.750	9.292.936	9.293.245
	<b>E</b>	574.433	574.427	574.482	574.571	574.777	575.152	575.301	575.255	575.261	575.591	576.081	576.138
<b>Profundidade</b>	<b>m</b>	220	220	235	220	220	250	250	250	250	220	180	200

**FIGURA 9.1.1.3 - Mapa de Localização da Rede Piezométrica. A3**

- **Cronograma**

Este programa de monitoramento deverá ser implementado preferencialmente 1 ano antes do início das etapas de implantação do empreendimento, de modo a permitir a obtenção de dados representativos da qualidade ambiental atual dos sistemas aquíferos locais. O Programa deverá ser mantido durante as etapas de implantação e operação do empreendimento, até o final de sua vida útil. Para tanto:

- Propõe-se frequência de amostragem do nível de água subterrâneo em periodicidade mensal na estação seca e quinzenal na estação úmida, para todos os pontos que compõem a rede de observação.
- Propõe-se frequência de monitoramento nos vertedouros das estações de medição de descarga, em periodicidade semanal.
- O observador que realizar a coleta dos dados dos pluviômetros deve observar os seguintes passos: Diariamente, nos horários de leitura, verificar se existe água de chuva no pluviômetro. Em caso positivo, medir com o auxílio da proveta a altura em milímetros da precipitação coletada pelo instrumento. Ao final de cada leitura, verificar se a torneira do pluviômetro encontra-se bem fechada; Anotar em caderneta, a altura medida da chuva observada no pluviômetro, com data e horário correspondentes.

- **Equipe Técnica**

A equipe técnica que deverá proceder à instalação dos dispositivos de monitoramento deverá ser contratada pela Vale. Cabendo ainda à mesma a responsabilidade pela contratação da equipe de hidrometristas para percorrer e coletar os dados necessários.

- **Inter-relação com Outros Programas**

Este programa apresenta inter-relação com os programas estabelecidos no PGRHSUP, uma vez que a correlação com o tema hidrogeologia é um aspecto que merece destaque e tratamento.

### **9.1.1.2.2 Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas**

- **Justificativa**

Considerando as atividades a serem desenvolvidas durante as fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento, faz-se necessário um acompanhamento da qualidade das águas subterrâneas. Neste sentido será necessário o monitoramento das águas subterrâneas a partir do início das atividades de implantação para se determinar a qualidade das mesmas em sua condição original.

O programa deve considerar ainda, a evolução do conhecimento sobre a qualidade natural das águas subterrâneas ao longo das etapas de implantação e operação do empreendimento, as quais apresentam potencial de contaminação, devendo consistir da análise de parâmetros físico-químicos específicos que possam balizar, comparativamente, possíveis interferências na qualidade natural das águas subterrâneas.



### – **Objetivos**

São objetivos do Programa de Monitoramento da qualidade das águas subterrâneas:

- acompanhar as transformações decorrentes das ações de implantação das obras construtivas das estruturas de apoio sobre a qualidade das águas subterrâneas;
- acompanhar as variações sazonais naturais dos principais constituintes físico-químicos das águas subterrâneas;
- caracterizar e acompanhar a evolução da condição de qualidade das águas subterrâneas na área diretamente afetada pelo projeto;
- acompanhar os efeitos da operação do empreendimento sobre as águas subterrâneas; e
- fornecer subsídios para a identificação de problemas ambientais que exijam o desenvolvimento de estudos específicos e mais detalhados, se for o caso.

### – **Metas**

A meta do programa de monitoramento qualitativo consiste no estabelecimento de planilhas de informações hidrogeológicas contendo os dados de qualidade das águas subterrâneas, com o intuito de fornecer subsídios para a avaliação da eficácia dos programas de controle ambiental implantados e para identificação da necessidade da adoção de medidas para a minimização de eventuais problemas ambientais.

### – **Indicadores Ambientais**

Serão utilizados como indicadores ambientais de referência os parâmetros e respectivas concentrações admissíveis estabelecidos para as águas subterrâneas na Resolução CONAMA Nº 396/2008.

### – **Público-alvo**

Este programa terá como público-alvo as comunidades a jusante do empreendimento.

### – **Metodologia**

Com base em experiências anteriores, sugere-se que seja implantado um programa de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas que possibilite caracterizar de modo mais conservador, num primeiro estágio, o padrão típico de composição das águas subterrâneas que prevalece nas zonas aquíferas com potencial de serem afetadas, quanto aos seus principais elementos constituintes.

A implantação do programa de monitoramento hidroquímico deve responder, inicialmente, às questões acerca da qualidade natural dos aquíferos localizados nas áreas diretamente afetadas pelo empreendimento antes das etapas de implantação e operação, ou seja, em suas condições atuais. Com esse propósito, entende-se que após um ano de operação do empreendimento, a partir de uma frequência trimestral de coletas, deve-se proceder à revisão do programa em relação à frequência de amostragem, ao número de parâmetros analisados e a relocação, redução ou acréscimo de número de pontos, caso se mostrem necessárias tais adequações.

Dessa forma, propõe-se que o monitoramento hidroquímico inicial seja realizado em quatro campanhas de amostragem trimestrais. A primeira amostragem de qualidade das águas subterrâneas deverá ocorrer ainda antes do início da etapa de implantação, aproveitando os poços de monitoramento. As campanhas subseqüentes deverão cumprir pelo menos duas amostragens que coincidam com o final do período seco e outra no final do período úmido, sendo as demais campanhas de amostragem intercaladas ao longo do período do referido ano hidrológico.

As amostragens deverão ser realizadas segundo os procedimentos da ABNT NBR 13.895 (construção de poços de monitoramento e amostragem). Já as análises físico-químicas deverão ser realizadas por laboratório certificado e de acordo com os métodos padronizados pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA/AWWA/WEF, 1998)

#### – Atividades

Para a seleção dos parâmetros físico-químicos foram consideradas as informações relativas às características hidrogeológicas da área, as indicações de parâmetros para empreendimentos minerários, bem como parâmetros indicados na Resolução CONAMA 357/05 para águas doces Classe 2.

Para a caracterização hidroquímica do Bloco D do Corpo S11 será necessária a realização de análises químicas completas com todos os principais íons comumente encontrados.

Assim, foram mantidos os parâmetros indicadores do processo produtivo e também aqueles que representam as informações mínimas, nas quais a qualidade da água pode ser avaliada, tais como: temperatura, condutividade elétrica, ph, oxigênio dissolvidos e sólidos totais dissolvidos. Para tanto, propõe-se a realização de duas campanhas de coleta d'água: a primeira durante o período chuvoso e a segunda durante o período seco.

A **Tabela 9.1.1.8**, a seguir, apresenta os parâmetros selecionados para o monitoramento hidroquímico. Essas análises são importantes, pois podem indicar a presença de elementos pouco freqüentes, às vezes com teores acima dos limites estabelecidos pela legislação.

Na **Tabela 9.1.1.9 – A e B** abaixo e na **Figura 9.1.1.4**, são identificados os pontos sugeridos para implantação da rede de monitoramento quantitativo. Estes pontos são descritos como nascentes ou poços de monitoramento propostos para rede de monitoramento do nível de água conforme descrito na **Tabela 9.1.1.7** deste programa. Esta rede de monitoramento tem por objetivo a caracterização físico-química das águas do Bloco “D”, visando à definição da filiação hidrogeológica das mesmas, como ferramenta auxiliar no estabelecimento de um modelo hidrogeológico mais embasado, assim como a definição de sua qualidade ambiental.

**Figura 9.1.1.4 – Localização dos Pontos Propostos para o Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas **A3****

**TABELA 9.1.1.8**  
**PARÂMETROS A SEREM ANALISADOS**

Parâmetros de Análise em <i>in loco</i>	
Temperatura da água (°C)	Potencial Redox (mV)
Temperatura do ar (°C)	Condutividade elétrica (µS/cm)
pH	Oxigênio dissolvido (mg/L O <sub>2</sub> )
Potencial Redox (mV)	
Parâmetros de Análise em Laboratório	
Cor verdadeira (NTU)	Alcalinidade Bicarbonato (mg/L CaCO <sub>3</sub> )
Turbidez (mg Pt/L)	Alcalinidade Carbonato (mg/L CaCO <sub>3</sub> )
Cloreto (mg/L Cl)	Arsênio (mg/L)
Cianeto (mg/L CN)	Cádmio (mg/L)
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	Cálcio (mg/L)
Fluoreto (mg/L F)	Chumbo (mg/L)
Nitrogênio amoniacal total (mg/L N)	Cobalto (mg/L Co)
Nitrato (mg/L N)	Manganês (mg/L Mn)
Nitrito (mg/L N)	Prata (mg/L Ag)
Sulfato (mg/L SO <sub>4</sub> )	Cobre (mg/L Cu)
Sulfeto (mg/L S)	Cromo (mg/L Cr)
Fósforo total (mg/L P)	Zinco (mg/L Zn)
Potássio (mg/L K)	Vanádio (mg/L V)
Sódio (mg/L Na)	Urânio (mg/L U)
Magnésio (mg/L Mg)	Bário (mg/L Ba)
Boro (mg/L B)	Ferro (mg/L Fe)
Alumínio (mg/L Al)	Níquel (mg/L Ni)
Mercúrio (mg/L Hg)	

**TABELA 9.1.1.9 - A**

**LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS DE MONITORAMENTO PROPOSTOS**

Pontos de Monitoramento	Coordenadas		Descrição
	X	Y	
PM-01	569807	9292133	Poço de Monitoramento
PM-02	574614	9292696	Poço de Monitoramento
PM-03	574715	9292356	Poço de Monitoramento
PM-04	575310	9291752	Poço de Monitoramento

Fonte: Mdgeo (2008)

**TABELA 9.1.1.9- B****LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE NASCENTES PROPOSTOS**

Pontos de Monitoramento	Coordenadas		Localização	Descrição
	X	Y		
PM-21	568920	9294635	Sub-bacia Ig. Serra Sul - jusante do ponto F3NA224	Nascente
PM-22	570217	9294149	Sub-bacia Ig. Serra Sul - jusante do ponto F3NA210	Nascente
PM-23	571256	9294412	Sub-bacia Ig. Sossego - jusante do ponto SSNA01	Nascente
PM-24	573004	9293148	Sub-bacia Ig. Sossego -no ponto F3NA40	Nascente
PM-25	575431	9293500	Sub-bacia Ig. Sossego -no ponto F3NA19	Nascente
PM-26	577417	9292606	Sub-bacia Ig. Sossego -no ponto F3NA201	Nascente
PM-27	576097	9290907	Sub-bacia Ig. Sossego -no ponto F3NA198	Nascente
PM-31	567780	9292109	Sub-bacia Ig. Itacaiúnas Leste -no ponto F3PA251	Nascente

Fonte: Mdgeo (2008)

Constituem-se como instrumentos de desenvolvimento deste programa:

- Planilha de informações hidrogeológicas – leituras de cotas de nível de água, vazão e precipitação;
- Mapa de distribuição de pontos de controle da qualidade;
- Gráficos de oscilação de parâmetros hidroquímicos;
- Mapas de distribuição e variação de parâmetros hidroquímicos;

Estes produtos deverão ser atualizados de tempos em tempos para que se tenha um acompanhamento adequado da evolução da qualidade ambiental da área, e para que se favoreça a identificação de lacunas e falhas no procedimento de monitoramento adotado, caracterizando assim a eficiência do programa implantado.

#### – Cronograma

Considerando-se que o Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas deverá ser executado em todas as fases do empreendimento.

Espera-se, a partir dos resultados, que se possa adequar anualmente as demais tarefas de monitoramento, em termos de otimização das frequências de amostragem, número de poços de coleta e lista de parâmetros para serem analisados durante toda a fase operacional.

#### – Equipe Técnica

Laboratório credenciado a ser contratado pela Vale para execução das coletas em campo e análises físico-químicas.

## – **Inter-relação com Outros Programas**

Este programa apresenta inter-relação com o programa de monitoramento de Corpos Recetores.

### **9.1.1.3 Plano de Gestão da Qualidade do Ar**

O plano de gestão da qualidade do ar para as atividades de lavra e beneficiamento do Projeto Ferro Carajás S11D é composto de dois programas: Programa de Controle das Emissões Atmosféricas e Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar e Meteorologia.

O programa de controle das emissões atmosféricas foi criado com a intenção de orientar as ações de controle a serem desenvolvidas para minimizar as emissões de poluentes, com maior foco no material particulado, que é o principal poluente potencialmente emitido por atividades da mineração a céu aberto. Destaca-se que as emissões atmosféricas provenientes das atividades de lavra, beneficiamento e transporte de minérios são exclusivamente fontes difusas, e que podem variar de posição, de acordo com a movimentação das frentes de lavra.

Associado ao programa de controle de emissões é proposto o programa de monitoramento da qualidade do ar da AID do Projeto Ferro Carajás S11D, com o foco na avaliação constante das condições da qualidade do ar da região e visando propiciar o conhecimento das condições meteorológicas que interferem nos processos de emissão e dispersão de poluentes.

#### **9.1.1.3.1 Programa de Controle das Emissões Atmosféricas**

##### – **Justificativa**

As tarefas desenvolvidas nas etapas de implantação, operação e fechamento do Projeto Ferro Carajás S11D 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 legais vigentes.

##### – **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.

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.

– **Metas**

Implementar procedimentos e práticas operacionais que promovam o controle e/ou a minimização da geração de efluentes atmosféricos.

Minimização da emissão de poluentes atmosféricos visando a manutenção das concentrações na atmosfera da AID do empreendimento dentro dos padrões de qualidade do ar definidos na Resolução CONAMA 03/1990.

– **Indicadores Ambientais**

Serão adotados como indicadores ambientais deste programa os dados gerados pelo monitoramento de Qualidade do Ar, cujos parâmetros e metodologia serão descritos a seguir.

– **Publico Alvo**

O público-alvo deste programa serão os funcionários próprios e terceirizados da Vale.

– **Descrição do Programa**

A atividade de mineração a céu aberto é em geral muito dinâmica, exigindo ações e procedimentos de controle das emissões atmosféricas que devem ser implementados, modificados ou corrigidos de forma tão dinâmica quanto for o desenvolvimento da lavra.

De um modo geral, as tecnologias de controle das emissões de material particulado em fontes difusas atuam no sentido de impedir o lançamento para o ar ambiente das partículas mais finas superficialmente disponíveis, potencialmente vulneráveis de serem capturadas e mantidas em suspensão pelo ar.

Este Programa apresenta um conjunto de soluções a serem adotadas para a minimização da emissão de poluentes atmosféricos durante as atividades do Projeto Ferro Carajás S11D.

– **Metodologia / Atividades**

A fixação das partículas nas superfícies em fontes difusas pode ser obtida, dentre outras possibilidades, das seguintes maneiras:

- 1) por meio da alteração das propriedades físicas das superfícies expostas, como exemplo o aumento da umidade;
- 2) através da contenção das partículas nas superfícies com introdução de barreiras físicas que impeçam o arraste eólico;
- 3) através da remoção das partículas finas da superfície do material manuseado ou exposto.

São exemplos de controle pelo aumento da umidade a umectação das superfícies de vias, pilhas e áreas expostas, e aplicação de sal higroscópico (cloreto de cálcio). Como exemplos de técnicas de contenção das partículas por barreiras físicas, podem ser citados a revegetação das áreas expostas, a aplicação de polímeros e cobertura com lona plástica. E para exemplificar a remoção das partículas, pode ser citada a lavagem ou varrição das vias pavimentadas.

Durante as fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento Ferro Carajás S11D, as seguintes ações de controle e acompanhamento deverão ser adotadas:

- Umectação das vias de acesso internas não pavimentadas;
- Aplicação de cloreto de cálcio nas superfícies das vias de acesso internas não pavimentadas (método alternativo de manutenção da umidade superficial);
- Aplicação de polímeros nas superfícies das vias não pavimentadas;
- Pavimentação das vias de acesso de veículos leves;
- 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 diesel;
- Implantação de um programa de manutenção para garantir a eficácia e a eficiência operacional de máquinas e sistemas de controle ambiental;
- Implementação da política de melhoria contínua, prevendo-se a revisão das ações adotadas para equacionamento dos impactos ou aspectos relacionados à qualidade do ar;
- Fixação de superfícies susceptíveis ao arraste eólico de partículas.

Propõe-se que as ações de controle e acompanhamento relacionadas sejam realizadas seguindo as orientações descritas a seguir:

#### Umectação das vias de acesso internas não pavimentadas:

A umectação da superfície das vias é uma das técnicas mais difundidas e eficazes para o controle de emissões em vias de tráfego não pavimentadas.

A aspersão de água na superfície desse tipo de via propicia o controle imediato das emissões de material particulado, mantendo-se eficaz enquanto perdurar a alta umidade da camada superficial da pista de rolamento. Uma rotina operacional de umectação das vias, ou plano de umectação, deve ser implantado e mantido, levando-se em consideração a intensidade de utilização de cada via e as condições meteorológicas incidentes.

A verificação da eficácia do plano de umectação será realizada diariamente por meio de inspeção visual, objetivando não haver emissões visíveis de poeira nas vias integrantes desse plano.

#### Aplicação de Cloreto de Cálcio nas superfícies das vias de acesso internas não pavimentadas:

Um recurso alternativo para a manutenção da umidade superficial das superfícies das vias não pavimentadas é a aplicação de cloreto de cálcio (CaCl).



O cloreto de cálcio é uma substância altamente higroscópica, com capacidade de absorver a água presente no ar ambiente e no solo, fixando-a na superfície do solo onde o sal foi aplicado. A pressão de vapor da solução de água e cloreto de cálcio é significativamente menor que a da água pura a uma mesma temperatura, potencializando ainda mais a manutenção da umidade superficial da via por reduzir as perdas por evaporação.

A manutenção da umidade da superfície da via elevada reduz drasticamente o potencial de emissão de material particulado da via não pavimentada. Devido a sua solubilidade em água, a aplicação de cloreto de cálcio só é viável em épocas mais secas e em vias de tráfego, onde não sejam realizadas umectação com caminhão-pipa.

A durabilidade do efeito da aplicação do cloreto de cálcio em uma via de tráfego é função da concentração de sal aplicado sobre a via, a taxa de aplicação utilizada, o tipo de solo, a ocorrência de chuvas, o tipo de aplicação (escarificação, superficial) e a umidade relativa do ar da região. É importante destacar que a aplicação de cloreto de cálcio em vias não pavimentadas deve ser acompanhada de um cuidadoso monitoramento da qualidade das águas, devido ao aumento do potencial de salinização provocado pela adição do sal na superfície das vias.

#### Aplicação de polímeros nas superfícies das vias não pavimentadas:

Atualmente, existem polímeros no mercado com diversas formulações que atuam no sentido de melhorar as propriedades de estabilização das superfícies de rodagem, retenção de partículas e absorção de água. A melhoria destas propriedades promove a redução da emissão de poeira (30 a 80%) e do consumo de água de aspersão (até 40%).

#### Pavimentação de vias de acesso de veículos leves:

A pavimentação de uma via de tráfego, por si só, consiste em uma medida de controle de emissão. Segundo WSDE (2003), as emissões de material particulado de uma via pavimentada são 90 % menores que uma via não pavimentada com mesmo fluxo de tráfego.

Todavia, para que a pavimentação da via seja considerada como um controle de emissão de material particulado, a superfície da mesma deverá ser mantida livre de material particulado depositado. Assim, para a garantia de redução das emissões de partículas em vias pavimentadas é necessário que a superfície seja mantida livre de partículas depositadas.

#### Lavagem de vias de acesso pavimentadas (quando necessário):

A lavagem das vias pavimentadas propicia a remoção das partículas depositadas sobre a superfície da via, promovendo assim a redução do potencial de emissão. Esta ação deverá ser desencadeada sempre que for detectada a necessidade através de avaliação visual da sujidade da pista de rolamento pavimentada e da ocorrência de emissões visíveis de poeira nessas vias;

Definição de limites de velocidade de veículos nas vias de tráfego:

A emissão de material particulado em vias de tráfego, principalmente em se tratando das não pavimentadas, é função direta da velocidade de circulação do veículo sobre a via. Quanto maior for a velocidade do veículo, maior será o potencial de arraste das partículas disponíveis sobre a via para a atmosfera.

Assim, o estabelecimento de um limite de velocidade para cada trecho das vias não pavimentadas, realizado por meio de sinalização específica, auxilia no controle das emissões de material particulado nas vias de tráfego não pavimentadas;

Permissão de circulação apenas para veículos autorizados nas áreas envolvidas:

Esta ação visa garantir que circulem nas vias internas do empreendimento somente os veículos necessários à execução das atividades produtivas, evitando a geração de poeira;

Estabelecimento de um programa de manutenção dos caminhões e equipamentos dotados de motores diesel:

A correta manutenção do bom estado de funcionamento dos motores propicia a redução dos níveis de emissão de gases e partículas (fumaça preta) pelos motores de combustão interna dos veículos e máquinas móveis das minas.

Dessa forma deverá ser implementado um programa de inspeção da emissão de fumaça preta pelos veículos e máquinas movidas a diesel que atuam no empreendimento, utilizando a Escala Ringelmann Colorimétrica, levando à manutenção corretiva aqueles que apresentarem emissões acima do grau 2 da referida escala.

Implantação de um programa de logística e manutenção para garantir a eficácia e a eficiência operacional dos caminhões-pipa no controle ambiental:

Uma vez estabelecidos os sistemas de controle a serem utilizados, há a necessidade de garantir o seu correto funcionamento com confiabilidade e disponibilidade suficientes para promover o controle adequado das emissões a que se destinam.

Fixação de superfícies susceptíveis ao arraste eólico de partículas:

As superfícies de lavras já encerradas ou paralisadas e outras superfícies expostas à ação eólica e intempéries devem ser protegidas, de modo a evitar a geração de poeira pela ação de rajadas de vento. Dentre os métodos mais utilizados para a fixação de solos expostos está a revegetação, ação esta que deve ser desenvolvida juntamente com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) do Projeto Ferro Carajás S11D. Outra opção de caráter temporário é o uso de polímeros ou supressores de pó.

– **Cronograma**

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 são previstas para início juntamente com as fases de implantação e/ou operação do programa de produção do Projeto Ferro Carajás S11D.

– **Equipe Técnica**

São recursos humanos a serem utilizados no presente Programa:

- Profissional com formação adequada para executar e acompanhar as atividades de controle das emissões atmosféricas.

### **9.1.1.3.2 Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar e Meteorologia**

#### **9.1.1.3.2.1 Programa de Monitoramento**

– **Justificativa**

As atividades do Projeto Ferro Carajás S11D são potencialmente geradoras de poluentes atmosféricos, com destaque para as partículas. Assim, faz-se necessário acompanhar os impactos de alteração da qualidade do ar ocorridos na atmosfera da AID.

A dispersão dos poluentes atmosféricos é dependente das condições meteorológicas. Além disso, para o caso das fontes difusas (como exemplo pilhas de materiais, frentes de lavra, vias de tráfego, etc.) 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 meteorologia da região.

O programa de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia propiciará, com a utilização de estações de monitoramento estrategicamente posicionadas na AID, a constante verificação dos níveis de concentrações de partículas na atmosfera da AID, 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 lavra e beneficiamento de minério do Projeto Ferro Carajás S11D.

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 operacional do Projeto Ferro Carajás S11D. 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.

#### – **Metas**

Medir continuamente a qualidade do ar e as condições meteorológicas da área de influência do empreendimento.

Verificar sistematicamente o estado da atmosfera da área de influência do empreendimento com relação aos parâmetros de qualidade do ar por meio de comparações com os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA 03/1990.

#### – **Público-alvo**

Este programa terá como público-alvo as comunidades na bacia atmosférica do empreendimento.

#### – **Descrição do Programa**

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 em questão. No caso da mineração a céu aberto, os impactos significativos de alteração da qualidade do ar estão relacionados principalmente às emissões de material particulado. Por este motivo, identifica-se a necessidade do monitoramento contínuo dos parâmetros de qualidade do ar, partículas totais em suspensão e partículas inaláveis.

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 escolha dos poluentes representativos para o empreendimento está diretamente relacionada às características de suas emissões atmosféricas.

#### – **Metodologia / Atividades**

Para a AID do Projeto Ferro Carajás S11D 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.

O monitoramento da qualidade do ar e meteorologia deve ser realizado com número de estações suficientes para proporcionar uma eficiente cobertura da área de influência direta do empreendimento. São fatores importantes para esta definição: a capacidade produtiva do empreendimento, seu potencial de alteração de qualidade do ar, a extensão da área de influência direta a ser monitorada e a proximidade do empreendimento com comunidades e áreas ambientalmente sensíveis (áreas legalmente protegidas e outras).

No caso específico do Projeto Ferro Carajás S11D, a capacidade produtiva de 90 Mtpa, o classifica como de grande porte e intrinsecamente com elevado potencial de alteração da qualidade do ar, principalmente para partículas, sendo necessário o exíguo controle das emissões atmosféricas. Os impactos atmosféricos serão perceptíveis e mensuráveis numa grande extensão da AID (raio de 20 km).

Considerando o porte do Projeto Ferro Carajás S11D e os fatores necessários para definição do número de estações de monitoramento da qualidade do ar, recomenda-se que o monitoramento dos parâmetros de meteorologia e qualidade do ar seja realizado com a instalação de três estações automáticas de monitoramento contínuo da qualidade do ar e meteorologia, cuja composição de parâmetros é apresentada na **Tabela 9.1.1.10**.

**TABELA 9.1.1.10**

**COMPOSIÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO DA  
QUALIDADE DO AR E METEOROLOGIA DO PROJETO  
FERRO CARAJÁS S11D**

Estação	Qualidade do Ar		Meteorologia						
	PTS	PI	DV	VV	TA	UR	RS	PA	PP
Estação 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Estação 2	X	X	X	X	X				
Estação 3	X	X	X	X	X				

Legenda:

PTS	partículas totais em suspensão	PA	pressão atmosférica
PI	partículas inaláveis (<10 µm)	PP	precipitação pluviométrica
DV	direção do vento	UR	umidade relativa do ar
VV	velocidade do vento	RS	radiação solar global
TA	temperatura do ar		

A **Tabela 9.1.1.11** apresenta as metodologias de medição a serem utilizadas. A seguir são apresentadas as especificações básicas dos analisadores, sensores e acessórios para as estações de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia.

Considerando o estado atual da infraestrutura da AID, a localização específica das 3 estações de monitoramento da qualidade do ar deverá ser alvo de uma avaliação específica (Projeto de Rede de Monitoramento), que indicará a localização exata das estações. Estas localizações deverão dispor de infraestrutura de fornecimento de energia elétrica, comunicação e segurança. Além disso, as áreas cobertas pelas estações de monitoramento serão prioritariamente aquelas com maior mérito, ou seja, áreas sujeitas aos maiores acréscimos de concentrações de poluentes e/ou comunidades existentes na AID (como exemplo a Vila Mozartinópolis).

As estações de monitoramento deverão enviar os resultados de medição, 24 horas por dia, via telemetria (rádio ou telefone) para um centro supervisor localizado na Vale, possibilitando assim o acompanhamento contínuo das concentrações de partículas e condições meteorológicas registradas. Todas as informações geradas serão armazenadas em banco de dados compatível, ficando disponíveis para consultas, relatórios e análises estatísticas.

**TABELA 9.1.1.11**

**METODOLOGIAS PARA O MONITORAMENTO DA  
QUALIDADE DO AR E METEOROLOGIA**

<b>Temática Ambiental</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>Metodologia de Medição</b>
Qualidade do ar	Partículas totais em suspensão	Absorção de radiação beta
	Partículas inaláveis	Absorção de radiação beta
Meteorologia	Direção do vento	Sensor de direção do vento com pá balanceada
	Velocidade do vento	Anemômetro de conchas
	Temperatura do ar	Termistor
	Umidade relativa do ar	Sensor capacitivo
	Radiação solar global	Piranômetro
	Pressão atmosférica	Transdutor de estado sólido
	Precipitação pluviométrica	Pluviômetro de gangorra

– **Cronograma**

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar e Meteorologia deve ser iniciado, com a implantação da Estação 1, seis meses antes do início da etapa de instalação do Projeto Ferro Carajás S11D com o propósito de mensurar os parâmetros de qualidade do ar e meteorologia de interesse sem a influência das emissões atmosféricas que ocorrerão nas etapas de instalação e operação. As outras duas estações deverão ser integradas à rede de monitoramento no início da operação do empreendimento. O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar e Meteorologia deverá ser mantido durante toda a existência do empreendimento.

– **Equipe Técnica**

- Profissional com formação adequada para executar e acompanhar as atividades de monitoramento atmosférico.

#### **9.1.1.4 Plano de Gerenciamento de Resíduos – PGR**

– **Justificativa**

O Programa de Gerenciamento de Resíduos se faz necessário para garantir que a geração, coleta, transporte e disposição final dos resíduos inerentes às atividades sejam realizados de forma controlada, por meio de procedimentos operacionais definidos, tendo como prioridade reduzir o volume total de resíduos que requerem disposição final, aumentar a eficiência da recuperação, reuso e reciclagem de resíduos, além de minimizar os impactos ambientais, por meio de tratamento e disposição final adequados.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos deverá considerar as diretrizes e procedimentos corporativos definidos no Plano Vale de Gestão de Resíduos, de acordo com a Política Ambiental da empresa que é conduzida em conformidade com a legislação e normas técnicas pertinentes.

As atividades a serem desenvolvidas durante as fases de implantação, operação e fechamento do Projeto S11D 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 Gerenciamento de Resíduos.

– **Objetivos**

Este Programa de Gerenciamento de Resíduos terá como finalidade garantir que a geração, segregação, coleta, transporte e disposição final dos resíduos inerentes às atividades do Projeto Ferro Carajás S11D sejam realizados de forma controlada, por meio de procedimentos operacionais definidos, visando aumentar a eficiência da recuperação, reuso e reciclagem de resíduos além de minimizar os impactos ambientais, garantindo o tratamento e disposição final de resíduos sólidos de forma adequada, o que se traduz em atendimento à legislação aplicável.

Objetivos específicos:

- 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, na Central de Materiais Descartáveis - CMD;

- 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, na Central de Materiais Descartáveis - CMD;
- Buscar o reuso e/ou o reprocessamento dos resíduos gerados;
- Garantir a disposição final adequada.

#### – **Metas**

As metas do Plano de Gerenciamento de Resíduos serão definidas de acordo com as informações do inventário de resíduos que poderão determinar a necessidade, ou a possibilidade, de:

- 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.

#### – **Indicadores Ambientais**

Os indicadores de resultados utilizados no âmbito deste plano serão as taxas de geração e o volume de destinação dos resíduos. Estes dados são obtidos através da consolidação anual do inventário de resíduos.

#### – **Público-alvo**

Este programa terá como público-alvo os funcionários próprios e terceirizados da Vale.

#### – **Descrição do programa**

O Plano de Gerenciamento 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 Vale de Gestão de Resíduos.

#### – **Metodologia / Atividades**

As principais atividades a serem desenvolvidas no âmbito do Plano de Gerenciamento de Resíduos são:

- Caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos gerados — Inventário de Resíduos.
- Segregação adequada dos resíduos gerados pela operação do empreendimento
- Coleta, Controle, Transporte e Disposição Temporária e Final de Resíduos
- Compostagem
- Treinamento de funcionários



– **Equipe Técnica**

Para a implementação do Programa de Gestão de Resíduos será necessária, pelo menos, a participação do responsável pela gestão ambiental da Vale e representantes de cada uma das diversas áreas envolvidas com as fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento, incluindo empresas contratadas.

– **Cronograma**

O Plano de Gerenciamento de Resíduos deverá ser executado ininterruptamente durante as fases de implantação, operação e fechamento do Projeto Ferro Carajás S11D.

– **Inter-relação com outros Planos e Programas;**

- Programa de Gestão de Recursos Hídricos Superficiais – PGRHSUP;
- Programa de Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos – PGRHSUB; e
- Plano de Educação Ambiental.

#### **9.1.1.5 Plano de Controle e Monitoramento de Ruídos e Vibrações**

O monitoramento da pressão sonora e vibrações deve considerar as fontes de emissão (área operacional), as fontes receptoras (áreas residenciais), bem como outras atividades realizadas na área de influência direta do Projeto Ferro Carajás S11D. Esse monitoramento deve ser periódico, de modo a permitir o acompanhamento das mudanças que ocorrem ao longo do tempo, tais como ampliações da área operacional e modificações de rotinas de atividades, assim como, a própria evolução da ocupação da área do entorno, que pode alterar as condições e as características das fontes receptoras.

##### **9.1.1.5.1 Programa de Controle e Monitoramento de Ruídos**

– **Justificativa**

A execução do Programa de Controle e Monitoramento de Ruídos para o Projeto Ferro Carajás S11D se justifica pelo fato das tarefas das fases de implantação e operação gerarem ruídos cujos níveis de pressão sonora deverão ser controlados para que os limites estabelecidos na legislação ambiental sejam atendidos.

Através dos monitoramentos será possível avaliar a necessidade ou não de adoção de medidas de atenuação sonora, caso necessário, e a indicação da localização e tipologia destas medidas.

– **Objetivo**

Este programa tem como objetivo garantir que os níveis de emissão de ruído em decorrência das atividades do empreendimento causem o menor impacto possível ao seu entorno.

– **Metas**

- Identificar as zonas de alteração dos níveis de ruído resultantes das atividades do Projeto Ferro Carajás S11D;
- Minimizar os impactos ambientais advindos da alteração dos níveis acústicos;
- Desenvolver procedimentos operacionais objetivando a redução dos níveis de ruídos provenientes das fontes geradoras;
- Atender a Resolução nº 1, de 08 de março de 1990 do CONAMA, que disciplina as emissões de Ruído Ambiental e determina que sejam obedecidos os limites máximos de ruído conforme a NBR 10.151 que estipula limites máximos em função do tipo de ocupação do solo.

– **Indicadores Ambientais**

Serão adotados como indicadores ambientais deste programa os níveis acústicos monitorados, sendo que devem ser considerados como níveis de *background* os valores identificados durante a realização do diagnóstico ambiental, conforme descrito anteriormente no **item 6.1.3**.

– **Público-alvo**

Este programa terá como público-alvo os funcionários próprios e terceirizados da Vale, e as comunidades do entorno do empreendimento.

– **Descrição do Programa**

- A principal forma de minimizar os ruídos deverá ocorrer através da manutenção e regulagem adequada de veículos, máquinas e equipamentos. Ainda assim, para assegurar a saúde dos funcionários que irão trabalhar próximos às fontes de ruídos, deverá ser adotado a obrigatoriedade do uso de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual);
- Durante as fases de implantação e operação do empreendimento os níveis de pressão sonora deverão ser monitorados como forma de aferir a eficácia das ações de controle adotadas e possibilitar a correção, em caso de não conformidades;
- As detonações executadas durante a lavra deverão adotar os procedimentos específicos para a execução de desmonte com o uso de explosivos que constam no Plano de Fogo, considerando as características das áreas a serem perfuradas e detonadas e o adequado dimensionamento da carga a ser utilizada, objetivando a minimização da propagação de ruídos e vibrações na AID.

– **Metodologia / Atividades**

• **Procedimentos específicos a serem adotados nas Medições Acústicas**

Para o monitoramento de ruídos na área de entorno do empreendimento deverão ser realizadas campanhas de medição, que deverão considerar metodologias distintas para ambientes naturais e para os ambientes já antropizados. Desta forma propõe-se:

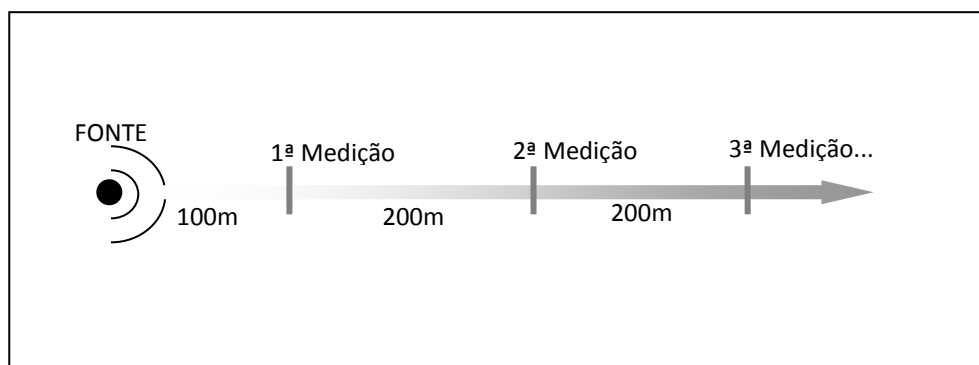
Na vila de Mozartínópolis deverão ser realizadas medições em dois locais, sendo um na área central da vila e outro no ponto limítrofe da mesma em direção ao site da usina de beneficiamento. O monitoramento de ruídos deverá ser realizado periodicamente, em intervalos trimestrais, com medições nos períodos diurno e noturno.

No entorno das estruturas do empreendimento deverá ser concebida uma rede de pontos de amostragem de forma a possibilitar sua interpolação para a identificação de faixas ou domínios de níveis de intensidade semelhantes de manifestação, especialmente para ruídos.

A definição desta rede de amostragem deverá considerar a atividade ou estruturas do empreendimento (operações de lavra e carregamento, beneficiamento, ou de fluxo de veículos) e a tipologia de vegetação/ocupação do solo lindeiras à estes ambientes operacionais.

Considerando como referência a fonte de geração de ruídos, os pontos de medição devem ser locados em intervalos com distâncias regulares (**Figura 9.1.1.5**), de forma a avaliar como os ruídos se propagam nas áreas do seu entorno. Devem ser realizadas tantas medições quanto necessárias, com afastamento gradativo da fonte, até que se atinja o nível de ruído de fundo identificado para aquela tipologia vegetal/uso do solo (valores identificados nas campanhas de campo realizadas para o diagnóstico ambiental do empreendimento).

Sugere-se que a primeira medição ocorra a uma distância de 100 metros da fonte, a partir daí devem ser realizadas medições em intervalos 200 metros até que se obtenha o nível de ruído de fundo daquela tipologia vegetal/uso do solo, um ponto de monitoramento estará situado em Mozartínópolis.



**FIGURA 9.1.1.5 – Esquema para realização do monitoramento de ruídos**

Esse monitoramento deverá ser realizado trimestralmente, com medições no período diurno e noturno. A cada campanha de medição, deverá ser avaliada a necessidade de adequação e/ou redistribuição dos pontos de monitoramento.

Salienta-se que os períodos de medição devem coincidir com a realização de atividades de rotina das etapas de implantação e operação do empreendimento.

#### – Cronograma

O Plano de Controle e Monitoramento de Ruídos deverá ser executado nas fases de implantação e operação do empreendimento.

### – Equipe Técnica

Para a execução das medições, objeto deste monitoramento serão necessários:

- Engenheiro ou profissional de nível superior especializado na realização e tratamento dos dados das medições de ruídos; e
- Profissional de nível técnico ou superior com qualificação para apoio nos trabalhos de medição em campo.

### 9.1.1.5.2 Programa de Controle e Monitoramento de Vibrações

#### – Justificativa

A execução do Programa de Controle e Monitoramento de Vibrações para o Projeto Ferro Carajás S11D se justifica pelo fato das tarefas das fases de implantação e operação gerarem vibrações. Ressalta-se que através dos monitoramentos será possível avaliar a necessidade ou não de adoção de medidas de atenuação.

#### – Objetivos

O Plano de Controle e Monitoramento de Vibrações tem como objetivos:

- A manutenção dos níveis de vibrações previstos no prognóstico, através do controle das vibrações provenientes das atividades operacionais, máquinas e equipamentos do empreendimento;
- Avaliar as Vibrações geradas pelo empreendimento durante a operação do mesmo, em locais de seu entorno identificados no Diagnóstico Ambiental, visando caracterizar os valores reais desses níveis de vibrações.

A avaliação dos níveis de vibrações se faz necessária para averiguar se de fato os mesmos estão congruentes com os valores identificados no Prognóstico Ambiental.

Através dos monitoramentos será possível avaliar a necessidade ou não de adoção de medidas de atenuação de vibração, caso necessário, e a indicação da localização e tipologia destas medidas.

#### – Metas

- Identificar as zonas de alteração dos níveis de vibração resultantes das atividades do Projeto Ferro Carajás S11D;
- Desenvolver procedimentos operacionais objetivando a redução dos níveis de vibração provenientes das fontes geradoras;

#### – Indicadores Ambientais

Serão adotados como indicadores ambientais deste programa os níveis de vibração monitorados, sendo que devem ser considerados como níveis de *background* os valores identificados durante a realização do diagnóstico ambiental, conforme descrito anteriormente no **item 6.1.3**.

– **Público-alvo**

Este programa terá como público-alvo os funcionários próprios e terceirizados da Vale, e as comunidades do entorno do empreendimento.

– **Descrição do programa**

Este programa visa monitorar as variações nos níveis de vibração oriundos das atividades do Projeto Ferro Carajás S11D, principalmente aquelas ligadas ao desmonte por explosivos.

Será realizado monitoramento periódico no entorno do empreendimento, em momentos de operação rotineira do empreendimento e durante eventos de detonação.

As detonações executadas durante a lavra deverão adotar os procedimentos específicos para a execução de desmonte com o uso de explosivos que constam no Plano de Fogo, considerando as características das áreas a serem perfuradas e detonadas e o adequado dimensionamento da carga a ser utilizada, objetivando a minimização da propagação de ruídos e vibrações na AID.

– **Metodologia / Atividades**

Durante as medições de velocidade de partícula devem ser tomadas todas as precauções cabíveis que garantam a qualidade dos dados coletados com relação à instalação e posicionamento do acelerômetro, conforme recomendações da norma técnica DIN 45.669, Parte 1 (1995) e Parte 2 (2005) e a NBR 9.653:2004. Além disso, devem ser observados os seguintes itens:

- Utilizar acelerômetros triaxiais, com a direção 1 apontando para a via e a direção 3 perpendicular ao solo, e um microfone no 4to canal, para auxiliar na identificação dos eventos.
- Calcular os vetores resultantes de velocidades de partícula. Expressar estas velocidades em valores de velocidade de partícula de pico (mm/s).
- Registrar coordenadas dos pontos de medição (GPS).
- Fotografar os pontos de medição com os equipamentos instalados no local.
- Diretrizes específicas a serem adotadas nas Medições de Vibração.

Monitoramento vibrações provenientes de emissões geradas pelas atividades de extração, beneficiamento e expedição de minério.

Esses monitoramentos deverão ser efetuados com o objetivo de caracterizar as vibrações geradas pelo empreendimento em sua fase de operação e, também, avaliar sua influência no entorno do mesmo.

O monitoramento de vibrações deverá ser realizado em conjunto com o monitoramento de ruídos, nos mesmos pontos e com a mesma periodicidade. No entanto, para vibrações as medições deverão ocorrer apenas no período diurno.

Um ponto de monitoramento também estará situado em Mozartinópolis.

Deverão ser efetuados monitoramentos de vibração durante atividades envolvendo desmonte de rocha por detonação de explosivos. Nesses casos deverá ser estabelecido um cronograma específico de forma a garantir que estas atividades sejam monitoradas mensalmente.

– **Cronograma**

Deverá ser executado na fase de operação do empreendimento.

– **Equipe Técnica**

Para a execução das medições, objeto deste monitoramento serão necessários:

- Engenheiro ou profissional de nível superior especializado na realização e tratamento dos dados das medições de vibrações; e
- Profissional de nível técnico ou superior com qualificação para apoio nos trabalhos de medição em campo.

### **9.1.2 Meio Biótico**

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.

Um dos principais impactos sobre a flora e fauna é aquele decorrente da supressão de hábitat, advinda das ações provenientes do processo de supressão vegetal. Neste sentido, estão sendo indicadas ações a serem implementadas, buscando-se reduzir ao máximo as interferências deste aspecto sobre a qualidade ambiental da área onde ele ocorre.

Além desses cuidados, algumas medidas de controle e de compensação são indicadas para fazer frente às intervenções previstas sobre o meio ambiente necessárias a implantação/operação/fechamento do projeto Ferro Carajás S11D e em razão dos impactos avaliados.

Dentro deste contexto, apresentam-se abaixo os seguintes programas ambientais relacionados ao Meio Biótico:

- Plano de Conservação da Biodiversidade
- Plano de Compensação Ambiental

Os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD e de Descomissionamento ou Fechamento são descritos em item específico.

#### **9.1.2.1 Plano de Conservação da Biodiversidade**

O Plano de Conservação da Biodiversidade apresenta três programas: Programa do Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), Programa de Conservação da Biodiversidade Florística de Carajás e o Programa de Conservação da Biodiversidade Faunística de Carajás.

### 9.1.2.1.1 Programa do Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio)

#### – Justificativa

Devido à heterogeneidade e ao alto grau de conservação dos ambientes naturais, a Flona de Carajás, junto ao corpo florestal de UCs do qual faz parte, constitui um valioso refúgio para a fauna e flora sul-amazônica, sustentando uma alta diversidade de espécies.

Para o grupo das Aves, o total de espécies registrado até o momento para a região de Carajás, equivale a 53% das 1.924 espécies de aves consideradas para a Floresta Amazônica (Silva *et al.*, 2005). Das 646 espécies identificadas até espécie, 20 são consideradas ameaçadas de extinção (IBAMA, 2003 *in* Machado *et al.*, 2005); 263 são endêmicas (Mittermeier *et al.*, 2003 *in* Marini e Garcia, 2005); e 283 possuem distribuição restrita ou muito rara (Brandon *et al.*, 2005), evidenciando a importância da região de Carajás como a área brasileira mais rica em espécies de aves da nação, “suplantando as outras três localidades Amazônicas de maior riqueza ornitológica no Brasil, situadas em Rondônia, Norte do Mato Grosso e Oeste do Acre” (MPEG/Vale, 2005).

Para o grupo da Herpetofauna, a região de Carajás apresenta uma alta riqueza composta principalmente por espécies típicas do bioma amazônico. Contudo, o conhecimento sobre a história de vida das diferentes espécies é quase desconhecida (Galatti, 2005).

Das 165 espécies de quirópteros sabidamente ocorrentes no Brasil (Tavares *et al.* no prelo), 116 ocorrem no estado do Pará. No entanto, a Amazônia oriental como um todo é pouco amostrada, com exceção das Guianas que tem sido objeto de estudo de instituições norte-americanas (p.ex. o Royal Ontario Museu, do Canadá na Guiana Inglesa; Lim & Engstrom, 2001). Os dados existentes para a região do sudeste paraense são escassos, sendo oriundos em sua maioria de projetos de licenciamento ambiental.

Para os demais grupos da fauna, a situação de conhecimento sobre a biologia das espécies, taxonomia, história natural e outros aspectos, é igualmente escassa, tendo alguns grupos (p.ex. invertebrados isópteros e cavernícolas) um desconhecimento científico total.

No caso da Flora, cerca de duas mil espécies já foram compiladas para a região de Carajás até 2006 (Golder, 2010). No entanto, muitas dessas espécies apresentam inconsistências taxonômicas devido às coletas terem sido realizadas por diferentes para-taxonomistas. Após 2007, vários estudos foram realizados evidenciando novos registros de espécies e de distribuição, bem como de espécies raras, endêmicas e/ou desconhecidas pela ciência. Neste contexto, é provável que a riqueza de espécies seja muito maior da atualmente considerada, evidenciando a necessidade de organizar e validar as informações até então geradas e as que forem ser geradas para a região de Carajás.

Neste contexto, muito se tem para conhecer sobre a biodiversidade dessa porção amazônica e estudos ambientais de âmbito minerário têm contribuído para incrementar o conhecimento da flora e fauna de Carajás. Dentro das estratégias conservacionistas voltadas à gestão da biodiversidade faunística e florística de Carajás, está a alimentação de um banco de dados já existente que consiste na compilação, sistematização, armazenamento e importante ferramenta de análises dos dados primários coletados durante os estudos ambientais.

A sistematização e a possibilidade de cruzamento das informações compiladas, associadas com imagens cartográficas, permitirão análises subsequentes, relativas à (1) distribuição das espécies ao longo das áreas; (2) maior riqueza e densidade de indivíduos em determinadas porções da área de estudo; (3) padrão de dispersão das aves migratórias; (4) comparações de diversidade, riqueza e endemismo de espécies entre empreendimentos da Vale e localidades da Flona; (5) estudo comparativo de inventários por meio da compilação de dados secundários; e (6) outros.

Por fim, a sistematização e a compilação de dados em um banco digital também subsidiarão a adoção de decisões e o desenvolvimento de estratégias organizacionais e ambientais, que possibilitarão o manejo da flora e da fauna, bem como da conservação da biodiversidade. Neste propósito estratégico e conservacionista, o presente programa justifica-se pela sua idealização, uma vez que se comporta como uma ferramenta de gestão das informações e ações práticas.

#### – **Objetivos**

Os objetivos gerais deste programa são a compilação e a sistematização dos dados secundários, obtidos até o presente na Flona de Carajás, bem como dos dados primários coletados durante a execução dos monitoramentos.

#### – **Metas**

Este programa apresenta como metas o registro e a compilação dos dados secundários e primários, visando o cruzamento de dados de forma gráfica e/ou em tabela para auxiliar na adoção de estratégias conservacionistas, bem como para gerar conhecimentos científicos e/ou otimizar a disponibilização desses dados para outros fins.

#### – **Indicadores Ambientais**

Fornecer dados sobre a diversidade, riqueza, populações, variações fenotípicas dos indivíduos amostrados durante a execução do programa, servindo como parâmetros de referência sobre a qualidade ambiental da área no futuro.

#### – **Público - Alvo**

Como público-alvo, este programa tem a comunidade científica, representada pelos especialistas e pesquisadores, os gestores ambientais, o empreendedor e os órgãos públicos, tais como ICMBio, SEMA e IBAMA.

#### – **Metodologia**

O banco de dados será alimentado por informações secundárias de empreendimentos já instalados ou a serem instalados, bem como de informações primárias obtidas durante os monitoramentos em Carajás.

Neste sentido, inicialmente serão definidos os estudos secundários a serem utilizados para sistematização, considerando filtros que garantam a confiabilidade dos dados obtidos nesses estudos.



Em seguida, deverão ser determinadas as variáveis a serem consideradas no banco de dados, além da sistematização dos dados primários a serem utilizados no preenchimento das planilhas em campo, de modo a permitir a homogeneização das coletas e formação de dados robustos no banco de dados digital;

Após determinação dos estudos secundários a serem utilizados e da coleta de dados primários, haverá a inserção dos dados no banco digital;

Os dados inseridos no banco digital deverão ser validados por uma equipe de especialistas, de modo a averiguar qualquer incoerência;

O sistema digital adotado para inserção dos dados deverá possibilitar o cruzamento dos mesmos, segundo critérios desejados, de modo a oferecer as diferentes informações sobrepostas. Neste sentido, quando necessário, poderão ser elaborados diferentes mapas como os de distribuições de espécies sobrepostos ao uso do solo e cobertura vegetal, entre outros instrumentos de análise.

Além disso, o sistema digital poderá ser utilizado no fornecimento de dados que permitirão gerar modelos matemáticos de viabilidade populacional e outros de cunho conservacionista.

#### – **Descrição do Programa**

Conforme esclarecido, este programa visa compilar, sistematizar e armazenar os dados obtidos nos estudos ambientais realizados, em realização ou a serem realizados, localizados na Flona de Carajás. Foram padronizadas fichas de campo para coletas de dados para todos os grupos faunísticos, para que durante todos os programas a serem realizados na Flona as mesmas informações sejam colhidas de cada grupo, de modo a disponibilizar quando necessário, os dados biológicos de forma rápida, sobreposta e comparativa. Acresce-se a isso, sua função de ferramenta de gestão ambiental, visando à conservação da biodiversidade amazônica sulparaense.

#### – **Atividades**

As atividades a serem realizadas são:

- Determinação dos estudos secundários a serem considerados para inserção no banco digital, segundo filtros de confiabilidade dos dados;
- Inserção dos dados secundários;
- Inserção dos dados primários do Projeto Ferro Carajás S11D
- Validação dos dados pela equipe de especialistas;
- Cruzamento das informações para comparações, estudos e outros fins;

#### – **Cronograma Físico**

Este programa deverá ser iniciado previamente ao monitoramento, quando será montada estrutura básica de funcionamento do banco de dados e será realizada a compilação de dados secundários, devendo se estender enquanto houver coletas do monitoramento e levantamentos de fauna e flora na região de Carajás.

Após o fechamento do projeto Ferro Carajás S11D, este programa deverá ser gerido pela equipe de especialistas, uma vez que consiste no banco de dados do meio florístico e faunístico da Flona de Carajás.

Um cronograma físico-financeiro deverá ser apresentado no detalhamento do PBA, quando serão previstas em detalhe as despesas de custeio e capital, e respectivos desembolsos em função das atividades a serem desenvolvidas

– **Equipe Técnica**

A equipe executora deste programa consistirá em:

- Biólogo Júnior ou Técnico em Meio Ambiental para inserção dos dados no banco digital;
- Analista de sistema para elaboração, manutenção do banco digital;
- Biólogo pleno ou sênior coordenador, conhecedor de Biologia da Conservação, para validação dos dados, recebimento e conhecimento dos estudos ambientais desenvolvidos ou em desenvolvimento, gerar e disponibilizar as informações quando solicitadas, participar de reuniões, verificar erros no sistema digital, gerir as questões técnica e financeira do presente programa;

– **Instituições Envolvidas**

Para este programa estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com o fornecimento de dados primários, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas e desejarem informações do banco digital.

– **Inter-relação com Outros Programas**

Este programa apresenta interface com os Programas de Conservação da Biodiversidade Florística e Faunística em Carajás e com o Programa de Pesquisa de Comunidades de Ambientes Úmidos no croço S11.

– **Requisitos Legais**

- **Decreto Federal nº 4.339, de 22/08/2002** que institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade.
- Programas do Plano de Manejo da Flona de Carajás.
- Documento de elaboração de Planos de Manejo.

### 9.1.2.1.2 Programa de Conservação da Biodiversidade Florística do Projeto Ferro Carajás

O Programa de Conservação da Biodiversidade Florística norteia as principais diretrizes a serem tomadas no sentido de mitigar os impactos reversíveis da Flora gerados pelo Projeto Ferro Carajás S11D. Neste programa estão incluídos os Sub-Programa de Acompanhamento da Supressão Vegetal e Resgate de Flora, Sub-programa de Aproveitamento da Biomassa Lenhosa, Sub-Programa de Inventário Florístico das Áreas Florestais da Flora da Serra Sul, Sub-Programa de Pesquisas e Reprodução de espécies nativas e Sub-Programa de Pesquisa e Manejo do Jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*).

#### a) Sub-Programa de Acompanhamento da Supressão Vegetal e Resgate de Flora

##### – Justificativa

O empreendimento ocupará uma área de 2.721,50 hectares, sendo 1.061,90 ha (39 %) de Savana estépica, 1.377,40 ha (50,6 %) de Formações Ombrófilas, 129,30 ha (4,8%) de Formações Estacionais Deciduais, 22,90 ha (8%) de Ambientes lacustres e 130,10 ha (4,8 %) de pastagens.

Estimativas feitas com base nos inventários florestais realizados pelo IAV na área do projeto (vide **ANEXO III-D**) mostram que a supressão de 1.342,5 ha de Florestas Ombrófilas inseridos na FLONA de Carajás gerará 307.835,25 m<sup>3</sup> de madeira e resíduos vegetais, destes 118.274,25 m<sup>3</sup> são de madeira comercial (DAP >30 cm). Na área externa a FLONA de Carajás, é estimada a supressão de 34,9 ha de Florestas Ombrófilas, onde serão suprimidos 6644,96 m<sup>3</sup> de madeira e resíduos vegetais, destes 1.207,54 m<sup>3</sup> de são de madeira comercial (DAP >40 cm).

Segundo dados fornecidos pela Vale, a implantação das cavas do projeto demandará a supressão de 1.061,90 ha de Savanas Estépicas, o que produzirá um volume total de material durante o decapeamento estimado em 13,1 milhões de m<sup>3</sup>, onde o volume total de solo orgânico a ser gerado é estimado em 0,8 milhões de m<sup>3</sup>.

Observa-se, que além do material lenhoso retirado das áreas suprimidas, será gerada uma grande quantidade de material com potencial para regeneração de áreas degradadas, como o solo orgânico, os resíduos vegetais (serrapilheira e resíduos da supressão), o decapeamento de canga e as mudas e propágulos a serem resgatados.

Ações de supressão da vegetação quando executadas de maneira organizada e direcionada, podem criar subsídios para o manejo futuro das áreas afetadas e, ainda, contribuir para a conservação de espécies da flora, mantendo a biodiversidade local.

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), com as características específicas de cada local, em acordo com o volume de material a ser gerado em decorrência da supressão e potencial de uso deste material nos processos de recuperação.

Durante essas atividades de supressão vegetal são realizadas ações de resgate de indivíduos vegetais, priorizando-se o resgate de espécies epífitas, além de espécies herbáceas e arbustivas de sub-bosque. As espécies ameaçadas de extinção, raras, de interesse comercial e extrativista encontradas em ambos ambientes Florestais e Savânicos também são resgatadas, priorizando as sementes, mudas e indivíduos adultos para germinação, plantio e uso posterior na recuperação de áreas degradadas.

Neste sentido, o presente Sub-Programa de Acompanhamento da Supressão Vegetal e Resgate de Flora 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.

#### – **Objetivos**

O presente Sub-programa apresenta como objetivos principais indicar os procedimentos a serem adotados no momento da supressão de vegetação, de forma a se verificar o melhor uso dos produtos e subprodutos gerados pela supressão. Além desse, indica-se o resgate da flora local, visando contribuir para a conservação da diversidade florística e para a recuperação de áreas degradadas.

Entre os objetivos específicos encontram-se:

- Ordenar e conduzir as frentes de supressão, favorecendo o resgate e salvamento 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 da mesma;
- Otimizar o processo de recuperação das áreas degradadas utilizando material coletado e preparado a partir dos produtos da supressão.

#### – **Metas**

- Planejamento periódico de supressão;
- Estabelecimento de procedimento operacional para armazenar, utilizar e produzir material biológico destinado a recuperação de áreas degradadas;
- Estabelecimento de procedimento operacional para resgatar o maior número possível de propágulos, sementes, mudas e indivíduos adultos de diferentes espécies da Flora ocorrente na área a ser suprimida, priorizando as espécies raras, ameaçadas, de interesse ornamental, comercial e extrativista.

#### – **Indicadores Ambientais**

- No caso da supressão vegetal não se aplica;
- Quantidade e diversidade do material resgatado nas frentes de supressão para o resgate de flora;

– **Público-Alvo**

Como público-alvo, este programa apresenta a equipe de operação da supressão vegetal, resgate da Flora e Salvamento de fauna, além de funcionários da área de gestão do empreendedor e da empresa contratada para realizar o presente sub-programa.

– **Metodologia**

O Sub-programa de Supressão Vegetal e Resgate de Flora inicia-se com a definição do cronograma das áreas que terão a vegetação suprimida de forma escalonada, buscando-se assim a maximização do resgate da flora e o deslocamento passivo da fauna residente.

- *Supressão Vegetal*

O planejamento das atividades e as etapas do processo de supressão vegetal foram descritas com base em metodologias usuais da região e nos procedimentos de qualidade, tendo em vista a proteção do solo, da hidrografia e da fauna, de forma a minimizar o impacto sobre estes agentes e, ao mesmo tempo, otimizar o aproveitamento dos recursos florestais envolvidos nessas etapas. Ressalta-se também que a supressão vegetal nas áreas das cavas e pilha de estéril ocorrerá conforme o avanço da lavra.

- *Planejamento da Supressão e Implantação de acessos*

Inicialmente à realização da supressão vegetal, faz-se necessário o planejamento da atividade com visita às áreas a serem suprimidas para quantificação do material a ser resgatado. O viveiro de mudas da Mina de Sossego, local de destino das plantas resgatadas, também deverá ser vistoriado previamente, observando capacidade suporte, condições climáticas para acomodação e sobrevivência das mudas, garantindo a eficiência dessa ação.

É importante também treinar a equipe que participará da atividade de supressão vegetal, de forma a instruí-los dos procedimentos que serão adotados durante o processo, bem como do destino que será dado às mudas e material resultante da supressão.

Toda área a ser suprimida necessita de acesso previamente implantado, para que haja redução dos custos operacionais, facilidade no escoamento dos produtos e segurança durante a movimentação de toras e pessoal.

- *Implantação de pátios de estocagem de madeira e topsoil*

A implantação e operação dos pátios de estocagem deverão seguir as orientações técnicas para este tipo de operação. A localização dos mesmos será definida conforme o Plano Diretor do Projeto Ferro Carajás S11D.

Cabe ressaltar que as toras deverão ser depositadas por espécie, como nos moldes regionais. Espécies que demandam de romaneio para sua comercialização deverão seguir as normas legais vigentes.

- *Resgate de Flora*

O resgate da flora deverá ser realizado concomitantemente à demarcação das áreas a serem suprimidas e anteriormente à abertura de acessos, de forma a se evitar a perda ou destruição dessas espécies nas etapas de supressão.

Durante o resgate de indivíduos vegetais deve-se priorizar o resgate de espécies epífitas, como orquídeas, bromélias, cactáceas, gesneriáceas e aráceas, além de espécies herbáceas e arbustivas de sub-bosque, incluindo rubiáceas, aráceas, bromeliáceas, orquidáceas e palmeiras. Espécies ameaçadas de extinção, raras, de interesse ornamental, comercial e extrativista encontradas nos ambientes florestais também terão mudas e indivíduos adultos coletados e transplantados para uso posterior na recuperação de áreas degradadas.

Nos ambientes arbustivos de Savana Estépica, também ocorrerá resgate de espécies vegetais, sendo mantido o enfoque em espécies epífitas, herbáceas e arbustivas. Porém, um enfoque maior será dado às espécies ameaçadas de extinção, raras, de interesse ornamental, comercial, que serão alvo de estudo de sua germinação e propagação, uma vez que a propagação destas espécies é dificultada pelas restrições que o ambiente impõe às mesmas.

Os indivíduos resgatados deverão ser translocados para as áreas a serem recuperadas, bem como em outras áreas de propriedade da Vale que apresentem mesma composição fisionômica e florística.

- *Marcação das árvores de valor comercial e com ninhos de aves*

Acompanhando a realização do “broqueamento” nos talhões de exploração é feita a localização, identificação, avaliação e marcação das árvores de valor comercial (acima de 40 cm de DAP). As árvores que apresentarem ninhos de aves, também necessitarão de demarcação prévia à supressão, evitando assim a morte das aves e ninhos que poderão ser resgatados e/ou acompanhados pela equipe de salvamento de fauna. As árvores devem ser preferencialmente marcadas com plaquetas de metal.

- *Coleta de sementes*

Visando o aproveitamento do material genético das áreas suprimidas, a coleta e utilização de sementes viabilizam a perpetuação e a conservação do “pool” gênico, uma vez que a produção de mudas por intermédio de sementes, coletadas no mesmo local, conserva as características genotípicas daquela comunidade vegetal.

A coleta de sementes será feita anteriormente e concomitantemente à limpeza da área, consistindo na cata das sementes visíveis, caídas ao chão da floresta, ou que porventura se encontrem nas árvores. Durante a coleta, as sementes serão colocadas dentro de saquinhos plásticos identificados com o nome da espécie, sendo colocadas a seguir dentro de um saco plástico maior para serem transportadas até a área de beneficiamento de frutos e sementes. Algumas espécies perdem rapidamente sua viabilidade, devendo ser plantadas imediatamente, enquanto outras aumentam sua viabilidade quando guardadas em baixas temperaturas. Existem também aquelas que necessitam de tratamentos especiais para a quebra de dormência para germinar. Neste sentido, após esta separação, deverá ser feita a seleção e beneficiamento das sementes viáveis e de difícil germinação.

– “Broque” ou limpeza do sub-bosque

Consiste no corte ou roçada de toda a vegetação de menor porte para possibilitar operações futuras como a derrubada, o arraste e andanças no interior da mata.

O trabalho consistirá no corte de toda a vegetação de menor porte, até 2 metros acima do solo, os cipós e outras plantas de pequeno porte. A vegetação será deixada no local do corte e retirada posteriormente com tratores de esteiras junto com a madeira não aproveitável.

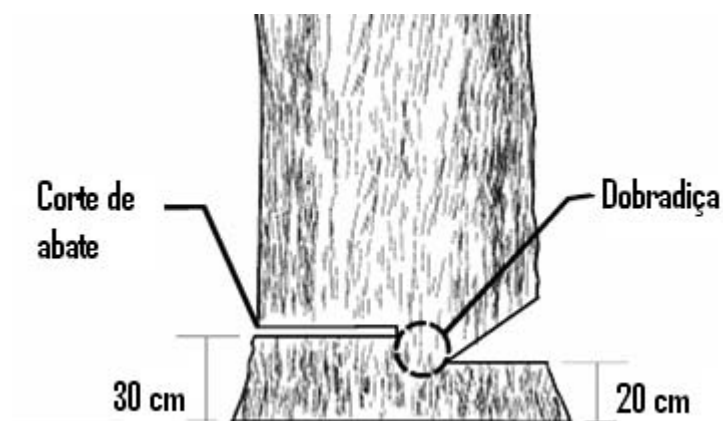
- *Retirada da madeira aproveitável*

As madeiras de maior interesse serão abatidas com motosserras e retiradas da área com tratores florestais. Estas toras serão transportadas até os pátios de estocagem, em local pré-estabelecido, onde serão armazenadas até sua destinação final. As toras de madeiras comerciais (DAP > 40 cm) que estiverem ocas deverão ser utilizadas para a criação de atrativos para a fauna nas áreas a serem recuperadas.

- *Técnicas de corte de árvores*

As técnicas de corte de árvores aplicadas na extração madeireira buscam evitar erros, tais como o corte acima da altura ideal e o destopo abaixo do ponto recomendado. Esses erros causam desperdícios excessivos de madeira e uma maior incidência de acidentes de trabalho.

A técnica padrão de corte consiste em uma seqüência de três entalhes (abertura da “boca”, corte diagonal e corte de abate ou direcional) mostrada a seguir: (**Figura 9.1.2.1**).

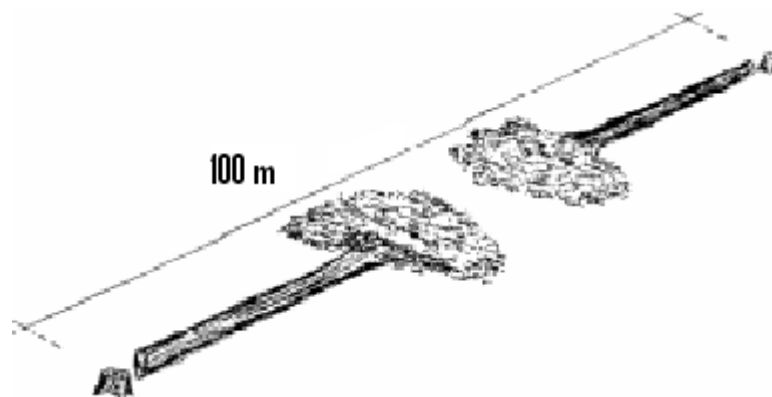


**FIGURA 9.1.2.1 - Técnica padrão de corte**

As atividades pós-corte consistem inicialmente em fazer o desponte (separar a copa do tronco) e dividir a tora em segmentos menores (traçamento). A quantidade de segmentos dependerá do comprimento inicial do tronco, da densidade da madeira (toras pesadas são difíceis de transportar), das especificações do mercado, do tipo de veículo de transporte e da posição da queda em relação ao arraste.

A maioria dos acidentes na exploração madeireira, sendo alguns fatais, ocorre na etapa de corte das árvores. Para evitar tais acidentes, além das técnicas adequadas de corte, devem-se adotar as seguintes medidas preventivas:

- **Corte de cipós:** É comum as árvores estarem entrelaçadas por cipós. Desta maneira, basta que uma árvore seja derrubada para que outras árvores também caiam. O corte de cipós reduz expressivamente os riscos de acidentes para as equipes de exploração.
- **Construir caminho de fuga:** A equipe de corte deve limpar a área em torno da árvore a ser suprimida, removendo os eventuais obstáculos como arvoretas e galhos quebrados. Em seguida, define e abre o caminho de fuga, fora do raio provável de queda da árvore.
- **Distância mínima entre as equipes:** Quando duas ou mais equipes estão trabalhando em uma mesma área de exploração, é necessário que mantenham uma distância mínima entre si de 100 metros (**Figura 9.1.2.2**). Além disso, o gerente da exploração deve usar as árvores marcadas para corte para indicar onde as equipes devem estar posicionadas na floresta.
- **Uso dos equipamentos de segurança:** A equipe de corte deve usar roupas apropriadas para o trabalho florestal como botas antiderrapantes, com bico de aço, caneleiras, capacetes e luvas. No caso do motosserrista, capacete com proteção para os olhos e ouvidos, além de calça de nylon.
- **Uso correto da motosserra:** As várias situações de risco durante o corte são derivadas do uso inadequado da motosserra. Indica-se a observação do manual da motosserra para uma revisão das regras de segurança quanto ao uso da mesma.



**FIGURA 9.1.2.2 - Distância mínima entre as equipes de corte.**

- *Retirada das árvores remanescentes, corte raso e destoca*

Após a retirada da madeira comercial/aproveitável, as árvores que sobrarem dentro de cada talhão serão abatidas com motosserras e retiradas da área. O trabalho consistirá na derrubada de cada uma das árvores restantes.

- *Acúmulo de material orgânico*

Toda a madeira aproveitável será empilhada para posterior transporte ao pátio de estocagem de madeira. O material orgânico restante, composto por galhos finos, folhas, destoca, entre outros, será enleirado e posteriormente transportados para os depósitos de solo orgânico.



- *Decapeamento e armazenamento do top-soil*

O decapeamento ocorrerá na área da cava de forma gradual, de acordo com o avanço da lavra. As cavas finais ocuparão uma área de 1.323 hectares. Sua remoção será executada pelo método mecânico, utilizando-se tratores de esteira, carregadeiras e caminhões.

Tal prática faz sentido no caso da canga, devido a pouca representatividade da camada de solo e de serrapilheira encontradas nesta fisionomia vegetal. Porém, todo o material existente sobre a superfície, incluindo a biomassa vegetal, banco de sementes, pequenos pedaços de rochas e os resíduos vegetais são de grande importância para a promoção do desenvolvimento desse ambiente nas áreas degradadas. As restrições que este ambiente impõe ao estabelecimento e desenvolvimento dos vegetais dificultam a sua recuperação, assim qualquer tentativa de recuperação da vegetação sobre a canga é válida, principalmente quando é utilizado material proveniente da área que foi suprimida.

O detalhamento de sua metodologia encontra-se no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

#### – **Descrição do Sub-Programa**

Este sub-programa consiste na definição das diretrizes para supressão vegetal e resgate da flora, que ocorrerá nas etapas de implantação e operação do Projeto Ferro Carajás S11D, definindo os diferentes destinos ao material coletado de acordo com seu uso. Constituem as etapas deste sub-programa: planejamento da infra-estrutura e atividade por meio de vistoria técnica, resgate de flora e acomodação em viveiro limpeza de sub-bosque e marcação de madeiras comerciais, supressão vegetal, implantação dos pátios de estocagem e retirada, transporte e estocagem dos produtos.

#### – **Atividades**

A supressão de vegetação envolve as atividades de limpeza, corte, remoção, transporte e estocagem da madeira, além da estocagem de solo orgânico e decapeamento da canga nos pátios de estocagem de materiais – PEM.

O resgate de flora envolve as atividades de quantificação e identificação do material a ser resgatado, resgate do material propriamente dito, acomodação do material em viveiro, disponibilização de material para a produção de mudas e uso na recuperação.

Os serviços de campo serão desenvolvidos de acordo com a seqüência operacional, em todas as áreas que serão alvo da supressão. Quais sejam:

- Demarcação e implantação dos acessos;
- Implantação dos pátios de estocagem e arraste ou transporte, com trator e caminhões, da madeira de valor comercial até esses pátios;
- Vistoria nas áreas de supressão para se quantificar as espécies que deverão ser resgatadas e demarcação dos ninhos de aves;
- Identificação de áreas para translocação e acomodação das plantas coletadas (suporte);
- Treinamento da Equipe que realizará a Supressão Vegetal;
- Resgate de Flora;

- O "broque" (limpeza do sub-bosque), a localização e marcação das árvores de valor comercial, associados com a coleta de sementes para atender ao Sub-Programa de Pesquisas de Propagação e Reprodução de Espécies Nativas;
- Retirada da madeira aproveitável;
- Corte raso da vegetação remanescente;
- Destoca e destinação final da madeira aproveitável, assim como das não aproveitáveis e dos demais resíduos da exploração.

#### – Cronograma Físico

Este sub-programa ocorrerá durante as etapas de implantação e operação do empreendimento, sendo executado de forma gradual, de acordo com o avanço das obras, da lavra e da disposição dos estéreis.

É previsto a execução de atividades de supressão de vegetação até as atividades de decapeamento.

#### – Equipe Técnica

A equipe mínima de profissionais envolvidos está listada a seguir.

- 1 Biólogo Botânico coordenador do programa;
- 1 Biólogo Zoólogo para acompanhar a supressão;
- 1 Engenheiro Florestal;
- 1 Identificador botânico (mateiro);
- 2 Tratoristas;
- 4 Motoristas de caminhão;
- 2 Operadores de Motosserra;
- 5 Auxiliares de serviços gerais para realizar o resgate do material;

#### – Instituições Envolvidas

Para este programa estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, IBAMA e as empresas envolvidas na execução do programa.

#### – Inter-relação com outros programas

Este programa apresenta interface com o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, Sub-programa de Salvamento Dirigido da Fauna, Sub-Programa de Aproveitamento da Biomassa Lenhosa e Sub-programa de Pesquisa e Propagação de Espécies Nativas.

#### – Requisitos Legais

- **Instrução Normativa nº152, de 17/01/2007** que estabelece os procedimentos para a obtenção de Autorização de Supressão de Vegetação para fins de pesquisa e lavra mineral nas Florestas Nacionais de Jamari e Bom Futuro, no Estado de Rondônia, Tapirapé-Aquiri, Saracá-Taquera, Carajás, Crepori, Amaná, Jamanxin e Trairão, no Estado do Pará, Amapá, no Estado do Amapá; Macauã, no Estado do Acre e em suas respectivos zonas de entorno e de amortecimento.

- **Instrução Normativa IBAMA nº 6, de 07/04/2009, resolve que nos empreendimentos licenciados pela Diretoria de Licenciamento Ambiental do IBAMA que envolvam supressão de vegetação, será emitida a Autorização de Supressão de Vegetação – ASV e as respectivas Autorizações de Utilização de Matéria-Prima Florestal - AUMPF de acordo com os procedimentos descritos nesta Instrução Normativa**
- **Lei Estadual nº 6.895-PA, de 01/08/2006, que estabelece no Estado do Pará, a espécie castanheira *Bertholletia excelsa*, como imunizada ao abate.**
- **Lei nº 4.771/1965 - art. 7º** permite que qualquer árvore possa ser declarada imune ao corte, mediante ato específico do Poder Público, em decorrência de sua localização, raridade, beleza ou condição de porta-sementes. São como tais protegidas, na legislação federal, o açazeiro (Lei nº 6.576, de 30/09/1978), o pequizeiro (Portaria IBAMA nº 113, de 29/12/1995), a Aroeira Legítima ou Aroeira do Sertão, a Braúna e o Gonçalo Alves (Portaria Normativa IBAMA nº 83, de 26/09/1991).
- **Decreto 97.632, de 10/04/1989,** regulamentou a Lei 6.938/86, no que se refere à recuperação de áreas degradadas pela atividade de mineração.
- **Resolução CONAMA nº 369, de 28/03/2006** que dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP.
- **Resolução CONAMA nº. 303, de 20.03.2002** que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.
- **Resolução CONAMA nº. 302/2002, de 20 de Março de 2002,** que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

## **b) Sub-programa de Aproveitamento da Biomassa Lenhosa**

### **– Justificativa**

A implantação e a operação de empreendimentos minerários requerem o preparo da área, sendo o preparo do terreno, a supressão da vegetação e terraplanagem as primeiras atividades a ocorrerem. A retirada dessa vegetação gera como resultado, produtos florestais madeiráveis, comercializáveis ou não, além de solo orgânico e resíduos vegetais que podem ser aproveitados na recuperação de áreas degradadas.

O Projeto Ferro Carajás S11D caracteriza-se por estar localizado, em sua maior parte, em um ambiente ocupado principalmente por Florestas Ombrófilas em estágio primário de sucessão, onde sua supressão acarretará na produção de grande volume de madeira. Outras fisionomias e uso do solo também são encontrados na área do projeto, como Savanas Estépicas e Pastagens. Nas áreas de pastagens, a ocorrência de árvores é isolada, em pequena quantidade. Já na savana Estépica, a vegetação é dominada por arbustos de pequeno porte e espécies arbóreas de baixo potencial madeireiro.

Com base em outros contatos firmados entre IBAMA e Vale, o destino da madeira proveniente da supressão será “ [...] *usá-la na forma que melhor lhe convier, podendo vender ou doar, exceto queimar ou enterrar*”.

O empreendimento ocupará uma área de 2.721,60 hectares, sendo 1.061,90 ha (39 %) de Savana Estépica, 1.377,40 ha (50,6 %) de Florestas Ombrófilas, 129,30 ha (4,8%) de Formações Estacionais Deciduais, 22,90 ha (0,8%) de Ambientes lacustres e 130,10 ha (4,8 %) de pastagens.

Do total de áreas ocupadas por Formações Florestais 1471,80 ha estão inseridos na Flona de Carajás e 34,90 ha situam-se externamente a ela. Na Flona de Carajás, serão suprimidos 307.835,25 m<sup>3</sup> de madeira e resíduos vegetais, sendo 118.274,25 m<sup>3</sup> de madeira comercial (DAP >30 cm), 68.175,46 m<sup>3</sup> de madeira não comercial e comercial de DAP<30 cm e 121.227,75 m<sup>3</sup> de galhadas (IAV, 2007b).

Na área externa à Flona, serão suprimidos 6.644,96 m<sup>3</sup> de madeira e resíduos vegetais, sendo 1.207,54 m<sup>3</sup> de madeira comercial (DAP >40 cm) e 2.114,94 m<sup>3</sup> de madeira não comercial e comercial de DAP<40 cm e 3.322,48 m<sup>3</sup> de galhadas (IAV, 2007a).

Como se verifica, um grande volume de material lenhoso será gerado com a implantação do projeto, necessitando de destino e utilização correta.

Assim, no caso da supressão de ambientes florestais, deve-se procurar aproveitar ao máximo a madeira existente, não se limitando à apenas as madeiras mais nobres, uma vez que é comum o descarte de madeiras consideradas menos nobres. No entanto, diversos usos podem ser dados a essas madeiras, como a confecção de laminados e compensados ou aproveitamento como lenha. Esses usos são importantes fontes de renda para os moradores próximos ao empreendimento, que ao receberem parte do material poderão deixar de suprimir outras regiões para esses mesmos fins.

Outra utilização que pode ser dada à biomassa lenhosa (galhadas, serrapilheiras, tocos) é o uso nos processos de recuperação de áreas degradadas, onde este material madeireiro de baixo valor comercial é utilizado como fonte de matéria orgânica ou colocado nos taludes das pilhas de estéril, minimizando o carreamento de solo e surgimento de focos erosivos nestas estruturas. Além desses, é comum o uso desse material em áreas estratégicas para a atração da fauna.

#### – **Objetivos**

Dar aproveitamento adequado à biomassa lenhosa gerada na supressão vegetal, de acordo com seu uso potencial.

#### – **Metas**

Estabelecimento de plano de aproveitamento da madeira até um ano após sua supressão.

#### – **Indicadores Ambientais**

Volume de madeira aproveitado em relação ao volume de madeira suprimido.

### – Público-Alvo

Como público-alvo, este programa apresenta a equipe de operação da supressão vegetal, incluindo biólogos, operadores de motosserra, motoristas e demais funcionários envolvidos, empresas e população local que receberá ou comprará o material lenhoso aproveitado proveniente da supressão vegetal.

### – Metodologia

O Sub-programa de Aproveitamento da Biomassa Lenhosa será executado em etapas, conforme apresentada a seguir. Por apresentar uma interrelação com a Supressão Vegetal e Resgate de Flora, ressalta-se que nessas operações deverão ser cumpridas as orientações do mesmo sub-programa, além daquelas existentes no Procedimento Operacional da Vale para Supressão Vegetal.

O sub-programa se iniciará antes da supressão vegetal, onde ocorre a identificação e marcação das espécies a serem aproveitadas. Um levantamento da estimativa da produção de madeiras deverá também ser realizado.

A retirada dos produtos deverá ser feita, durante a etapa de supressão vegetal, seguindo-se procedimentos que potencializem seus usos.

Ressalta-se que as espécies vegetais podem apresentar diferentes usos, podendo ser, portanto, classificadas em: madeiráveis e comercializáveis com altos valores de mercado; espécies de baixo valor de mercado com uso provável em caixarias, laminados e compensados; espécies aromáticas e/ou medicinais; e espécies para lenha e material para uso em programas de recuperação de áreas degradadas.

Após o corte, o transporte da madeira deverá ser realizado por caminhões até os pátios de estocagem, previamente demarcados e construídos em conformidade com o Plano Diretor do Projeto Ferro Carajás S11D.

Todas as madeiras comercializáveis deverão ser identificadas individualmente, podendo ser estocadas em lotes com características comuns. Apenas o material a ser destinado como lenha ou aromáticas/medicinais poderão ser identificadas por lotes.

As toras de maior porte, que estejam ocas ou impróprias para os usos já citados, deverão ser destinadas à criação de atrativos para a fauna ou recuperação de áreas degradadas, conforme planos específicos.

Toras de castanheira (*Bertholletia excelsa*), caso suprimidas, deverão ser estocadas em pilha separada, identificadas individualmente e controladas de forma a se impedir sua saída para usos não permitidos por lei.

Três destinos são possíveis a toda a madeira gerada na supressão vegetal para implantação do Projeto Ferro Carajás S11D, a critério da Vale:

Comercialização, devendo ser seguidas as normas legais vigentes para o comércio e transporte dos produtos.

Doação, para comunidades carentes ou entidades cadastradas, desde que estejam legalmente habilitadas a utilizarem a madeira recebida. Preferencialmente doar à população diretamente atingida pelo empreendimento. Precedente à doação deve ser feito o levantamento socioeconômico para se direcionar as doações aos que mais necessitam do material a ser doado.

O material a ser doado não poderá ser comercializado com o intuito de gerar lucros pessoais, para a produção de carvão ou venda para terceiros. Apenas instituições filantrópicas sem fins lucrativos, a critério do empreendedor poderão comercializar os produtos recebidos, seguindo as normas ambientais e tributárias vigentes. Não poderão ser doadas madeiras de castanheira (*Bertholletia excelsa*).

Utilização no próprio empreendimento, de madeira bruta ou beneficiada, na forma de tábuas, caibros, batentes, mourões para cerca, entre outros usos.

Em nenhuma hipótese a biomassa lenhosa proveniente da supressão vegetal para implantação do Projeto Ferro Carajás S11D poderá ser queimada ou enterrada.

Cascas de plantas aromáticas/medicinais poderão ser retiradas para sua destinação em separado da madeira, caso seja necessário.

#### – **Descrição do Sub-programa**

Este sub-programa consiste na definição de diretrizes voltadas para o aproveitamento da madeira gerada ao longo da atividade de supressão vegetal. O mesmo consiste na definição dos diferentes destinos do material vegetal de acordo com seu uso. São etapas deste programa: identificação das espécies e do volume de material, retirada, transporte e estocagem da madeira e destinação da biomassa lenhosa.

#### – **Atividades**

A seguir são descritas as principais atividades deste sub-programa:

- Identificação das espécies e volume de material
- Supressão vegetal
- Transporte dos produtos
- Estocagem dos produtos
- Destinação da biomassa lenhosa

#### – **Cronograma Físico**

Este sub-programa deverá ser realizado anteriormente e durante as atividades de supressão vegetal, que se estenderão durante as etapas de implantação e operação. A duração deste programa poderá estender após o término das atividades de supressão na etapa de operação, enquanto ainda existir material lenhoso nos pátios de estocagem de materiais.

### – Equipe Técnica

A equipe mínima de profissionais envolvidas está listada a seguir. A critério do empreendedor/executor poderá ser alterada a quantidade de profissionais envolvida, a fim de se otimizar/acelerar o processo.

- 1 Engenheiro Florestal coordenador do programa
- 1 Sociólogo responsável pela identificação e seleção dos beneficiados com o programa de doações
- 1 Auxiliar de campo do sociólogo
- 1 Técnico Florestal
- 1 Identificador botânico
- 5 Auxiliares de campo

### – Instituições Envolvidas

Para este programa estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, IBAMA, SEMA., além das empresas contratadas para a execução deste programa

### – Inter-relação com outros programas

Este programa apresenta interface com o Sub-Programa de Supressão Vegetal e Resgate de Flora e o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

### – Requisitos Legais

- **Instrução Normativa IBAMA nº- 152, 17/01/2007** que estabelece os procedimentos para a obtenção de Autorização de Supressão de Vegetação para fins de pesquisa e lavra mineral nas Florestas Nacionais de Jamari e Bom Futuro, no Estado de Rondônia, Tapirapé-Aquiri, Saracá-Taquera, Carajás, Crepori, Amaná, Jamanxin e Trairão, no Estado do Pará, Amapá, no Estado do Amapá; Macauã, no Estado do Acre e em suas respectivos zonas de entorno e de amortecimento.
- **Instrução Normativa IBAMA nº 6, de 07/04/2009**, resolve que nos empreendimentos licenciados pela Diretoria de Licenciamento Ambiental do IBAMA que envolvam supressão de vegetação, será emitida a Autorização de Supressão de Vegetação – ASV e as respectivas Autorizações de Utilização de Matéria-Prima Florestal - AUMPF de acordo com os procedimentos descritos nesta Instrução Normativa
- **Portaria MMA 253/2006**, de 18 de Agosto de 2006, que institui o Documento de Origem Florestal - DOF.
- **Instrução Normativa IBAMA 112/2006**, de 21 de Agosto de 2006 que dispõe sobre o Documento de Origem Florestal - DOF, instituído pela Portaria MMA 253/2006 e que se constitui licença obrigatória para o controle do transporte e armazenamento de produtos e subprodutos florestais de origem nativa, inclusive o carvão vegetal nativo.
- **Instrução Normativa IBAMA 134/2006**, de 22 de Novembro de 2006, que altera a Instrução Normativa nº 112/2006.
- **Instrução Normativa Nº 23, 31 de março de 2009** - Altera os índices de conversão de madeira junto ao CEPROF/SISFLORA e da outras providências.

- **Instrução Normativa N° 01, 10 de março de 2008** - Estabelece normas e procedimentos para disciplinar o uso da Guia Florestal - GF-PA para o transporte de produtos e/ou subprodutos de origem florestal do Estado do Pará, e dá outras providências.
- **Instrução Normativa N° 011 SECTAM, 30 de novembro de 2006** - Estabelece normas e procedimentos para o Cadastro de Exploradores e Consumidores de Produtos Florestais no Estado do Pará - CEPROF-PA e do Sistema de Comercialização e Transporte dos Produtos Florestais do Estado do Pará - SISFLORA-PA, e dá outras providências.
- **Instrução Normativa N° 013 SECTAM, 30 de novembro de 2006** - Estabelece normas e Procedimentos para disciplinar o uso da DECLARACAO DE VENDA DE PRODUTOS FLORESTAIS-DVPPF-PA e da DECLARAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA DE CREDITO FLORESTAIS-DTCF-PA, no Estado do Pará, e dá outras providências.

### c) Sub-Programa de Inventário Florístico das Áreas Florestais do Corpo S11

#### – Justificativa

A Amazônia é reconhecidamente uma das áreas de maior diversidade florística mundial, onde se prevê que sejam encontradas no mínimo 40.000 espécies, sendo cerca de 30.000 consideradas endêmicas (Mittermeier et al. 2003; Rylands et al. 2002). Partindo para uma escala maior (região menos extensa), na região da Guiana Venezuelana, marcada por altitudes acima de 1500 m e considerada uma das regiões de maior diversidade e endemismos no norte da América do Sul, são encontradas cerca de 9.400 espécies, sendo 2.136 (22,7%) endêmicas à região (Steyermark et al. 1995).

A região das Serras de Carajás, especificamente a Flona de Carajás, situa-se em altitudes médias de 700m, em uma área de 4.000 Km<sup>2</sup>, que quando comparada à Guiana Venezuelana é pequena, porém reconhecidamente de grande riqueza florística. A compilação de listas florísticas realizada para o Projeto Ferro Carajás S11D, considerando áreas florestais e não florestais (vegetação sobre canga, pastagens), registrou 2.060 espécies na área de influência indireta, sendo 25 endêmicas (1,2%) da região de Carajás e dez confirmadas como novas para a ciência. No corpo S11 (área de influência direta do estudo) foram encontradas 1.213 espécies.

A coleta de dados botânicos é normalmente realizada na região para subsidiar estudos ambientais com fins de licenciamento, sem a coleta sistemática envolvendo todos os estratos das diferentes fitofisionomias com registros depositados em herbários. Isto é amplamente verificado para inventários florestais que são realizados com identificação de para-taxonistas com experiência na flora da região, mas sem coletas. A ausência de material coletado permite dúvidas na identificação de grupos mais complexos, eliminando a possibilidade de certificação dos táxons referidos, principalmente aqueles reconhecidos como de complexidade taxonômica e de ampla diversidade na região amazônica. Outro problema encontrado na realização de estudos por para-taxonistas é a falta de registros dos estratos herbáceos, arbustivos e de epífitas, que representam estratos representativos da flora de qualquer ambiente. Ressalta-se que tais deficiências são mais claras para os ambientes florestais.



Dentro do escopo do Projeto Ferro Carajás S11D, estão sendo realizadas coletas bimestrais do estrato herbáceo-arbustivo dos ambientes florestais nas Florestas Ombrófilas do entorno do platô do Corpo S11 e um inventário quali-quantitativo do estrato herbáceo-epifítico. Com este esforço que está sendo empreendido na região, após a primeira campanha, realizada em fevereiro de 2010, foram amostrados 148 táxons para este estrato. Nesta amostragem, verifica-se a subamostragem do estrato herbáceo-arbustivo, principalmente de Pteridófitas, nos ambientes florestais, em estudos para fins de licenciamento ambiental, já realizados na região da bacia do rio Itacaiúnas entre 2000 e 2006, compilados no estudo Golder(2010).

As Savanas estépicas foram estudadas nas décadas 80 e 90 por botânicos do Museu Paraense Emílio Goeldi (Secco & Mesquita 1983; Silva *et al.* 1987; Silva 1993; Silva & Rosa 1990, Silva 1991; Silva, Rosa & Salomão, 1986b; Silveira, Cardoso; Ilkiu-Borges & von Atzinger 1995;), no último levantamento realizado por Silva e colaboradores em 1996, de onde foram identificadas 232 espécies. Em decorrência dos maiores esforços nos estudos botânicos terem sido dirigidos para os ambientes savânicos, 80% das espécies endêmicas descritas até o momento para a região são desses ambientes, o que aponta também a singularidade deste ambiente.

Diferentemente da vegetação florestal, a flora dos ambientes de savana da região vem sendo estudada no âmbito do Projeto Área Mínima de Canga (Golder, 2007; 2008; 2009, em andamento.), a partir do qual foram realizadas coletas nas serras da região, englobando as diferentes sub-tipologias que compõem as Savanas Estépicas. O material botânico é identificado com a consulta e participação de especialistas em cada um dos grupos vegetais e amostras das espécies encontradas, têm sido coletadas e depositadas em museus de referência. Até o presente momento, para a Savana Estépica englobando seus geoambientes florestais (Mata Baixa e Capões de Mata), foram identificadas 660 espécies vegetais.

Com a implantação do projeto Ferro Carajás S11D haverá a supressão de uma área de 2.721,60 hectares, que ocasionará a perda de indivíduos de diversas espécies vegetais e, conseqüentemente, implicará na redução de populações vegetais. Considera-se que a comunidade associada ao ambiente ferruginoso encontra-se bem amostrada por meio dos estudos em andamento na região, mas as florestas são carentes de registros. Acredita-se que com coletas sistemáticas do componente arbóreo florestal e a conclusão dos levantamentos herbáceo-arbustivos previstos no Plano de trabalho de Flora (**Anexo III-H**), novos registros e espécies ainda não descritas para a ciência poderão ser encontradas na região, o que justifica a proposição de um Sub-programa de Inventário Florístico para as áreas florestais na região do Corpo S11.

#### – **Objetivos**

- Inventariar a riqueza vegetal das áreas florestais do Corpo S11;
- Realizar inventário florístico florestal com coleta de material para depósito em herbário;
- Produzir uma coleção de referência para a região.
- Ampliar o conhecimento da composição florística do Corpo S11

#### – **Metas**

- Planejar e implantar infraestrutura para receber material vegetal da coleção de referência.
- Formar coleção de referência para a Flora de Carajás;
- Organização periódica das informações (ex. banco de dados) de forma a possibilitar fácil consulta

### – Indicadores Ambientais

Riqueza, diversidade e composição de espécies, índices de abundância e endemismo das espécies vegetais por área e por hábitat.

### – Público-Alvo

Espera-se o envolvimento de universidades, museus, empresas de consultoria, além da empresa Vale e dos órgãos ambientais (ICMBio e IBAMA).

### – Metodologia

Realizar coletas florísticas sistêmicas no ambiente florestal do Corpo S11, considerando as diferentes fisionomias (Florestas Ombrófilas, Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais), abordando os estratos arbóreo e epifítico.

As coletas deverão ser feitas bimestralmente. As coletas terão duração indeterminada, até que seja obtida uma tendência de estabilização das curvas do coletor, denotando um razoável conhecimento da flora inventariada. Indica-se o acompanhamento fenológico do estrato arbóreo para prever a melhor época de coleta de material fértil para uma maior amostra da comunidade.

O material botânico coletado em campo em estado fértil teve os hábitos classificados de acordo com Vidal & Vidal (2000), onde *erva* é um vegetal de pequeno porte e pouca ou nenhuma lenhificação. São incluídas como divisões de herbáceas as *saprófitas*, plantas que se alimentam absorvendo substâncias orgânicas normalmente provenientes de matéria orgânica em decomposição, uma vez que não possuem capacidade de fazer a fotossíntese; *macrófita* são plantas aquáticas que vivem em brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos, *epífita* é um vegetal herbáceo que se desenvolve fixado ao tronco de um indivíduo arbóreo ou arbustivo. A *hemiparasita* é uma planta que usa os recursos do seu hospedeiro (seiva – água e sais minerais), mas, possuindo clorofila, realiza a fotossíntese e produz os seus próprios compostos orgânicos, *arbusto* (incluindo *subarbustos*) é um vegetal de tamanho inferior a cinco metros e porte arbustivo, lenhoso inferiormente e tenro e ou suculento superiormente, sem um tronco predominante, pois se ramifica quase sempre a partir da base; *liana* é um vegetal trepador sarmentoso que pode atingir muitos metros de comprimento que se desenvolve apoiado em outro vegetal ou escorado em alguma superfície e *arbórea* é um vegetal de grande porte, com alturas superiores a cinco metros, despido de ramos na parte inferior e cuja parte ramificada constitui a copa.

Indica-se que a coleta seja realizada de forma concomitante à supressão, facilitando desta forma a coleta de material fértil dos estratos superiores da floresta. Nas áreas onde não houver supressão, recomenda-se a coleta do material por meio do uso de técnicas de escalada.

Após a coleta, o material será prensado conforme técnica usual em botânica e levado para laboratório, onde após a secagem das amostras, serão confeccionadas exsiccatas, que serão indexadas à coleção de Herbários de referência regional para uma posterior identificação. O material em duplicata, após sua identificação, será enviado a outros herbários de interesse do Projeto devido a sua localização e relevância para o estudo, incluindo Herbário do Parque Zoobotânico de Carajás (Vale).

A identificação das espécies vegetais coletadas será realizada por observação em campo e consultas a herbários, a exemplo do Parque Zoobotânico da Vale, em Carajás, Museu Paraense Emílio Goeldi e Herbário do Departamento de Ciências Biológicas (BHCB) da Universidade Federal de Minas Gerais. Também serão utilizados material bibliográfico botânico, geral e específico para a região, a exemplo de Corrêa (1969), Rizzini (1978), Loureiro & Lisboa (1979), Loureiro *et alii* (1979), van Rosmalen (1982), Lorenzi *et al* (1996), Lorenzi (1991, 1992 e 1998), Ribeiro *et al* (1999), Zoghbi *et alii* (2001), IBDF (1983), INPA (1991), EMBRAPA (1997) e Cavalcante (1996). A classificação botânica utilizada para classificação das famílias botânicas será baseada no APG II (Angiosperm Phylogeny Group) (APG, 2003). Consultas a especialistas será fundamental para diversas famílias.

Os dados tabulados em Excel serão então processados dentro de cada estrato e fisionomia no software SAS (SAS Institute, 1996). Serão obtidos parâmetros da estrutura horizontal, que é representada por aqueles parâmetros que indicam a ocupação do solo pela espécie no sentido horizontal da fisionomia (Jardim & Hosokawa, 1987; Brower & Zar, 1990).

#### – Descrição do Sub-Programa

Este Sub-Programa consiste na continuação da obtenção de dados sobre a Flora Florestal do Corpo S11, a fim de ampliar o conhecimento sobre a riqueza, diversidade e composição de espécies, bem como índices de abundância e endemismo das espécies na área de influência do Projeto Ferro Carajás S11D. Por fim, pretende-se produzir uma coleção de referência para a região do Corpo S11, a ser depositada na coleção do Parque Zoobotânico de Carajás, servindo de base para o conhecimento e conservação da Flora na região.

#### – Atividades

A seguir são descritas as principais atividades deste subprograma:

- Realização de coletas botânicas;
- Mapeamento das espécies endêmicas
- Identificação do material coletado com participação de especialistas
- Produção da coleção de referência para a área.

#### – Cronograma Físico

Este Sub-programa deverá ser realizado até que seja obtida uma tendência de estabilidade da curva do coletor, sendo iniciada anteriormente as atividades de supressão, principalmente nas áreas que serão suprimidas.

#### – Equipe Técnica

A equipe mínima de profissionais envolvidas está listada a seguir. A critério do empreendedor/executor poderá ser alterada a quantidade de profissionais envolvida:

- 1 Biólogo Botânico coordenador do programa
- 2 Biólogos Botânicos para campo e identificação do Material
- Pesquisadores de Instituições de Pesquisa (Identificação de Material)
- 1 Identificador botânico (Parataxonomista)
- 2 escaladores para coleta de material arbóreo
- 2 Técnicos de Herbário
- 4 Auxiliares de campo

– **Instituições Envolvidas**

Para este programa estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, IBAMA, empresas de consultoria, instituições de pesquisa e Universidades.

– **Inter-relação com outros programas**

Este programa apresenta interface com o Programa do Banco de Dados da Biodiversidade de Serra Sul e Sub-Programa de Pesquisas e Reprodução de Espécies Nativas.

– **Requisitos Legais**

- **Lei Federal nº 6.938, de 31/08/1981**, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- **Decreto Federal nº 4.339, de 22/08/2002** que institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade.
- **Decreto Estadual nº 802, de 20/02/2008** que cria o Programa Estadual de Espécies Ameaçadas de Extinção - Programa Extinção Zero, declara as espécies da fauna e flora silvestre ameaçadas de extinção no Estado do Pará, e dá outras providências.
- **Lei Estadual nº 6462, de 04/07/2002** que dispõe sobre a Política Estadual de Florestas e demais Formas de Vegetação no estado do Pará, que institui como alguns de instrumentos o inventário e o monitoramento da flora natural do Estado e o banco de dados da flora natural do Estado;
- **Lei Estadual nº 5887, de 09/05/1995**, que dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências.

**d) Sub-Programa de Pesquisas e Reprodução de Espécies Nativas**

– **Justificativa**

A implantação do Projeto Ferro Carajás S11D demandará a supressão de 2.721,50 hectares de vegetação, sendo apenas 130,10 ha ocupados por pastagens e os demais ocupados por formações nativas, destacando Florestas Ombrófilas e Savanas Estépicas.

Apesar de já existirem empreendimentos minerários em ambientes semelhantes àquele a ser ocupado pelo Projeto Ferro Carajás S11D, não se tem ainda o conhecimento pleno sobre a reprodução e propagação da maioria das espécies vegetais que ali se desenvolvem.

Tendo em vista que o processo de recuperação de uma área minerada tem como objetivo geral a reconstrução de um ambiente o mais semelhante possível ao natural, consideram-se algumas premissas básicas para norteamento dessa reconstrução. A primeira delas é que qualquer ambiente é resultante da interação existente entre os meios físico, químico e biológico. O segundo é que a adaptação das espécies vegetais às condições do ambiente é resultante de um longo processo evolutivo, levando cada uma delas a suportar uma determinada amplitude de variação ambiental.

O desafio de qualquer ação de reabilitação ambiental é formar um ambiente com o maior número de espécies nativas possíveis e que seja sustentável ao longo do tempo, disponibilizando recursos alimentares e de abrigo para a fauna nativa e, desta forma, interagindo com os ecossistemas naturais do entorno.

As técnicas usuais aplicadas na revegetação de ambientes alterados normalmente utilizam espécies forrageiras exóticas em associação com espécies nativas seguindo o padrão sucessional de regeneração da vegetação. Estas técnicas podem ser utilizadas separadamente ou, muitas vezes, conjuntamente para uma mesma área.

Por se tratar de um empreendimento localizado em uma unidade de conservação, tais técnicas usuais se tornam inaplicáveis com a adoção de espécies exóticas, sendo necessário que se busque espécies nativas capazes de responderem aos processos de manipulação humana (coleta de sementes, produção de mudas, plantio, condução e manutenção, etc.) durante o processo de recuperação de áreas degradadas. Para a maioria das espécies nativas, praticamente se desconhecem seus aspectos agrônomicos, fisiológicos, fenológicos e outros que possibilitem essa utilização em processos de recuperação de áreas degradadas.

Neste sentido, este Sub-programa faz-se presente, uma vez que essas informações serão relevantes para subsídios em projetos de manejo e conservação, bem como para Planos de Recuperação de Áreas Degradadas.

#### – **Objetivos**

- Estudar a propagação de espécies nativas para recuperar áreas degradadas por mineração;
- Utilizar as espécies nativas locais na recuperação de áreas degradadas em larga escala
- Dominar técnicas de propagação e germinação de diversas espécies nativas
- Manter a diversidade genética das espécies por meio do resgate e propagação de espécies das áreas a serem suprimidas;
- Contribuir para a preservação e conservação da Flora local da Região de Carajás;

#### – **Metas**

- Selecionar espécies nativas, incluindo leguminosas e rizóbios, para estudos de propagação e recuperação de áreas degradadas por mineração;
- Estruturar viveiro e laboratório para o desenvolvimento deste sub-programa;
- Desenvolver técnicas e procedimentos para a utilização de espécies nativas (propagação, germinação e produção de mudas) na recuperação de áreas degradadas por atividades minerárias.

– **Indicadores Ambientais**

- Número de espécies indicadas no projeto cujas técnicas de propagação são dominadas;
- Número de espécies nativas utilizadas na recuperação de áreas degradadas em escala comercial;
- Técnicas de recuperação de áreas degradadas que utilizam apenas espécies nativas.

– **Público-Alvo**

Instituições de pesquisa, universidades, Vale e órgãos ambientais (ICMBio e IBAMA).

– **Metodologia**

• **Planejamento e criação da estrutura**

O primeiro passo para a execução deste programa é a criação de estrutura de pesquisa e produção de mudas. De acordo com o plano diretor do Projeto Ferro Carajás S11D, a estrutura já existente no viveiro de mudas da Mina do Sossego será utilizada também neste projeto, dada a proximidade entre os dois projetos.

Essa estrutura destinar-se-á a pesquisa e produção de mudas a partir de sementes, para as espécies indicadas neste sub-programa, além de armazenar os indivíduos e propágulos resgatados (como samambaias, folhagens típicas de sub-bosque, cactáceas, bromélias e orquídeas, aráceas, plântulas de espécies arbóreas florestais e típicas de vegetação rupestre, espécies de valor comercial, ornamental, conservacionista, como raras e ameaçadas) coletados durante o sub-programa de acompanhamento e resgate de flora.

Indica-se que o viveiro apresente a seguinte estrutura:

- *Laboratório para triagem e armazenamento das sementes*
  - Separação de sementes e propágulos resgatados
  - Testes de viabilidade e germinação de sementes;
  - Câmaras para o armazenamento de sementes e propágulos em condições ideais
- *Área com telas de sombreamento para germinação e rustificação;*
  - Germinação das sementes em recipientes adequados;
  - Irrigação e acompanhamento do desenvolvimento das mudas;
  - Rustificação gradativa das mudas à luz;
  - Monitoramento, separação e replantio das mudas de diferentes tamanhos
- *Galpão para mistura de terra e compostos orgânicos;*
  - Preparação de substrato para plantio das mudas;
- *Pátio para disposição das mudas a pleno sol*
  - Armazenamento e acompanhamento das mudas até o plantio nas áreas a serem recuperadas
- *Área sombreadas para epífitas e pteridófitas;*
  - Fixação das mudas a troncos e escoras;
  - Armazenamento das mudas de espécies típicas de sub-bosque para posterior replantio nas áreas destino

A Vale já possui uma estrutura de pesquisa e produção de mudas instalada e em funcionamento nas minas do Complexo Minerador de Carajás, sendo dominadas as técnicas de propagação e produção de mudas de diversas espécies a partir de sementes e material resgatado em áreas florestais e vegetação rupestre. Para as espécies de ocorrência na área do empreendimento, cujas técnicas de propagação ainda não sejam dominadas, indica-se a inclusão destas no presente programa.

- **Seleção das espécies**

A seleção de espécies a serem estudadas deve obedecer a critérios conservacionistas, de função ecológica, interesse comercial e uso potencial na recuperação das áreas degradadas. Assim, indica-se que a seleção seja feita englobando espécies raras, endêmicas, ameaçadas, comuns na região, que oferecem recursos à fauna, de uso comercial, com potencial de uso em áreas degradadas e potencial ornamental.

Posteriormente, de posse da listagem completa de espécies indicadas para estudo, far-se-á a procura de populações das espécies na ADA e AID do projeto para coleta de sementes.

Após isso, como indicado no Sub-programa de Acompanhamento da Supressão Vegetal e Resgate de Flora, as atividades de supressão serão acompanhadas e caso encontrado material das espécies indicadas para estudo, este será coletado, incluindo sementes, propágulos e mudas.

- **Estudos de Fenologia e Métodos de Coleta de Sementes**

Deverão ser realizados estudos de fenologia das espécies selecionadas com periodicidade mínima mensal utilizando-se de técnicas consagradas na literatura, buscando elaborar cronogramas de coleta de sementes. Indica-se ainda o desenvolvimento de técnicas de triagem e armazenamento de sementes de forma a se conseguir o mínimo de perda de viabilidade das mesmas desde a coleta até a semeadura.

- **Estudos Germinativos e de Propagação**

Deverão ser realizados experimentos germinativos utilizando-se de técnicas consagradas na literatura, buscando encontrar as condições ideais para a máxima germinabilidade, incluindo testes de viabilidade, quebra de dormência, etc. Indica-se ainda o uso de técnicas de propagação vegetativa das espécies, incluindo experimentos de plantio direto de mudas retiradas em campo, estaquia e reprodução por estolões e moitas.

Uma vez conhecida as técnicas de propagação, as espécies serão divididas em categorias de acordo com tipo de técnica utilizada em sua propagação e o uso indicado para a espécie.

- **Produção de mudas e sementes em larga escala**

Depois de conhecida a técnica de reprodução, o passo seguinte é a produção de mudas e coleta de sementes em larga escala para seu uso na recuperação.

- **Seleção de Leguminosas Fixadoras de Nitrogênio**

A Vale já possui em andamento um projeto para inventário e seleção de leguminosas e estirpes de rizóbio com potencial para uso em áreas degradadas, em consórcio com instituições de pesquisa, cujos principais métodos são descritos resumidamente a seguir:

- *Inventário das Leguminosas*

O inventário das Leguminosas deve ser realizado em quatro etapas, cujas metodologias são relacionadas abaixo:

1. Lista das espécies
2. Inventário em áreas da Floresta Nacional de Carajás
3. Compilação de dados
4. Análise dos dados e divulgação dos resultados

- *Levantamento de espécies leguminosas que nodulam e fixam nitrogênio atmosférico*

O levantamento de nodulação deve ser por meio da escavação do solo entorno das plantas jovens selecionadas, evitando procurar nódulos em árvores adultas devido à possibilidade de erros, pois, as raízes se misturam no meio da floresta. Quando as plantas apresentam sementes, elas são colhidas e plantadas em substrato livre de nitrogênio e inoculadas com uma mistura de várias estirpes de rizóbio obtidas de espécies taxonomicamente próximas ou com solo originário da área de coleta.

- *Seleção de estirpes de rizóbio com potencial de utilização em áreas degradadas.*

#### Em condições esterilizadas

A obtenção de estirpes de rizóbio eficientes na Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) compreende a realização de ensaios em diferentes condições, compondo as bases de recomendação de estirpes com a seleção em condições controladas em laboratório, em condições esterilizadas em vasos de Leonard; em vasos com solo não esterilizado, sendo os dois últimos realizados em casa de vegetação e a seleção em condições de campo.

#### Em condições não esterilizadas

Os vasos com solo deverão ser montados usando-se recipientes de plástico nos quais são colocados solos não esterilizados provenientes de áreas com grande concentração de microrganismos, inclusive bactérias fixadoras de N.

- *Seleção de estirpes de rizóbio para espécies dependentes de fungos micorrízicos*

O objetivo deste item é estudar o efeito da micorrização sobre a nodulação e o crescimento de plantas que apresentem problemas de crescimento nas etapas anteriores. Em geral são plantas dos gêneros *Piptadenia*, *Parapiptadenia*, *Anadenanthera* e algumas *Mimosa* e *Acacia*.



- **Desenvolvimento/Adaptação de técnicas de recuperação de áreas degradadas**

Uma vez selecionadas as espécies com potencial para uso na recuperação é iniciada sua produção em larga escala, recomenda-se a adaptação das técnicas usualmente utilizadas (vide **item 9.1.4 - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas**), com a substituição do uso de espécies exóticas pelas nativas, em acordo com a técnica e características ecológicas, morfológicas e fisiológicas das espécies.

A Vale já vem adotando práticas de substituição do uso de espécies exóticas por espécies nativas na recuperação de áreas degradadas em seus empreendimentos.

- **Descrição do Sub-Programa**

Este sub-programa define diretrizes para a pesquisa e propagação de espécies vegetais nativas no âmbito do Projeto Ferro Carajás S11D, visando à conservação, manejo e utilização destas espécies em projetos de recuperação de áreas degradadas. Propõem-se o estudo dos procedimentos e técnicas de propagação, germinação para a produção de mudas das espécies selecionadas a partir de sementes e material resgatado, além do desenvolvimento e adaptação de técnicas recuperação de áreas degradadas, aumentando o uso de espécies nativas.

- **Atividades**

A seguir são descritas as principais atividades incluídas neste sub-programa:

- Estruturação e Capacitação de pessoal e infraestrutura para o estudo;
- Identificação das espécies de interesse e mapeamento das populações daquelas de distribuição mais restrita;
- Coleta, acondicionamento de sementes, resgate de mudas e seleção de matrizes;
- Estudos germinativos e de propagação das espécies selecionadas;
- Seleção de espécies, incluindo leguminosas com rizóbios, de maior potencial para utilização na reabilitação de áreas degradadas;
- Produção de espécies em larga escala para uso na recuperação;
- Desenvolvimento e adaptação de técnicas de propagação utilizando as espécies do sub-programa;
- Uso das técnicas na recuperação.

- **Cronograma Físico**

Este sub- programa deverá ser iniciado anteriormente às atividades de supressão vegetal, onde será realizada a seleção das espécies a serem estudadas, bem como o mapeamento das populações para a coleta de material de propágulos e mudas durante o resgate da flora. O programa terá duração estimada de acordo com o conhecimento gerado pela pesquisa.

- **Equipe Técnica**

A equipe mínima de profissionais envolvidas está listada a seguir. A critério do empreendedor/executor poderá ser alterada a quantidade de profissionais envolvida, a fim de se otimizar/acelerar o processo de supressão vegetal.

- 1 biólogo coordenador do programa
- 1 engenheiro agrônomo

- 1 Identificador botânico
- 5 Auxiliares de campo
- 1 técnico de laboratório
- 3 viveiristas

– **Instituições Envolvidas**

Institutos de pesquisa, universidades, Vale, ICMBio, IBAMA.

– **Inter-relação com outros programas**

Este programa apresenta interface com o Programa do Banco de Dados da Biodiversidade de Serra Sul, Sub-programa de Inventário Florístico das Áreas Florestais da Flora da Serra Sul, o Sub-Programa de Supressão Vegetal e Resgate de Flora, o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, Projeto de Monitoramento da Frequência da Síndrome de Polinização e com o Programa de Pesquisa de Comunidades de Ambientes Úmidos do corpo S11.

– **Requisitos Legais**

- **Decreto 97.632, de 10/04/1989**, que regulamentou a **Lei 6.938/86**, no que se refere à recuperação de áreas degradadas pela atividade de mineração;
- **Decreto Federal nº 4.339, de 22/08/2002** que institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade.
- **Lei Estadual nº 6462, de 04/07/2002** que dispõe sobre a Política Estadual de Florestas e demais Formas de Vegetação no estado do Pará, que institui como alguns de instrumentos o inventário e o monitoramento da flora natural do Estado e o banco de dados da flora natural do Estado.
- **Decreto Estadual nº 802, de 20/02/2008** que cria o Programa Estadual de Espécies Ameaçadas de Extinção - Programa Extinção Zero, declara as espécies da fauna e flora silvestre ameaçadas de extinção no Estado do Pará, e dá outras providências.

### **e) Sub-programa de Conservação, Aproveitamento e Reintrodução de Jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf.) na região da Floresta Nacional de Carajás**

#### **– Justificativa**

O jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf.) é uma planta da família das Rutáceas que ocorre espontaneamente em todo o território nacional, desde o Pará, até o Rio Grande do Sul (PINHEIRO, 2002). É uma importante planta medicinal brasileira, por conter em suas folhas um alcalóide imidazólico, a pilocarpina, a qual é usada em oftalmologia para contração da pupila e no tratamento de alguns tipos de glaucomas primários, sendo também empregada no tratamento de xerostomia (boca seca) e no tratamento capilar (Bernabé, 2008; Costa, 2005; Moura, 2003; Eira *et al.*, 1992).

Por ser a única fonte natural da pilocarpina, o jaborandi foi apontado como uma das espécies mais exploradas pela indústria farmacêutica no país (Pinheiro, 2002). Além disto, a antiga forma desordenada e predatória de extração, somado às pressões da pecuária e da cultura da soja, que avançam sobre a região de maior ocorrência, levaram o jaborandi verdadeiro, nome dado ao *Pilocarpus microphyllus* Stapf., a um declínio de sua população. Por este motivo, a espécie foi incluída na lista da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em perigo de extinção (Cites) em 1982 e também na lista de espécies da flora ameaçadas de extinção do IBAMA (2008).

O grande centro de extração de folhas de jaborandi no Brasil é o Estado do Maranhão, responsável por aproximadamente 95% de toda a produção nacional (IBGE 1975-1998). Todavia, apesar de grande parte desta produção ser advinda de plantios comerciais pertencentes a indústrias farmacêuticas, o extrativismo de áreas naturais do jaborandi é ainda muito presente nos locais de ocorrência desta espécie, como ocorre no estado do Pará, o segundo maior produtor nacional.

As plantas de jaborandi ocorrem naturalmente em clareira de mata em associação com a Floresta Ombrófila Densa e Aberta. No mosaico de Unidades de Conservação (UC's) de Carajás há registros de ocorrência nas Florestas Nacionais de Carajás, Tapirapé-Aquiri e Itacaiúnas, principalmente em regiões de floresta aberta e regiões de canga próximas a capões de mata, onde ocorrem comumente em formas agregadas denominadas “reboleiras” ou “bolas” de jaborandi (Costa, 2005).

Nas décadas de 1980 e 1990, houve intensa exploração clandestina e predatória de jaborandi na região do Mosaico de UCs de Carajás, onde se costumava arrancar o arbusto para retirar dele somente as folhas, fato este que impossibilitava a rebrota das plantas exploradas (Costa, 2005).

No intuito de controlar várias situações indesejáveis, o IBAMA, órgão então responsável pelas unidades de conservação, e a Vale, empresa detentora dos direitos minerários na região, investiram pesados recursos humanos e financeiros na tentativa de coibir o extrativismo.

Para consolidar a exploração responsável do jaborandi e promover uma relação de trabalho mais justa entre os extrativistas, diversas iniciativas foram tomadas pelos envolvidos na exploração do jaborandi em Carajás. No ano de 1997 a Merck, grupo farmacêutico alemão responsável na época pela compra das folhas do jaborandi, em parceria com a Vale e o IBAMA, desenvolveu uma série de estudos e levantamentos que geraram o documento “Manejo Sustentado de Jaborandi Nativo no Parque Ecológico de Carajás”. Este documento traz ações práticas para a realização de uma exploração da espécie de forma sustentável, garantindo a manutenção das populações locais.

Outra iniciativa tomada foi a criação da Cooperativa de Coletores de Folhas de Jaborandi (Cooperativa Yaborandi), na qual os extrativistas formaram uma instituição oficial para legalizar e disciplinar a exploração do jaborandi.

Posteriormente a Cooperativa Yaborandi firmou, com o apoio e intermédio do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), atual gestor das UCs de Carajás, uma parceria com a empresa Vegeflora Extrações do Nordeste Ltda., empresa do grupo Centroflora, especializada em extração vegetal para o setor químico-farmacêutico a qual realizou o levantamento das “reboleiras” de jaborandi na região.

Com estas medidas os coletores, também denominados “folheiros”, apoiados pelos órgãos ambientais e a empresa mineradora, adotaram o manejo sustentável da folha de jaborandi e revolucionaram a coleta, transformando a atividade predatória em coleta produtiva sem agressão à natureza (Diário do Pará *apud* SIPAM, 2009).

Visando manter as populações locais do jaborandi e garantir a manutenção da atividade produtiva na região do mosaico de unidades de conservação de Carajás, é de fundamental importância a adoção de um programa ambiental voltado a este fim.

#### – **Objetivos**

Garantir a conservação e a sustentabilidade da exploração da espécie jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf.) na região do mosaico de unidades de conservação de Carajás.

#### – **Metas**

- Mapear as áreas de ocorrência das “reboleiras” de jaborandi em no corpo S11 ;
- Estudar a ecologia e manejo das sub-populações exploradas e controle
- Implantar o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Floresta Nacional de Carajás;
- Utilizar o jaborandi no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas da Serra Sul;
- Capacitar os “folheiros” coletores de jaborandi;
- Agregar valor aos sub-produtos do jaborandi.

#### – **Indicadores Ambientais**

- Sucesso na utilização do jaborandi na Recuperação de áreas degradadas;
- Alterações na produtividade do jaborandi por meio do manejo das populações exploradas.

### – Público-Alvo

Como público-alvo, este programa apresenta os coletores de folha de jaborandi; instituições de pesquisa como a EMBRAPA-CPATU, a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), e outras como a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e o Museu Paraense Emilio Goeldi (MPEG), o Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON) entre outras; funcionários do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); e, empregados do setor de meio ambiente da Vale.

### – Metodologia

O Sub-programa de Conservação, Aproveitamento e Reintrodução de Jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf.) na região da Floresta Nacional de Carajás terá dois focos principais: um conservacionista, voltado para a espécie, que visa minimizar os efeitos da exploração mineral e da exploração comercial sobre as populações de jaborandi, e outro social, voltado para os coletores, que visa a capacitação da mão de obra, a diversificação do número de compradores e a agregação de valor a este importante recurso natural.

Dentro do foco conservacionista, existem duas frentes de trabalho a serem consideradas. Uma diz respeito às atividades minerárias e o outro às atividades de exploração comercial. Na frente relativa à exploração mineral o sub-programa deverá seguir algumas ações já adotadas pela mineradora na Serra Norte (Vale, 2009) tais como:

Promover o regaste e a reintrodução de plantas e plântulas de jaborandi em frentes de lavra que venham a ser desenvolvidas sobre áreas de ocorrência natural do jaborandi. As plantas resgatadas deverão ser reintroduzidas em áreas já degradadas. Já as plântulas deverão ser conduzidas até um viveiro onde serão repicadas em sacos de polietileno e ficarão sobre sombreamento até atingirem o porte suficiente para serem reintroduzidas. Antes da adoção deste procedimento, as plântulas deverão ser colocadas a pleno sol para rustificação. Em ambos os casos a reintrodução dos espécimes deverá ser feita preferencialmente em áreas próximas àquelas em que foram resgatadas. Esta ação tem interrelação com o Sub-programa de Acompanhamento da Supressão Vegetal e Resgate da Flora.

Um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) deverá ser montado na Flona de Carajás em parceria com o ICMBio e a Cooperativa Yaborandi. Este banco de germoplasma deverá assegurar a manutenção do patrimônio genético das populações existentes na região de Carajás;

Após a implantação do BAG Jaborandi de Carajás, recomenda-se proceder o fornecimento de material genético a outros bancos de germoplasma como os da EMBRAPA-CPATU de Belém, da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) de São Luiz, entre outros;

Áreas de Produção de Sementes (APS) deverão ser selecionadas e demarcadas. Estas áreas deverão conter plantas com características fitossanitárias desejáveis para funcionarem como matrizes de sementes a serem utilizadas no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). As APS deverão ser demarcadas em regiões afastadas entre si para aumentar a variabilidade genética das sementes coletadas;

As sementes coletas nas APS deverão ser utilizadas na recuperação ambiental por meio de semeadura direta em áreas degradadas a serem implantadas ou para a produção de mudas, as quais deverão ser utilizadas para o enriquecimento de áreas já em processo de recuperação ambiental com feito nas Minas de Ferro de N4, na antiga Mina do Arenito II e do Granito (Vale, 2009);

Depois de realizados os trabalhos de recuperação ambiental, sejam eles por meio da reintrodução, semeadura ou plantio de enriquecimento, a demarcação e o monitoramento sistemático dos espécimes plantados deverão ser realizados.

Ainda dentro do foco conservacionista da espécie, porém voltado para a exploração comercial, as seguintes ações devem ser realizadas:

- Atualizar o mapeamento das áreas de ocorrência natural do jaborandi elaborado por Vegeflora incluindo as “reboleiras” ocorrentes na Serra Sul;
- Realização e complementação de estudos básicos de ecologia e manejo da espécie como, por exemplo, dos estudos de fenologia a serem realizados por instituições de pesquisa tais como a UFRA, ou MPEG;
- Fiscalização, por parte do ICMBio da exploração comercial em relação às áreas exploradas e à correta execução das técnicas propostas no plano de manejo elaborado pela Merck em 1997;
- O monitoramento sistemático das populações onde ocorre a exploração comercial, deverá ser realizado por técnicos do ICMBio, com o objetivo de se verificar a eficácia, por meio da manutenção das populações de jaborandi, do plano de manejo proposto;
- Caso seja detectado um declínio populacional, deverá ser proposto uma delimitação de áreas de coleta do jaborandi promovendo rodízio entre as mesmas, adaptando-se o modelo proposto pelo Instituto do Homem do Meio Ambiente da Amazônia (Imazon).

Já o foco social do sub-programa envolve o aumento de produtividade e renda para os coletores de jaborandi da região de Carajás. Neste sentido, as seguintes ações deverão ser adotadas:

- Promoção de cursos de capacitação técnica por parte do ICMBio/IMAZON. Nestes cursos, devem-se ser repassadas aos coletores, técnicas corretas de extração, secagem, embalagem e transporte das folhas de jaborandi visando garantir a manutenção da população e diminuir eventuais perdas no processo produtivo. Deve-se também capacitar os coletores a realizar o beneficiamento parcial das folhas de jaborandi agregando valor ao produto;

Um estudo de viabilidade para a implantação de áreas de domesticação e cultivo do jaborandi deverá ser realizado almejando uma maior produtividade por hectare, e diminuindo os custos com transporte e as pressões sobre populações naturais, a exemplo do realizado pela empresa Merck no estado do Maranhão (Pinheiro, 2002);

Outro estudo de viabilidade que deverá ser considerado é o de montagem de um laboratório para a propagação *in vitro*, ou micropropagação, de tecidos vegetais como proposto por Sabá e colaboradores (2002). Os objetivos deste estudo são semelhantes aos do estudo anteriormente proposto.

### – Descrição do Sub-Programa

Este sub-programa consiste na definição das diretrizes para a conservação, aproveitamento e reintrodução do jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* stap.) através o mapeamento das áreas de ocorrência na serra sul; da coleta em frentes de lavra e reintrodução de espécies; da produção de sementes e mudas para a utilização no plano de recuperação de áreas degradadas; da criação de um banco de germoplasma e do fornecimento de material genético a outros já existentes; da capacitação dos coletores; e da agregação de valor ao sub-produto desta espécie.

### – Atividades

A seguir são descritas as principais atividades deste sub-programa:

- Coleta dos espécimes existentes em frentes de lavra e posterior reintrodução em áreas próximas;
- Criação de um banco ativo de germoplasma (BAG) na Floresta Nacional de Carajás;
- Fornecimento de material genético a outros bancos de germoplasma como os da EMBRAPA-CPATU de Belém, da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) entre outros;
- Criação de Áreas de Produção de Sementes (APS);
- Produção de sementes e mudas para serem utilizadas no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas da Flona;
- Monitoramento e manutenção das áreas em recuperação ambiental;
- Mapeamento da localização das “reboleiras” de jaborandi na Serra Sul;
- Realização de estudos básicos de ecologia da espécie;
- Monitoramento da exploração comercial e das populações de Jaborandi;
- Capacitação técnica dos coletores da Cooperativa Yaborandi;
- Incentivo à agregação de valor e diversificação dos produtos do jaborandi;
- Incentivo ao aumento do rol de clientes dos produtos do jaborandi;
- Estudo de viabilidade da criação de áreas de domesticação e cultivo do jaborandi;
- Estudo de viabilidade da criação de laboratório de propagação *in vitro* de tecidos vegetais.

### – Cronograma Físico

Este programa deverá ser iniciado durante a implantação do Projeto Ferro Carajás S11D e deverá perdurar até que as instituições, cooperativas e demais organizações envolvidas se capacitem para dar continuidade ao programa.

### – Equipe Técnica

O programa deverá ser desenvolvido em uma parceria entre o ICMBio/IBAMA, a Cooperativa Jaborandi, instituições de pesquisa e a Vale. A equipe mínima de profissionais envolvidas está listada a seguir.

- 1 Engenheiro Florestal, Agrônomo ou Biólogo coordenador do programa pela Vale
- 1 Engenheiro Florestal, Agrônomo ou Biólogo coordenador do programa pelo ICMBio/IBAMA
- 1 Técnico coordenador do programa pela Cooperativa Yaborandi
- 1 Técnico do Imazon
- 1 Técnico do MPEG ou da UFRA
- 1 Técnico Florestal ou Agrícola
- 5 Auxiliares de campo

– **Instituições Envolvidas**

Para este programa estão envolvidas as seguintes instituições: Cooperativa Yaborandi, ICMBio, IBAMA, AMAZON, UFRA, UEMA, MPEG, e Vale.

– **Inter-relação com outros programas**

Este programa apresenta interface com o Sub-Programa de Supressão Vegetal e Resgate de Flora e o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

– **Requisitos Legais**

- **Portaria Nº- 37, DE 03 de Abril de 1992 do IBAMA** que reconhece a lista oficial das espécies brasileiras da flora ameaçadas de extinção.
- **Lei Federal Nº 6.938/1.981** - permite dispões sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.
- **Lei Estadual Nº 6.462, de 04/07/2002** que dispõe sobre a Política Estadual de Florestas e demais Formas de Vegetação no estado do Pará, que institui como alguns de instrumentos o inventário e o monitoramento da flora natural do Estado e o banco de dados da flora natural do Estado.
- **Medida Provisória Nº- 2.186-16, de 23 de Agosto de 2001** que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, a proteção e acesso ao conhecimento tradicional associado, a repartição dos benefícios e o acesso à tecnologia para sua conservação e utilização e dá outras providências.
- **Instrução Normativa Nº 011 SECTAM, 30 de Novembro de 2006** - Estabelece normas e procedimentos para o Cadastro de Exploradores e Consumidores de Produtos Florestais no Estado do Pará - CEPROF-PA e do Sistema de Comercialização e Transporte dos Produtos Florestais do Estado do Pará - SISFLORA-PA, e dá outras providências.
- **Instrução Normativa Nº 013 SECTAM, 30 de Novembro de 2006** - Estabelece normas e Procedimentos para disciplinar o uso da DECLARACAO DE VENDA DE PRODUTOS FLORESTAIS-DVPPF-PA e da DECLARAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA DE CREDITO FLORESTAIS-DTCF-PA, no Estado do Pará, e dá outras providências.



### **9.1.2.1.3 Programa de Conservação e Biodiversidade Faunística de Carajás**

O Programa de Conservação da Biodiversidade Faunística de Carajás apresenta as principais diretrizes a serem tomadas no sentido de mitigar e controlar os impactos reversíveis da Fauna, gerados pelo Projeto Ferro Carajás S11D. Neste Programa estão incluídos o Sub-Programa de Pesquisa e Monitoramento da Fauna e o Sub-Programa de Acompanhamento das ações de supressão e manejo da Fauna.

#### **9.1.2.1.3.1 Sub-Programa de Monitoramento da Fauna**

Para a implantação do empreendimento será necessária a supressão de formações vegetais de florestas e Savana Metalófila. Nestes ambientes habitam diferentes grupos faunísticos, cujas populações serão forçadas a dispersar para as áreas adjacentes, à medida que as atividades de supressão e implantação do empreendimento forem sendo desenvolvidas. A dispersão forçada da fauna poderá causar o declínio das populações afugentadas, bem como implicar em um desequilíbrio nos ambientes receptores, reforçando a situação de declínio e a redução de riqueza e diversidade de espécies.

Visando minimizar esses impactos negativos sobre as populações da fauna, indica-se a implantação dos projetos a seguir, destinados a acompanhar e monitorar os eventos de dispersão, sobrevivência e longevidade dos diferentes grupos faunísticos terrestres e aquáticos das áreas de Savanas Estépicas e das áreas de Formações Florestais. Essas fitofisionomias serão alvo do Sub-Programa nas áreas da ADA, AID e controle do Projeto Ferro Carajás S11D, com atenção em incluir as áreas ao longo de todos os trajetos rodo-ferroviários e hidroviários existentes, em implantação ou a serem implantados em decorrência do empreendimento. Os resultados obtidos irão subsidiar medidas de manejo consideradas necessárias à conservação das comunidades desses grupos nestes ambientes, justificando-se a aplicação deste abrangente Sub-Programa.

#### **a) Projeto de Acompanhamento da Supressão e Manejo da Fauna**

##### **– Justificativa**

O principal impacto da implantação do empreendimento sobre a fauna é aquele decorrente da supressão de vegetação. Elementos faunísticos especializados no uso de ambientes florestais e savânicos tenderão a sofrer com a súbita supressão de habitats. No entanto, ações de supressão, se executadas de maneira organizada e direcionada, podem funcionar como ferramenta efetiva para o deslocamento passivo de grande parte dos animais para as áreas em conectividade. Além disso, algumas espécies podem apresentar dificuldade de se deslocar ou mesmo se machucar durante o processo de dispersão. Desse modo, a implantação de um programa que inclua o acompanhamento das ações de supressão, visando o afugentamento dirigido, o salvamento ou resgate e posterior acompanhamento da fauna que apresentar dificuldade em se deslocar para áreas adjacentes, apresenta-se de grande importância na minimização da perda de espécimes e controle do sucesso desse salvamento.

Uma alternativa para minimizar esses impactos é que seja realizado o acompanhamento e a orientação do sentido no qual é realizada a supressão da vegetação. A ocorrência de projetos de supressão anteriores, acompanhados de um afugentamento dirigido de fauna frente a qualquer tipo de perturbação em uma área, pode ser essencial para que os animais migrem antes do início das obras do empreendimento, afugentados pelo ruído e pela derrubada das árvores. A própria presença dos trabalhadores, muitas vezes, faz com que os animais se desloquem antes mesmo dos primeiros cortes de árvores. Entretanto, algumas espécies de hábitos noturnos, arborícolas, entre outras, apresentam dificuldade em se deslocar durante o processo de supressão, tornando-se essencial o acompanhamento e o direcionamento do processo de supressão visando mitigar a perda ou morte dessas espécies.

A marcação dos espécimes que necessitem de ajuda direta para escapar da área de supressão é essencial para o controle do sucesso dos programas específicos da fauna, pois uma forma de constatar se a fauna deslocada ativamente sobrevive, é por meio da recaptura de espécimes marcados.

#### – **Objetivos**

O presente sub-programa tem como objetivo geral minimizar as interferências diretas sobre a fauna decorrentes da implantação do empreendimento durante a supressão vegetal, bem como apresentar ações a serem implantadas e executadas frente ao acompanhamento dos grupos faunísticos durante as atividades de supressão.

#### – **Metas**

- Selecionar previamente áreas potenciais para soltura de espécies da fauna eventualmente resgatadas;
- Resgatar e relocar os ninhos e filhotes de aves durante as ações de acompanhamento da supressão;
- Acompanhar as ações de supressão, conduzindo e/ou relocando os exemplares faunísticos dos grupos terrestres que se apresentarem incapazes de se deslocar sozinhos;
- Orientar os funcionários envolvidos na destinação da fauna, incluindo solturas e encaminhamento para o Centro de Triagem;
- Contatar com instituições de pesquisa e ensino que apresentam interesse em receber eventuais materiais biológicos e espécimes que não sobreviverem ao resgate e salvamento;
- Realizar das ações de salvamento em estreito relacionamento com as equipes responsáveis pela supressão, considerando os procedimentos adequados a serem adotados com as espécies que podem ser encontradas durante as atividades de supressão da vegetação, incluindo os cuidados relativos aos possíveis acidentes com espécies peçonhentas (ofídios e aracnídeos);
- Marcar espécimes resgatados ativamente.

#### – **Indicadores Ambientais**

Abundância e diversidade da fauna resgatada e sobrevivência dos espécimes marcados e registrados durante os monitoramentos específicos.

– **Público - Alvo**

Este programa envolve os funcionários responsáveis pelas atividades de supressão e salvamento de fauna, especialistas da área de manejo, instituições públicas como IBAMA, ICMBio, Universidades que receberem eventuais materiais biológicos, funcionários da área de gestão do empreendimento e da instituição contratada para realizar o presente programa.

– **Metodologia**

A primeira ação do presente programa será o contato com instituições de ensino e pesquisa para o recebimento de material proveniente das ações de resgate, como carcaças, ovos e animais que eventualmente vierem ao óbito. Deverão ser solicitadas cartas de aceite às diferentes instituições (universidades, museus, zoológicos, criatórios, entre outras) visando formalizar o interesse das mesmas em receber esse material. A autorização para captura, coleta e transporte de espécies deverá ser igualmente requerida.

Após esses procedimentos deverão ser definidas áreas de soltura que apresentem similaridade com os ambientes a serem suprimidos, quanto ao grau de conservação e características físicas e fitofisionômicas. Essas áreas precisam apresentar recursos suficientes para sustentar a fauna migrante, bem como a residente. A seleção das áreas deverá ser avaliada segundo resultados do diagnóstico de fauna do presente estudo ambiental e estarão localizadas, preferencialmente, no entorno, adjacente aos locais de supressão. Ressalta-se, contudo que as áreas de soltura deverão ser diferentes das áreas controle, visando a não interferência, ainda que indireta, do empreendimento nas mesmas.

Para recepção da fauna resgatada deverá ser criado um Centro de Triagem (CT) que apresente as condições mínimas necessárias para operacionalidade, manutenção e manejo dos animais. Este CT deverá atender o que pede as normativas IN IBAMA 146/2007 e IN IBAMA 169/2008, bem como apresentar localização em ponto isolado, facilidade de acesso, fornecimento de energia elétrica e água, espaço para eventuais ampliações ou modificações, higiene e ventilação.

Para o correto andamento, entendimento efetivo e colaboração nas ações deste programa, deverá ser realizado um treinamento com os funcionários responsáveis pelas ações de supressão da vegetação em conjunto com a equipe responsável pelo salvamento da fauna. Este treinamento será realizado por profissional capacitado, antes do início das ações de supressão, e será constituído por palestras informativas, abordando temas como: importância do biólogo durante a supressão, primeiros socorros, procedimentos a serem adotados no caso de encontro com animais durante as ações de supressão, espécies de serpentes e outros animais peçonhentos que ocorrem na área, espécies cinegéticas, direcionamento da supressão, entre outros.

Após esse treinamento terá início o acompanhamento das frentes de supressão pelos profissionais responsáveis. As ações de supressão deverão ser realizadas de forma planejada, no sentido centro das estruturas – áreas florestadas, buscando-se com isto a dispersão dos animais para as áreas de vegetação natural presente no entorno. Essas supressões deverão ser realizadas, preferencialmente no final da época reprodutiva da maioria dos animais, minimizando assim, as intervenções referentes ao resgate de ninhos, ovos ou filhotes, e mortalidade de indivíduos da herpetofauna que apresentam baixa capacidade de dispersão.

Os biólogos estarão à frente das supressões e quando algum animal for visualizado serão feitos esforços objetivando sua dispersão passiva para as áreas de vegetação no entorno. Caso a dispersão passiva não seja bem sucedida será aplicado o afugentamento direto e eventuais resgates e relocações dos exemplares. Salienta-se que as ações de resgate podem ocasionar estresses aos animais e só serão realizadas caso seja verificada a impossibilidade do animal se deslocar por meios próprios.

Para a captura dos grupos em geral, sugere-se que seja realizada a marcação imediata seguida de soltura em áreas adjacentes à área suprimida ou nas áreas previamente selecionadas. Somente os indivíduos machucados deverão ser transportados ao CT, que somente após recuperação serão marcados e soltos.

Para a avifauna, em especial, deverá ser feito um acompanhamento, verificando o comportamento das espécies (defesa do ninho, vocalização diante da presença do pesquisador e frente de supressão), a presença de ninhos e o deslocamento dos mesmos para as áreas adjacentes. Deverá ser feita a identificação das espécies e a anotação das seguintes características: localização geográfica do ninho, número de ovos ou filhotes, presença dos pais e outras consideradas relevantes.

Todas as árvores com cavidades, porventura observadas durante os trabalhos, deverão ser georreferenciadas (coordenadas UTM) e marcadas com placa metálica com identificação, pois são indicadoras da ocorrência de ninhos de aves corticícolas. Essas informações deverão ser transmitidas à equipe responsável pela execução do manejo de aves corticícolas. As árvores marcadas deverão ser identificadas durante a supressão, para que a frente de trabalho seja deslocada e orientada para outra direção, de forma a permanecer os ninhos ativos e um raio de floresta e áreas de savana no entorno. Este raio protegerá os ninhos e filhotes contra a insolação, desidratação e predação, devendo permanecer até o final da supressão. Caso houver o abatimento de árvores com ninhos ativos não detectados anteriormente, os mesmos ninhos e filhotes deverão ser relocados para ninhos adotivos, identificados anteriormente, na AID.

Deverá ser analisada a abundância e a distribuição geográfica dos ninhos ativos encontrados na ADA e na AID, a partir de confecção de mapas específicos. Feita a análise, serão escolhidas árvores com ninhos ativos nos troncos, situados na AID, para receberem eventuais exemplares advindos da supressão da ADA.

Como serão estabelecidas diferentes frentes de supressão em diversos momentos, ao longo dos anos de implantação, bem como nos anos de Operação do empreendimento, todas as demais Fases do Sub-Programa (2ª Fase, 3ª, 4ª etc.) irão apresentar três Etapas, diferenciadas em Pré-Supressão, Durante a Supressão e Pós-Supressão.

Caso o ninho detectado não apresentar ovos ou filhotes, o mesmo será coletado com cuidado pelos biólogos responsáveis. Caso houver, o encarregado da empresa contratada para a supressão será avisado e deverá desviar a supressão para outra área. A equipe de supressão deverá deixar um raio de mata de 150m do ramo ou da árvore que abriga o ninho no local, e marcá-la com fita zebra para supervisionamento. Somente ao final das atividades de supressão ou após a saída do filhote do ninho, é que será realizada a coleta dos ninhos e o corte das árvores.

Todos os exemplares registrados a partir de captura e/ou visualização serão registrados em caderneta de campo e, sempre que possível, fotografados para compor a documentação de relatórios específicos. As espécies que vierem a óbito serão coletadas, embrulhadas em sacos plásticos, no caso de espécimes pequenos, ou em isopores, no caso de animais de grande porte e enviadas ao CT. As seguintes informações deverão constar nos sacos: data, nome do coletor, projeto e coordenadas.

Os animais que forem encaminhados ao CT deverão permanecer em quarentena, recebendo cuidados veterinários e alimentação, para então serem marcados e soltos nas áreas de soltura selecionadas. Todos os animais capturados deverão ser marcados de acordo com o grupo taxonômico.

Deverão ser emitidos relatórios semanais de acompanhamento da supressão e salvamento de fauna para controle interno da equipe de resgate, e ao final deste Sub-Programa será elaborado um relatório conclusivo, a ser encaminhado ao órgão ambiental.

#### – Descrição do Projeto

Este Projeto é proposto com vistas a reduzir as interferências diretas da implantação do empreendimento sobre a fauna. O mesmo é composto de procedimentos que vinculam diversas instituições e diferentes públicos-alvo. A operacionalização do mesmo consiste no acompanhamento das atividades de supressão e no manejo da fauna durante essas atividades de supressão.

#### – Atividades

Este Sub-Programa apresenta como atividades:

- Realizar convênios com instituições de pesquisa para recebimento de eventuais materiais biológicos
- Obter a Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Fauna
- Criar Infra-estrutura para recepção da fauna resgata (Centro de Triagem)
- Selecionar as Áreas de Soltura e Relocação
- Treinar funcionários envolvidos nas ações de supressão e salvamento
- Realizar acompanhamento da supressão de vegetação e salvamento de fauna
- Realizar triagem de espécies resgatadas
- Marcar espécimes relocados ativamente
- Destinar eventuais materiais biológicos para aproveitamento científico
- Elaborar relatório técnico das atividades desenvolvidas

#### – Cronograma Físico

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D, quando serão iniciadas as atividades de supressão vegetal, extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

O cronograma a seguir (**Tabela 9.1.2.1**) indica as atividades a serem desenvolvidas e suas respectivas sequências cronológicas, uma vez que a determinação dessas atividades está relacionada com o cronograma do empreendimento.

**TABELA 9.1.2.1**  
**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Realização de convênios com instituições de pesquisa												
Obtenção da Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Fauna												
Seleção das Áreas de Soltura												
Treinamento de Funcionários												
Acompanhamento da supressão e Salvamento de Fauna												
Triagem das Espécies Resgatadas												
Elaboração de relatórios												

– **Equipe Técnica**

Esse Sub-Programa deverá ser executado por uma equipe constituída por biólogos júnior e pleno (com experiência em manejo de fauna), um biólogo coordenador, e auxiliares de campo. Um médico veterinário também deve integrar a equipe.

– **Instituições Envolvidas**

Para este Sub-Programa estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com ações do projeto, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas.

– **Inter-relação com outros Programas**

Este Projeto apresenta interface com os seguintes projetos/programas:

- Projeto de Monitoramento e Acompanhamento de Aves
- Projeto de Monitoramento de Aves Migratórias
- Projeto de Monitoramento da Herpetofauna
- Projeto de Monitoramento da Mastofauna Terrestre
- Projeto de Levantamento, Relocação, Acompanhamento e controle de abrigos e agressões de Quirópteros
- Sub-Programa de Acompanhamento da Supressão da Vegetação e Resgate de Flora
- Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio)
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD

– **Requisitos Legais**

Para a execução deste Projeto são necessárias as autorizações de Captura, Coleta e Transporte de Fauna, bem como de Supressão da Vegetação.

## **b) Projeto de Monitoramento e Acompanhamento de Aves**

### **– Justificativa**

Durante a Instalação e Operação do empreendimento, serão suprimidos 1.377,40 hectares de Florestas Ombrófilas, causando impactos de alta magnitude sobre as comunidades de aves florestais, pois estes ambientes sustentam altos valores de riqueza, abundância e diversidade de aves. A supressão de vegetação irá causar a perda de habitats e mortalidade de aves nas áreas de supressão (ADA), bem como sobreposição de territórios em áreas da AID, para as quais se dispersarão populações de aves das áreas suprimidas.

Espécies florestais mais frágeis e com menor capacidade de dispersão natural, como as comunidades de aves terrestres e de sub-bosque, além daquelas endêmicas, raras e ameaçadas de extinção (que já apresentam baixas populações locais), poderão sofrer efeitos mais danosos, pois poderão sucumbir durante as supressões ou apresentar baixos índices de sobrevivência dos exemplares que conseguirem fugir para a AID. Tais espécies constituem, inclusive, excelentes indicadores de qualidade ambiental e de alterações paisagísticas, pois possuem maiores requerimentos ecológicos para a sobrevivência de suas populações, traduzindo, então, atributos ambientais relevantes à adoção em programas de conservação regional.

Sabe-se que durante as atividades de supressão vegetal, diversas árvores a serem abatidas poderão apresentar ninhos ativos, cujos filhotes poderão sucumbir durante a queda das árvores, reduzindo as taxas de natalidade e sobrevivência dessas espécies.

A supressão das florestas, contudo, não irá ocorrer de modo maciço e imediato, pois se procederá em frentes de supressão a serem estabelecidas durante diferentes períodos das Fases de Instalação e Operação, promovendo oportunidades de aplicação de estratégias de manejo de aves, visando minimizar os impactos negativos sobre suas populações.

Devido à implantação do empreendimento haverá um incremento na população humana da região, o que poderá induzir a ocorrência de coleta clandestina de filhotes, colocando em risco a sobrevivência das populações de aves corticícolas que apresentam naturalmente baixas taxas de natalidade e são extremamente específicas quanto seus habitats de nidificação (p.ex em troncos grossos de árvores altas).

Estudos de monitoramento têm demonstrado que, durante a supressão de vegetação, ao se isolar as árvores com ninhos ativos, as chances de sobrevivência das aves aumenta consideravelmente (Vale, 2007; 2008).

Por outro lado, projetos orientados para a relocação de ovos, ninhos ou filhotes para o interior de outros ninhos ativos de casais reprodutivos da mesma espécie, também têm sido adotados como estratégias de manejo para o salvamento dos exemplares. Neste caso, a “adoção” dos ovos, ninhos e filhotes pode ser exercida pelos “pais adotivos”, que acabam confundindo-os como sendo de sua prole natural, dedicando-lhes os mesmos cuidados e esforço parental que comumente fazem com seus próprios filhotes biológicos.

Por essas razões, a aplicação dessas as ações de manejo é indicada visando a conservação regional das aves corticícolas do projeto Ferro Carajás S11-D, buscando-se contribuir com a redução da mortalidade dessas populações. Justifica-se então, a implantação de um “Projeto de Monitoramento e Acompanhamento de Aves”, destinado a acompanhar e relocar exemplares de aves que apresentarem-se desnorteados ou com dificuldades de locomoção, para contribuir na redução das mortalidades de aves na ADA, ao longo das atividades de supressão, bem como monitorar a sobrevivência dos exemplares nas áreas da AID, para as quais se dispersarem ou forem relocados.

#### – **Objetivos**

Monitorar quali-quantitativamente exemplares de aves relocadas e marcadas das áreas de supressão, avaliar a riqueza, abundância, diversidade, dispersão e distribuição de tais comunidades de aves, com ênfase para espécies com maior valor de conservação e analisar sua sobrevivência, longevidade e perpetuação.

Acompanhamento e manejo, visando minimizar índices de mortalidade e de coleta clandestina durante a supressão vegetal. Além desses, objetiva-se a interface com os programas de educação ambiental, de modo a conscientizar os funcionários e trabalhadores das obras do Projeto Ferro Carajás S11D da importância de conservar as aves corticícolas.

#### – **Metas**

Monitorar os índices de mortalidade de aves em áreas suprimidas (ADA), buscar o entendimento de padrões de dispersão, sobrevivência, longevidade e estabelecimento de novos territórios dos exemplares afugentados e relocados nas florestas da AID. O desempenho poderá ser acompanhado pela produção de Relatórios de Atividades Mensais e Relatórios Finais. Caso seja necessário, poderão ser feitas adaptações e modificações de procedimentos aplicados em cada Fase posterior, diante dos resultados obtidos na Fase anterior. Esta estratégia será de grande relevância para o acompanhamento dos objetivos propostos, dificuldades encontradas, soluções viáveis e dinâmicas inerentes. O Relatório Final deverá consolidar todos os resultados obtidos nas Fases anteriores.

#### – **Indicadores Ambientais**

Sobrevivência das aves nas áreas adjacentes, riqueza, abundância, longevidade.

Sobrevivência das aves corticícolas e ocorrência de árvores com cavidades para nidificação.

#### – **Público-Alvo**

Vale, ICMBIO, IBAMA, Pesquisadores, Instituições de pesquisa.

#### – **Metodologia**

Este Projeto deverá ser executado de modo a possibilitar o acompanhamento e a análise da dinâmica de diferentes eventos a serem monitorados (supressão, dispersão, colonização, sobrevivência e perpetuação de comunidades de aves).



A 1ª Fase deverá ser executada durante um ciclo sazonal completo, a partir da Licença Prévia (LP), pois será simbolizada como o marco zero dos estudos, e irá promover: a análise das áreas florestais da ADA e AID em condições naturais, ou seja, sem sofrerem nenhum tipo de alteração consequente do empreendimento; e subsidiar a escolha e definição de áreas florestais para a relocação de exemplares adultos de aves manejados da ADA durante a supressão.

Áreas ao longo de todos os trajetos rodo-ferroviários e hidroviários existentes, em implantação ou a implantar resultantes do empreendimento, deverão ser incluídos nas áreas de amostragem, onde se deve realizar levantamentos sistemáticos e sazonais.

Todas as áreas deverão ser georreferenciadas e plotadas em um mapa de vegetação. As distâncias entre as áreas amostradas deverão ser anotadas, possibilitando as investigações de dispersão e de povoamento das populações, em diferentes localizações geográficas.

Em cada área de amostragem deverão ser aplicados dois métodos concomitantes de investigação, por diferentes equipes, para efetuação simultânea dos trabalhos: pontos de contagem, para realização de censos visuais e auditivos das aves; e captura-anilhamento, para realização de marcação individual de exemplares de aves.

Todas as árvores com cavidades, porventura observadas durante os trabalhos, deverão ser georreferenciadas (coordenadas UTM) e marcadas com placa metálica com identificação, pois são indicadoras da ocorrência de ninhos de aves corticícolas.

#### *Aves corticícolas*

Antes das ações de supressão e durante a estação reprodutiva da avifauna (Agosto a Janeiro) deverão ser feitos trabalhos de campo na ADA, bem como na AID visando à procura por ninhos ativos. As árvores com cavidades deverão ser vistoriadas, e caso forem encontrados ninhos com ovos, ninhegos ou filhotes, as mesmas deverão ser mapeadas. A árvore com ninhos ativos será marcada com placa metálica devidamente identificada, georreferenciada (coordenadas UTM) e cadastrada por espécie [p.ex.: ninho 01 (um) de arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*) com dois filhotes]. A equipe deve manter contato direto com a equipe de acompanhamento da supressão e manejo de fauna.

Procedimentos e coletas sistemáticas de dados deverão ser igualmente aplicados, coletando-se a biometria das árvores, dos ninhos, dos ovos, dos filhotes, bem como a pesagem de ovos e filhotes, o anilhamento de filhotes, a documentação fotográfica e a filmagem digital.

O monitoramento dos ninhos relocados, e aqueles dos quais a supressão desviou na ADA, deverão ser realizados até a saída dos filhotes do ninho para a investigação e o acompanhamento da sobrevivência dos filhotes. Os resultados a serem obtidos poderão avaliar a eficiência das ações de manejo aplicadas, bem como sugerir novas abordagens a serem adotadas para as etapas subsequentes de supressão do presente projeto. Os ninhos, ovos, ninhegos e filhotes que foram manejados deverão ser monitorados durante até retirada do filhote do ninho.

Visando reduzir ao máximo a coleta clandestina de filhotes e adultos deverão ser desenvolvidas ações de educação ambiental com os funcionários e trabalhadores das obras do Projeto Ferro Carajás S11D no âmbito de projetos específicos.

### – Atividades

O projeto irá monitorar quali-quantitativamente as aves dos ambientes naturais localizados na ADA e AID do empreendimento. Além disso abrange a procura por ninhos ativos na ADA e AID, mediante vistoria de árvores com cavidades; investigação de ninhos com ovos, ninhegos ou filhotes; mapeamento, pesquisa (tomada de dados biométricos), manejo e monitoramento de ninhos com ovos, ninhegos ou filhotes de aves corticícolas, durante as fases de Instalação e Operação.

### – Descrição

O projeto, por meio de suas atividades específicas, contribuirá para aumentar o conhecimento sobre as espécies de aves na região e para conservação daquelas ameaçadas, endêmicas e raras. dos efeitos da relocação da avifauna. O Projeto também contribuirá para a redução da mortalidade de ninhegos e/ou filhotes de aves cortícola da ADA, permitindo manejar e acompanhar ninhos das áreas de supressão. Para tal, será feita a procura por ninhos ativos na ADA e AID, mediante vistoria de árvores com cavidades. Caso forem encontrados ninhos com ovos, ninhegos ou filhotes, os mesmos serão mapeadas, pesquisados (tomada de dados biométricos), manejados e monitorados, durante as fases de Instalação e Operação.

### – Cronograma Físico

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D, quando serão iniciadas as atividades de supressão vegetal, extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação, e deverá ser realizado considerando três etapas:

- Primeira Etapa (Pré-supressão): Deverá ser realizada antes de cada supressão do empreendimento. A duração de cada campanha para procura dos ninhos ativos será correspondente ao período anterior à supressão vegetal da área afetada.
- Segunda Etapa (Durante a Supressão): O cronograma de atividades e o número de dias e meses em campo serão estabelecidos de acordo com o cronograma de supressão previsto para o empreendimento.
- Terceira Etapa (Pós-Supressão): Deverá ser realizada enquanto os ninhos estiverem ativos.

O número de ocorrências dessas etapas (Pré-supressão, Durante a Supressão e Pós-Supressão) na Instalação e Operação do empreendimento, contudo, somente poderá ser estabelecida de modo definitivo, após a disponibilização do cronograma de supressão da vegetação do empreendimento.

Este Sub-Programa deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D, quando serão iniciadas as atividades de supressão vegetal, extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

Ações de supressão serão procedidas em frentes de trabalho tanto durante a Instalação, quanto na Operação. A 1ª Fase deverá ser executada durante um ciclo sazonal completo, antes do início da implantação das obras, pois será o marco zero dos estudos. As demais Fases apresentarão três etapas distintas por Fase: Pré-Supressão, Durante Supressão e Pós-Supressão (**Tabela 9.1.2.2**).

**TABELA 9.1.2.2**  
**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades 1ª Fase	Meses													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F
Marco Zero														
Solicitação de licenças IBAMA e ICMBio	■													
Solicitação de licença e anilhas CEMAVE	■	■												
Campanhas		■			■			■			■			
Relatório de Atividades			■			■		■				■		
Relatório Final														■

– **Equipe Técnica**

O Projeto deverá ser executado por no mínimo duas equipes de Biólogos com experiência em avifauna, de estagiários e mateiros, sendo uma destinada ao monitoramento quali-quantitativo das espécies e outra dedicada ao manejo e monitoramento de ninhos de espécies corticícolas.

– **Instituições Envolvidas**

Para este Projeto estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com as ações do mesmo, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas. Neste Projeto em especial, também o CEMAVE – Centro de Pesquisas para a Conservação das Aves Silvestres.

– **Inter-relação com Outros Programas**

Este Projeto é diretamente relacionado ao Projeto de Acompanhamento da Supressão e Manejo de Fauna, Projeto de Monitoramento de Aves Migratórias e Projeto de Conservação da Arara-azul, e deverá interagir com os demais projetos componentes do Programa de Conservação e Biodiversidade Faunística de Carajás, bem como com o Sub-Programa de Acompanhamento da Supressão Vegetal e Resgate da Flora.

– **Requisitos Legais**

Como a ADA insere-se dentro da FLONA Carajás, deverá ser previamente solicitada licença de pesquisa ao ICMBio, gestor desta Unidade de Conservação. Deverá ser também solicitada licença de transporte e coleta de fauna silvestre ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), bem como licença de anilhamento e envio de anilhas metálicas ao CEMAVE – Centro de Pesquisas para a Conservação das Aves Silvestres (com sede em Cabedelo, PB).

### **c) Projeto de Monitoramento das Aves Migratórias**

#### **– Justificativa**

Com a implantação do Projeto Ferro Carajás S11D as comunidades de aves migratórias que utilizam as áreas de Savana-Estépica dos Blocos A, B, C e D para a nidificação, obtenção de recursos alimentares, pouso de rotas migratórias e outros eventos importantes para suas sobrevivências, poderão ser afetadas.

Espera-se, contudo, que as populações de aves migratórias se dispersem também entre as diferentes serras onde ocorrem as formações de Savana-Estépica na região de Serra Sul. Neste sentido, o presente projeto justifica-se para a investigação da real ocorrência desta dinâmica de dispersão das aves, entre as serras da região em estudo.

Os resultados obtidos pelo monitoramento dos eventos de dispersão e colonização das populações de aves migratórias, ainda, fornecerão subsídios para a adoção de medidas de manejo, consideradas necessárias à conservação das comunidades de aves migratórias deste sistema savânico.

#### **– Objetivos**

Monitorar quali-quantitativamente e geograficamente comunidades de aves migratórias do Corpo S11 e das outras serras de Serra Sul, visando analisar os eventos de dispersão, colonização e flutuações sazonais das populações, co-relacionadas direta ou indiretamente à supressão das áreas de Savana-Estépica do Bloco D.

#### **– Metas**

Entendimento de padrões de dispersão, sobrevivência e longevidade de aves migratórias nas Savanas-Estépicas nos Blocos A, B, C e D do Corpo S11, bem como em outras Serras da Serra Sul. O desempenho poderá ser acompanhado por Relatórios de Atividades Mensais e Relatórios Finais. Se necessário, serão feitas adaptações e modificações de procedimentos em cada Fase posterior, diante dos resultados obtidos na anterior. Esta estratégia será de grande relevância para o acompanhamento do alcance de objetivos, dificuldades encontradas, soluções viáveis e dinâmicas. O Relatório Final consolidará todos os resultados obtidos.

#### **– Indicadores Ambientais**

Alterações na riqueza, diversidade e composição de espécies de aves migratórias, índices de abundância das espécies por área e por hábitat.

#### **– Metodologia**

Este Projeto deverá apresentar diferentes fases de execução. A primeira fase deverá ser executada antes do início das atividades de implantação de modo a verificar as flutuações naturais das populações migratórias em condições naturais, ou seja, sem que a área tenha sofrido algum tipo de alteração.

Como padrões a serem analisados indicam-se: (1) padrões atrativos à colonização de aves migratórias segundo a oferta de recursos alimentares em diferentes estações (chuvosa e de estiagem); (2) padrões sazonais e dispersivos naturais às comunidades migratórias neste sistema heterogêneo.

Como metodologia, o presente monitoramento deverá realizar o estudo quali-quantitativo (por pontos de contagem e captura-anilhamento-recaptura) nos Blocos A, B, C e D do Corpo S11 e nas Serras do Tarzan e Serra Norte N1, entre outras Serras a serem escolhidas. As áreas de amostragem serão os ambientes estudados no diagnóstico, quais sejam: Campo Brejoso, Campo Rupestre, Capão de Mata e Matas de Transição. Áreas ao longo de todos os trajetos rodoviários e hidroviários existentes, em implantação ou a implantar resultantes do empreendimento, deverão ser incluídos nas áreas de amostragem, onde se deve realizar levantamentos sistemáticos e sazonais.

Todas as áreas deverão ser georreferenciadas e plotadas em um mapa de vegetação. As distâncias entre as áreas amostradas deverão ser anotadas, possibilitando as investigações de dispersão e de povoamento das populações de aves, em diferentes localizações geográficas.

Na primeira fase, em todas as áreas amostradas deverá ser aplicada a captura-anilhamento, de modo a promover a marcação do maior número possível de exemplares de aves, os quais deverão ser soltos no próprio local de captura, após o anilhamento.

Ainda nesta primeira fase, deverá ser avaliada a pertinência do uso de metodologia de radiotelemetria, além do anilhamento, para o monitoramento de exemplares de algumas espécies migratórias de alto valor conservacionista (endêmicas, raras e ameaçadas). Deverá ser avaliada a pertinência e possibilidade de sucesso da utilização dessa metodologia no sentido de subsidiar análises de dispersão em longa distância entre diferentes serras na região de Serra Sul.

Nas demais fases (Pós-supressão, Instalação e Operação) deverá ser aplicado o estudo quali-quantitativo, avaliando-se os padrões de dispersão, atração e colonização, além da análise comparativa das flutuações populacionais das espécies migratórias.

Se necessário, deverão ser feitas adaptações de procedimentos em cada fase posterior, diante dos resultados obtidos na fase anterior. Esta estratégia será de grande relevância para identificar as dificuldades encontradas, propor soluções viáveis e dinâmicas e alcançar os objetivos propostos.

#### – **Descrição do Projeto**

O projeto irá realizar a captura-anilhamento de exemplares de aves, para monitoramento de padrões de dispersão local e regional. O projeto irá avaliar, principalmente, padrões característicos às espécies migratórias, para subsidiar análises de dispersão em longa distância.

#### – **Atividades**

Analisar os eventos de colonização e flutuações sazonais das populações de aves migratórias diante da supressão do corpo D. Analisar os padrões de dispersão, sobrevivência e longevidade de aves migratórias nas áreas de Savana Estépica da região de Serra Sul. Obter subsídios para a adoção de medidas de manejo e conservação das espécies migrantes de Serra Sul.

– **Público-Alvo**

ICMBio, IBAMA, pesquisadores, instituições de pesquisa.

– **Cronograma Físico**

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

Este Projeto deverá ser executado em cinco fases, sendo a primeira a ocorrer antes da supressão vegetal, enquanto as demais fases seguirão as etapas do empreendimento (Implantação Instalação e Operação). O detalhamento das campanhas e a duração das fases deverão ser realizados na fase executiva, estando de acordo com o cronograma de supressão e implantação do empreendimento (**Tabela 9.1.2.3**).

**TABELA 9.1.2.3**

**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades por Fase	Meses																								
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
Solicitação de licenças IBAMA e ICMBio																									
Solicitação de licença e anilhas CEMAVE																									
Campanhas :																									
Relatórios de Atividades																									
Relatórios Finais																									

– **Equipe Técnica**

O Projeto deverá ser executado por Biólogos com experiência em avifauna, com o apoio de estagiários e mateiros.

– **Instituições Envolvidas**

Para este Projeto estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com ações do mesmo, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas. Neste Projeto em especial, também o CEMAVE – Centro de Pesquisas para a Conservação das Aves Silvestres.

### – Inter-relação com Outros Programas

Este Projeto deverá interagir com os demais projetos componentes do Programa de Conservação e Biodiversidade Faunística de Carajás, bem como com o Sub-Programa de Acompanhamento da Supressão Vegetal e Resgate de Flora e tem relação direta com os Projetos da avifauna: Projeto de Monitoramento e Acompanhamento de Aves e Projeto de Conservação da Arara-azul em Carajás.

### – Requisitos Legais

Como a área a ser diretamente afetada insere-se dentro da FLONA Carajás, deverá ser previamente solicitada licença de pesquisa ao ICMBio, gestor desta Unidade de Conservação. Deverá ser também solicitada licença de transporte e coleta de fauna silvestre ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), bem como licença de anilhamento e envio de anilhas metálicas pelo CEMAVE – Centro de Pesquisas para a Conservação das Aves Silvestres (com sede em João Pessoa, PB).

### d) Projeto de Conservação da Arara-azul em Carajás

O Projeto de Conservação de Araras-azuis na região de Carajás foi elaborado pelo Instituto Arara Azul e já se encontra ativo desde 2008. São monitorados ninhos de Araras-azuis, e realizadas ações de educação ambiental. Este projeto é apresentado a seguir:

### – Justificativa

*Anodorhynchus hyacinthinus* (Arara-azul-grande) se destaca pela sua beleza e por ser o maior psitacídeo existente. Atualmente a espécie é considerada vulnerável (BirdLife International, 2009) sendo o número total de indivíduos em vida livre no Brasil está estimado em 6.500, distribuídos em três regiões: no Pará (leste da região amazônica e oeste de Altamira), no nordeste do país (região entre Tocantins, Piauí, Maranhão e Bahia) e no Pantanal Mato-grossense, onde se encontra a maioria dos indivíduos (Guedes *et al.*, 2008). Entre as três áreas de ocorrência, é somente no Pantanal que há um programa de monitoramento da espécie a longo prazo (Projeto Arara azul). Assim, quase tudo o que se sabe sobre a biologia da espécie foi estudado nessa região (Guedes, 2004). O Projeto Arara-azul é um projeto de biologia, manejo e conservação da arara azul, cujo principal objetivo é a manutenção de uma população viável em seu ambiente natural, sem riscos de extinção a médio e longo prazo (Guedes, 2002). Entretanto, não somente a arara azul vem se beneficiando com a atuação dos pesquisadores, mas sim toda a fauna da região, incluindo várias espécies ameaçadas de extinção, uma vez que há prioridade em conservar o ecossistema como um todo. Assim, para conservar as araras azuis há necessidade de manter o ambiente em que esta vive e, portanto, todas as demais espécies também são beneficiadas.

Como as três regiões de ocorrência conhecidas não se sobrepõem, os três grupos devem ser alopátridos (isolamento geográfico de populações da mesma espécie). Além disso, essas três regiões são fisionomicamente distintas e, como a espécie possui dieta e preferência do local de nidificação altamente especializado, há diferenças nesses dois hábitos de acordo com a região. Dados de genética também têm mostrado diferenças na composição de diferentes grupos (Presti, 2006). Com isso, é de extrema importância estudar as araras-azuis nas diferentes áreas de ocorrência.

Um dos locais de ocorrência da espécie no estado do Pará é Carajás. Nestas áreas também se encontram grandes reservas de minérios que são de grande relevância para a economia brasileira. Isso implica em geração de empregos levando a melhoria das condições de vida em um contexto humano. Buscando aliar as atividades econômicas e sociais com equilíbrio ambiental é necessário o desenvolvimento de projetos de conservação. Dentro deste cenário estão as araras-azuis que precisam ser conservadas.

Campanhas com objetivo de coletar o maior número de informações relevantes foram realizadas em 2008 e 2009. Foi possível identificar locais de preferência pelas araras na época de reprodução e fora dela, além de coletar informações sobre itens alimentares e preferência de árvore para nidificação (Presti *et al.*, 2009). Trabalhos mais detalhados são necessários para comprovar as observações obtidas, assim como entender qual é o papel do mosaico de Florestas de Carajás para essa população.

#### – **Objetivos**

Promover a conservação da espécie arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*) na natureza a médio e longo prazos, e difundir, junto ao público em geral, a importância da conservação da biodiversidade do Pará.

#### – **Metas**

- Entender o papel do mosaico de Carajás para a população de arara-azul residente.
- Monitorar os filhotes e ninhos.
- Percorrer novas áreas em busca de maiores informações sobre a localização e ocorrência das araras-azuis.
- Coletar dados sobre itens alimentares e locais de nidificação.
- Realizar treinamento de pessoas para o monitoramento.
- Envolver a comunidade (funcionários e população local) para conservação da espécie.

#### – **Indicadores Ambientais**

Alterações na abundância e taxa de natalidade e sobrevivência de araras-azuis, assim como alterações no comportamento da comunidade em relação à coleta de filhotes de araras-azuis.

#### – **Público-alvo**

IBAMA, outros órgãos licenciadores, pesquisadores, professores, comunidade da região e Vale.

#### – **Metodologia**

Os ninhos são procurados por meio de deslocamentos em estrada ou trilhas, mas principalmente por meio de entrevista com a população local onde é possível obter informações mais precisas de localidades dos ninhos. Todos os dados de avistamentos e ninhos são anotados em planilha e todas as posições geográficas foram determinadas por GPS.



### *Distribuição dos ninhos e avistamentos*

Para verificar o tipo de distribuição dos ninhos e avistamentos é feita uma amostragem da área criando quadrantes de 28,80 km<sup>2</sup> para os dados de ninhos e 30,42 Km<sup>2</sup> para avistamentos e é calculada a média e a variância da frequência por quadrante. O coeficiente de dispersão que é dado por:  $CD = s^2/X$ , onde  $s^2$  é a variância e  $X$  é a média. Segundo Odum (1988) quando a variância é igual à média, a distribuição é aleatória, se a variância é significativamente maior que a média, a distribuição é agrupada e se a variância é menor que a média, a distribuição é uniforme. Também é calculada a densidade de araras-azuis e ninhos por quilometro quadrado.

### *Técnica de alpinismo para acessar potenciais ninhos*

Durante o período reprodutivo, quando encontrados ocos com sinais de ocupação de arara-azul (borda do oco com sinais de bicadas, penas, fezes, restos de cocos, adultos vocalizando, informações de terceiros), estes são acessados quando possível. Para chegar até a entrada dos potenciais ninhos é utilizada a técnica de alpinismo com auxílio de estilingue, chumbada, linhas de nylon, corda fina, cordas de alpinismo, fitas de ancoragem, cadeirinhas, colete, mosquetões, oito e ascensores. Inicialmente se atira um chumbinho com uma linha de nylon e nela se amarra a corda fina que vai guiar a corda de alpinismo. Esta corda é presa em uma fita de ancoragem amarrada na própria árvore ou em árvores ao lado. Vestindo o colete e a cadeirinha presos pelos mosquetões à corda, sobe-se até a altura da entrada do ninho utilizando os ascensores. Para descer, é utilizada a técnica de descida pelo oito. São feitos registros com fotos e gravações de imagens de todos os potenciais ninhos encontrados e também é medido o DAP (diâmetro da árvore na altura do peito), estimada a altura total da árvore, número de ocos, altura do ninho, largura, comprimento, profundidade lateral, profundidade vertical para baixo e cima da abertura do oco (Guedes e Seixas, 2002). Os restos de cocos encontrados embaixo dos ninhos foram coletados.

Quando é possível capturar o filhote, é realizada a biometria de tarso metatarso e bico. Aproximadamente 0,1 ml de sangue da veia braquial da asa de cada ave é coletado com seringa descartável para análises genéticas. As amostras de sangue são estocadas no Laboratório de Genética e Evolução Molecular de Aves do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo em álcool absoluto a -20oC. Sempre que possível os filhotes são anilhados. Em seguida o filhote é colocado de volta em segurança no ninho.

### **– Descrição do Projeto**

O projeto de conservação de araras-azuis consiste no monitoramento de ninhos da espécie e coleta de material biológico para depósito no Laboratório de Genética Molecular de Aves da Universidade de São Paulo para a realização de estudos genéticos. O projeto busca aumentar o conhecimento sobre ecologia da espécie para embasar ações conservacionistas da espécie. São desenvolvidos trabalhos de educação ambiental voltados à necessidade de conservação da arara-azul.

– **Atividades**

São realizadas campanhas na região da Flona Itapirapé-Aquiri percorrendo a região de influência do empreendimento e rio Itacaiúnas e na região de entorno da Flona Carajás (Mozartinópolis) para verificar os ninhos já identificados e buscar novas áreas. São realizados registros fotográficos de todos os ninhos. Busca-se localizar e cadastrar os ninhos de araras-azuis para monitoramento de ninhos e filhotes. Por meio da aquisição de informações e registro fotográfico da espécie, são elaboradas atividades de educação ambiental voltadas à população local.

– **Cronograma Físico**

A seguir é apresentado o cronograma de atividades a serem realizadas nos próximos dois anos (Tabela 9.1.2.4).

**TABELA 9.1.2.4**  
**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES DO PROJETO DE**  
**CONSERVAÇÃO DA ARARA-AZUL EM CARAJÁS**

ATIVIDADES	Ano 1						Ano 2					
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Selecionar estagiário												
Campanha na região da Flona Itapirapé-Aquiri percorrendo a região de influência do empreendimento e rio Itacaiúnas												
Campanha na região de entorno da Flona Carajás (Mozartinópolis) para verificar os ninhos já identificados e buscar novas áreas												
Percorrer novas áreas												
Registro Fotográfico												
Localizar e cadastrar os ninhos de araras-azuis.												
Monitoramento dos ninhos e filhotes												
Coletar restos de cocos embaixo dos ninhos e observar e identificar ocorrência de espécies de palmeiras.												
Palestra nas escolas												
Treinamento de pessoas para trabalho de campo												
Localizar e cadastrar a população de araras-azuis fora da época reprodutiva.												
Localização de locais de alimentação.												
Divulgar a conservação das araras-azuis.												
Relatórios												

– **Equipe Técnica**

O Projeto deve ser efetuado por no mínimo três biólogos (um sênior, um pleno e um júnior) com experiência em avifauna, tendo um deles capacitação no uso de rapel e arborismo. A equipe necessita do apoio de um auxiliar de campo.

– **Instituições Envolvidas**

ICMBio, IBAMA, CEMAVE, Vale, Instituto Arara-Azul.

– **Inter-relação com outros Programas**

Este Projeto deverá interagir com os demais projetos componentes do Programa de Conservação e Biodiversidade Faunística de Carajás, bem como com o Sub-Programa de Acompanhamento da Supressão Vegetal e Resgate de Flora e tem relação direta com os projetos relacionados à avifauna.

– **Requisitos Legais**

Deverá ser previamente solicitada licença de pesquisa ao ICMBio, gestor desta Unidade de Conservação para ações dentro da FLONA de Carajás. Deverá ser também solicitada licença de transporte e coleta de fauna silvestre ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), bem como licença de anilhamento e envio de anilhas metálicas ao CEMAVE – Centro de Pesquisas para a Conservação das Aves Silvestres (com sede em João Pessoa, PB).

**e) Projeto de Monitoramento da Herpetofauna**

– **Justificativa**

A perda e a fragmentação dos habitats decorrentes da supressão ou alteração da cobertura vegetal podem afetar drasticamente a estrutura e dinâmica de populações bem como a composição, riqueza e diversidade das comunidades animais. Outras perturbações inerentes a grandes projetos de mineração incluem a instalação de vias de acesso, como ramais rodoviários e ferroviários, aumento do contingente de pessoal, emissão de ruídos e alterações da estrutura físico-química do solo e dos sistemas aquáticos. Estas alterações afetam o comportamento e a disponibilidade de recursos para as espécies da fauna, como abrigo, sítios de reprodução ou alimento. A análise de como as comunidades de anfíbios e répteis respondem aos processos decorrentes da supressão da vegetação, do estabelecimento de vias de acesso e da reposição da vegetação, é necessária para subsidiar as ações de gestão da mineração com respeito à conservação herpetofauna local.

– **Objetivos**

- Avaliar alterações das comunidades de anfíbios e répteis que possam estar relacionadas com o Projeto Ferro Carajás S11D;
- Monitorar a sobrevivência da herpetofauna relocada ativamente para as áreas adjacentes às áreas suprimidas.

- Propor ações de conservação e manejo que mantenham estáveis ou aumentem a qualidade ambiental, permitindo dessa forma a manutenção da herpetofauna em longo prazo.
- Ampliar o conhecimento sobre as espécies da herpetofauna que ocorrem na região.

– **Metas**

Etapa I

Gerar informações sobre como as comunidades de anfíbios e répteis respondem ao processo de supressão da vegetação e de mineração;

Avaliar e monitorar o impacto da instalação e uso das vias de acesso relativas às diferentes etapas e atividades da mineração, indicando medidas mitigadoras destes impactos.

Etapa II

Gerar informações sobre o processo de colonização por anfíbios e répteis das áreas em processo de reabilitação, como forma de subsidiar a indicação do grau de restauração destas áreas e sua relevância para a conservação da herpetofauna local.

– **Indicadores Ambientais**

Alterações na riqueza, diversidade e composição de espécies por grupo taxonômico, índices de abundância das espécies de anfíbios e répteis por área e por hábitat.

– **Público-alvo**

Gestores ambientais de Projetos de Mineração, órgãos licenciadores, pesquisadores, professores, trabalhadores e sociedade em geral.

– **Metodologia**

Etapa I

Estabelecimento de locais de monitoramento em diferentes distâncias das áreas de supressão da vegetação e das vias de acessos, amostrando gradientes entre áreas extremamente afetadas até áreas supostamente não impactadas, para amostragens de anfíbios e répteis, a fim de determinar a riqueza, diversidade e composição de espécies por grupo taxonômico, bem como índices de abundância das espécies.

Áreas ao longo de todos os trajetos rodo-ferroviários e hidroviários existentes, em implantação ou a implantar resultantes do empreendimento, deverão ser incluídos nas áreas de amostragem, onde se deve realizar levantamentos sistemáticos e sazonais.

Todas as áreas deverão ser georreferenciadas e plotadas em um mapa de vegetação. As distâncias entre as áreas amostradas deverão ser anotadas, possibilitando as investigações de dispersão e de povoamento das populações, em diferentes localizações geográficas.

O monitoramento será feito utilizando métodos de procura ativa limitada por tempo (PLT), pelo método de armadilhas de interceptação e queda (AIQ) e funil (AF). O PLT será empregado em transecções estabelecidas em cada local de monitoramento por dois herpetólogos por um período mínimo de duas horas por local por período (diurno e noturno). As armadilhas serão instaladas em no mínimo quatro locais, dois em áreas controle e dois em áreas adjacentes à ADA. Cada armadilha será formada por uma cerca guia de 100m, com baldes de 60 L ou funis de (0.5m de diâmetro por 1 m comprimento) intercalados a cada 10 m. Em cada linha de armadilha, para a identificação das direções dos deslocamentos dos animais, os baldes e funis serão colocados em ambos os lados da cerca guia, indicando o sentido do deslocamento do animal.

Os animais capturados serão mensurados, pesados e marcados. Alguns indivíduos terão amostras de tecidos coletadas ou serão mesmo coletados, com a finalidade de subsidiar estudos complementares ou um maior entendimento sobre a estrutura das populações, deslocamentos e condições de saúde (usando indicadores como a relação tamanho/peso).

No caso do monitoramento ao longo do ano nas rodovias, qualquer exemplar avistado próximo às pistas, atravessando-as ou atropelados, será identificado e o local georreferenciado, permitindo identificar padrões de distribuição espacial e temporal e de intensidade de travessias/atropelamentos de cada espécie ou grupo taxonômico. Isso poderá ser relacionado às características da paisagem do entorno das estradas, que deve ser previamente examinada.

Os animais encontrados mortos devem ser aproveitados para coleta de dados biológicos (morfologia, anatomia, DNA, conteúdo estomacal/intestinal, desenvolvimento gonadal, etc.) e depositados em coleções científicas, constituindo importante testemunho da fauna da região. Os exemplares atropelados que ainda estiverem vivos devem ser encaminhados aos responsáveis da Flona (ICMBio) ou IBAMA.

Funcionários da Vale e subcontratados deverão ser incentivados a informar a visualização de fauna atropelada, assim como o público-alvo do Programa de Educação Ambiental.

## Etapa II

Estabelecimento de locais de monitoramento em diferentes áreas em processo de reabilitação e em áreas de vegetação nativa. Amostragens de anfíbios e répteis, a fim de determinar a riqueza, diversidade e composição de espécies por grupo taxonômico, bem como índices de abundância das espécies. O monitoramento será feito utilizando métodos de procura ativa limitada por tempo (PLT), pelo método de armadilhas de interceptação e queda (AIQ) e funil (AF), conforme descrito na Etapa I. Os animais capturados serão mensurados, pesados, marcados e soltos nos mesmos locais de captura.

### – Descrição do Projeto

Este Projeto consiste na obtenção de dados sobre anfíbios e répteis a fim de determinar a riqueza, diversidade e composição de espécies por grupo taxonômico, bem como índices de abundância das espécies na área de influência do Projeto Ferro Carajás S11D. Trata de identificar possíveis mudanças em áreas no entorno da supressão da vegetação, das áreas em processo de reabilitação no entorno das estradas em função do efeito de borda, da formação de barreiras entre indivíduos das populações e da redução da disponibilidade de habitats. As informações geradas neste Projeto poderão contribuir para subsidiar decisões na gestão do projeto, particularmente no que se refere à mitigação dos impactos do empreendimento sobre a herpetofauna.

### – Atividades

Estabelecimento de sistema de transecções em diferentes distâncias das áreas de supressão da vegetação e das vias de acesso; instalação de armadilhas de interceptação e queda e/ou funil; amostragens de anfíbios e répteis por procura ativa; amostragens de anfíbios e répteis e por armadilhas; vistoria diária das armadilhas e estradas (animais atravessando ou atropelados); tratamento e encaminhamento de amostras de material biológico coletado (inclusive de animais atropelados); classificação e mapeamento das paisagens e características ambientais; análises das informações obtidas no campo; elaboração de relatórios conclusivos sobre os estudos desenvolvidos no Projeto.

### – Cronograma Físico

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação. e será executado em duas etapas, descritas a seguir:

#### Etapa I

A execução do Projeto deve ter início na fase de instalação do projeto, antes da supressão da vegetação e operação das vias de acesso, e ter continuidade por no mínimo três anos após a supressão. Após este período devem ser avaliadas a continuidade e a frequência das atividades de monitoramento. Deverão ser encaminhados relatórios anuais apresentando os resultados do Projeto e indicativos de ações de conservação e mitigação dos impactos sobre a herpetofauna.

#### Etapa II

A execução do Projeto deve ter início dois anos após a reabilitação das áreas e incluir novas áreas conforme o cronograma de reabilitação (**Tabela 9.1.2.5**). Deverão ser encaminhados relatórios anuais apresentando os resultados do Projeto e indicativos de ações de conservação da herpetofauna e para o aprimoramento das técnicas de reabilitação.

**TABELA 9.1.2.5**  
**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

<b>ATIVIDADES / MÊS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Planejamento do projeto												
Instalação das transecções e armadilhas												
Amostragens												
Análise dos resultados e elaboração de relatórios parciais												
Relatório final												

– **Equipe Técnica**

A equipe técnica do Projeto de Monitoramento da Herpetofauna deverá ser constituída de, no mínimo, dois biólogos da categoria sênior e dois biólogos da categoria júnior, familiarizados com a herpetofauna e ambientes amazônicos, bem como com os métodos indicados. Estes deverão ser apoiados por dois assistentes e dois mateiros.

– **Instituições Envolvidas**

Para este Projeto estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir ações do mesmo, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas.

– **Inter-relação com outros Programas**

Este Projeto tem relação com o Programa de Conservação da Biodiversidade Faunística de Carajás e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, e é diretamente relacionado ao Sub-Projeto de Acompanhamento da Supressão e Manejo da Fauna.

– **Requisitos Legais**

Obtenção de licenças de pesquisa e Coleta – IBAMA e ICMBIO.

**f) Projeto de Monitoramento da Mastofauna Terrestre**

– **Justificativa**

A implementação de um monitoramento da mastofauna, assim como de outros grupos faunísticos é uma forma de acompanhamento e verificação das alterações na sua composição, em decorrência das modificações introduzidas na área, subsidiando assim a tomada decisões para controle dos impactos.

O monitoramento agrega, também, uma importante contrapartida na forma da pesquisa de dados básicos sobre as comunidades estudadas, que leva ao conhecimento ou ao aprofundamento dos conhecimentos sobre taxonomia e processos naturais, como a dinâmica das populações, as relações ecológicas, a sucessão, etc.

– **Objetivo**

O objetivo básico é o conhecimento mais aprofundado sobre a mastofauna na área de estudo e o acompanhamento das comunidades de mamíferos ali ocorrentes, além de acompanhar a sobrevivência da mastofauna não voadora relocada para áreas adjacentes à supressão.

– **Metas**

Acompanhar periodicamente a evolução da qualidade ambiental das áreas afetadas

Avaliar periodicamente a necessidade de adoção de medidas complementares e alternativas de controle.

– **Indicadores Ambientais**

Alterações na riqueza, diversidade e composição de espécies por grupo taxonômico, índices de abundância das espécies de pequenos mamíferos não voadores e mamíferos terrestres de médio e grande porte por área e por hábitat.

– **Metodologia**

O Projeto de Monitoramento da Mastofauna Terrestre deve se basear em técnicas consolidadas de diagnóstico dos grupos a serem estudados (pequenos mamíferos não voadores e mamíferos de médio e grande porte).

As áreas de amostragem deverão considerar a AID em suas porções Afetada, Adjacente e Controle, sendo as primeiras localizadas no Bloco D e as demais nos outros blocos do corpo S11. Além disso, deverá também considerar áreas de soltura do Sub-Programa de Acompanhamento da Supressão e Manejo da Fauna. Índices de Diversidade deverão ser aplicados para comparações entre estas áreas. Áreas ao longo de todos os trajetos rodoviários e hidroviários existentes, em implantação ou a implantar resultantes do empreendimento, deverão ser incluídos nas áreas de amostragem, onde se deve realizar levantamentos sistemáticos e sazonais.

Todas as áreas deverão ser georreferenciadas e plotadas em um mapa de vegetação. As distâncias entre as áreas amostradas deverão ser anotadas, possibilitando as investigações de dispersão e de povoamento das populações, em diferentes localizações geográficas.

Para o grupo de mamíferos de médio e grande porte, as áreas de amostragem deverão incluir todos os trajetos rodoviários e hidroviários da área, em implantação ou a implantar resultantes do empreendimento, mapeando as áreas de ocorrência da mastofauna e de seus principais corredores de deslocamento, transversais ou paralelos ao trajeto do empreendimento.

Para qualificação e quantificação das comunidades de pequenos mamíferos não voadores serão definidas a riqueza (número de espécies presentes) e a diversidade de espécies, pelo índice de diversidade de Shannon - Winner ( $H'$ ). Outros parâmetros relevantes a serem definidos são abundância e curvas de acumulação de espécies pelo cálculo de rarefação.



Nas áreas de amostragem escolhidas para pequenos mamíferos não voadores serão abertas trilhas lineares de captura, onde serão instaladas as armadilhas (*live traps*). Postos de captura equidistantes, a cada 15 a 20m, serão estabelecidos contendo, cada um, duas armadilhas. Quando a vegetação da área permitir, uma armadilha deverá ser instalada no solo e outra sobre a vegetação, o que tem como objetivo a captura de espécies com hábitos terrestres, arborícolas ou escansoriais (terrestres e arborícolas).

As armadilhas serão iscadas com abacaxi (ou banana) e um chumaço de algodão embebido em óleo de fígado de bacalhau (emulsão de Scott). Outros itens poderão ser usados como iscas, a critério do pesquisador responsável, desde que sua eficácia esteja bem estabelecida.

Cada animal capturado será identificado, anilhado para individualização e quantificação e triado quanto a sexo, idade e condição reprodutiva. Todos os indivíduos serão novamente soltos no local de captura. Quando necessário, um número mínimo de exemplares serão coletados e convenientemente fixados para posterior identificação taxonômica.

Para a realização do monitoramento da fauna de mamíferos de médio e grande porte, serão realizados censos em busca de evidências diretas (como zoofonia, visualização e carcaças) e indiretas (como pegadas, fezes e vestígios).

Para tal, será utilizado o método de transecção linear (adaptado de Cullen Jr. e Rudran, 2004 in Cullen Jr. et al., 2004). Esta metodologia será desenvolvida em três áreas de amostragem a cada campanha, sendo que a extensão dos transectos a serem percorridos em cada área dependerá do tamanho dos remanescentes selecionados como amostragem.

Outra metodologia para levantamento da fauna de mamíferos de médio e grande porte constará da instalação de armadilhas fotográficas. O uso de armadilhas fotográficas (mínimo de 10 armadilhas) em pontos estrategicamente selecionados na área de estudo é uma técnica altamente recomendada para o registro e documentação de mamíferos de médio e grande porte. O número de armadilhas a serem utilizadas e o tempo de permanência das mesmas em campo dependerá das condições locais em relação à possibilidade de furto do equipamento, disponibilidade de pessoal para manutenção das mesmas.

A mesma metodologia deve ser empregada nas áreas de soltura da fauna relocada durante a supressão da vegetação.

#### – **Descrição do Projeto**

Este Projeto visa monitorar quali-quantitativamente as espécies de mamíferos não-voadores, utilizando as metodologias apropriadas para tal. Apresenta como fim, o acompanhamento da qualidade ambiental, bem como os efeitos oriundos da implantação do Projeto Ferro Carajás S11 sobre as comunidades de pequenos, médios e grandes mamíferos.

#### – **Atividades**

As atividades gerais do presente projeto englobam a programação, o planejamento do monitoramento, a realização de campanhas e análises de dados, a elaboração de relatórios e a apresentação de resultados ao órgão licenciador.

### – Cronograma Físico

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

O número de campanhas de amostragem deverá ser definido em função da duração das atividades do empreendimento.

A primeira viagem a campo será realizada para a escolha de áreas de amostragem, abertura das trilhas de captura e instalação de armadilhas. Se possível, a coleta de dados se iniciará concomitantemente com estas atividades.

Periodicamente, será emitido um relatório de atividades, para acompanhamento do trabalho por parte do contratante. Relatórios parciais deverão ser emitidos contendo os dados preliminares coletados até então e uma reavaliação do projeto com proposições para o período ulterior.

A distribuição das atividades por mês de realização é apresentada a seguir (**Tabela 9.1.2.6**), para o ciclo de um ano, que devem ser repetidas, ao longo da implantação e no mínimo parte da operação.

**TABELA 9.1.2.6**

### CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Atividades	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Planejamento do Monitoramento	■	■											
Realização de Campanhas		■	■			■	■			■	■		
Análise de Dados			■				■				■		
Elaboração de relatórios				■				■				■	

### – Equipe Técnica

A equipe técnica deverá ser composta por dois biólogos que sejam, no mínimo, da categoria Pleno, e dois estagiários ou biólogos categoria Júnior.

### – Instituições envolvidas

Para este Projeto estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com o ações do mesmo, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas.

### – Inter-relação com outros Programas

Este Projeto apresenta interface com o Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio) e com o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, e é diretamente relacionado ao Sub-Programa de Acompanhamento da Supressão e Manejo da Fauna.

– **Requisitos legais**

Para a realização do projeto deverão ser expedidas as devidas licenças de captura e coleta de exemplares pelo órgão responsável.

**g) Projeto de Monitoramento e Resgate do Patrimônio da Biodiversidade de Quirópteros**

– **Justificativa**

Vários estudos têm demonstrado que morcegos são organismos muito sensíveis, principalmente, a restrições de dois recursos: alimento e abrigo (*e.g.* Cosson *et al.* 1999; Schulze *et al.* 2000; Aguirre *et al.* 2003). O estudo das comunidades de morcegos, incluindo dados sobre a biologia e abundância relativa das espécies, é rica contribuição para análises de qualidade ambiental. De fato, morcegos têm sido considerados bons indicadores de qualidade ambiental nos neotrópicos (Fenton *et al.*, 1992, Wilson *et al.*, 1996, Medellín *et al.*, 2000).

O Projeto Ferro Carajás S11D é um empreendimento de larga escala, que poderá causar modificações significativas na quiropterofauna, conforme indicado nas avaliações de impactos. Tais mudanças precisam ser monitoradas, considerando a dinâmica das comunidades de quirópteros na região, com foco nas espécies sensíveis a impactos (*e.g.* associadas a cavidades) e também naquelas espécies que, ao contrário, são pouco afetadas ou até mesmo beneficiadas pela interferência antrópica.

– **Objetivos**

- Monitorar a quiropterofauna nas áreas de influência do Projeto Ferro Carajás S11D;
- Ampliar o conhecimento sobre as espécies da região.

– **Metas**

Monitorar a quiropterofauna, avaliando as respostas dessas populações frente à implantação do empreendimento. Para tal, serão gerados relatórios de acompanhamento nas diferentes fases do empreendimento.

Resgatar e documentar cientificamente o patrimônio genético, por meio do fomento a coleções científicas; criando uma coleção local numa instituição credenciada, duplicatas para coleções oficiais, e criação e manutenção de dermestário para limpeza de crânios.

– **Indicadores Ambientais**

- Alterações na riqueza, diversidade e composição de espécies por grupo taxonômico, índices de abundância das espécies de quirópteros por área e por hábitat.

– **Público - Alvo**

Como público alvo, pode-se elencar a empresa Vale, o IBAMA, ICMBio, as comunidades dos municípios associados e a comunidade científica.

## – Metodologia

Os pontos de amostragem abrangerão as áreas de influência local e regional, bem como áreas ao longo de todos os trajetos rodo-ferroviários e hidroviários existentes, em implantação ou a implantar resultantes do empreendimento, deverão ser incluídos nas áreas de amostragem, onde se deve realizar levantamentos sistemáticos e sazonais.

Todas as áreas deverão ser georreferenciadas e plotadas em um mapa de vegetação. As distâncias entre as áreas amostradas deverão ser anotadas, possibilitando as investigações de dispersão e de povoamento das populações, em diferentes localizações geográficas.

Para a determinação da composição das populações de quirópteros deverá ser utilizada a metodologia de interceptação dos animais em vôo com auxílio de redes-de-neblina (12 x 2,5 m). O esforço sugerido é de, no mínimo, 15 redes/por ponto/noite de amostragem e seis horas por noite e por ponto de captura.

Deverão ser utilizadas as cadernetas de campo elaboradas para padronizar a coleta de dados e alimentação do Banco de Dados de Carajás (BDBio).

Após a realização dos procedimentos metodológicos que suprem as informações solicitadas nas cadernetas, os indivíduos deverão ser, em sua maioria anilhados e soltos no local de captura.

Para o resgate, documentação e estudo da quiropterofauna local e regional, será necessária a coleta de indivíduos por localidade ou ponto amostral. Estes servirão de material-testemunho ou para a resolução de dúvidas sobre a sua identificação. Deverá ser coletado material biológico, na medida do possível (fígado, por exemplo) visando o máximo de aproveitamento em termos de coleta e manutenção de informações biológicas de cada animal.

Como análise de dados deverão ser realizados testes e análises dos dados de forma a investigar, minimamente:

- *Curva acumulativa de espécies - rarefação;*
- *Análises de Sazonalidade;*
- *Análises de diversidade e riqueza;*
- *Análises de similaridade;*
- *Análises de estrutura de comunidades e de guildas;* para tal sugerem-se os parâmetros utilizados por Kalko *et al.* (1996).

Para as atividades de campo deverão ser produzidos relatórios semestrais e um relatório final anual, contendo as conclusões do presente monitoramento e eventuais adequações identificadas. Em um item específico será elaborado o detalhamento das atividades desenvolvidas relativas às coleções científicas.

Todos os dados obtidos serão inseridos no Banco de Dados descrito anteriormente.

### – Descrição do Projeto

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

O mesmo irá gerar informações biológicas, que subsidiarão a análise da composição e abundância de espécies, indicando os efeitos provocados pelos impactos do empreendimento e as respostas da quiropterofauna frente a esses efeitos.

### – Atividades

As atividades gerais do presente projeto englobam a programação, o planejamento do monitoramento, a realização de campanhas e análises de dados, a elaboração de relatórios, a criação das coleções científicas e a apresentação de resultados ao órgão licenciador.

### – Cronograma Físico

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D, quando serão iniciadas as atividades de supressão vegetal, extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

A distribuição das atividades por mês de realização é apresentada a seguir (**Tabela 9.1.2.7**), para o ciclo de um ano, que devem ser repetidas, considerando-se as etapas de Implantação e parte da Operação do empreendimento.

**TABELA 9.1.2.7**

### **CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Planejamento do Monitoramento												
Realização de Campanhas												
Análise de Dados												
Elaboração de relatórios												

### – Equipe Técnica

A execução deste Projeto é de responsabilidade do empreendedor e para sua implantação deverão ser contratados Biólogos com experiência em quiropterofauna, sistemática e ecologia de quirópteros, bem como de auxiliares técnicos para fomento das atividades relativas a coleção.

### – Instituições Envolvidas

Para este Projeto estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com ações do mesmo, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas.

– **Inter-relação com Outros Programas**

Este Projeto apresenta interface com o Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás e com o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.

– **Requisitos legais**

Para a execução do presente Projeto será necessária a licença de captura, coleta e transporte do órgão ambiental (IBAMA), com anuência do ICMBio.

**h) Projeto de Levantamento, Relocação, Acompanhamento e Controle de abrigos e agressões de Quirópteros**

– **Justificativa**

Morcegos usam diversificados abrigos, tais como folhagens das copas das árvores, ocos, cavernas e os chamados “abrigos artificiais” (casas abandonadas, forros e pontes) etc. (e.g. Goodwin and Greenhall, 1961, Jimbo and Schwassman, 1967, Foster and Timm, 1967, Morrison, 1978; 1979, Tuttle 1976, Willig and Hollander, 1987, Ferrell and Wilson, 1991, Kunz and McCracken, 1996, Ortiz-Ramírez et al., 2006).

Para os morcegos, abrigos são recursos quase tão importantes quanto o alimento e podem determinar sua ocorrência ou não 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 algumas espécies, as quais geralmente podem se adaptar a mais de um tipo de abrigo. Entre estas estão algumas espécies de morcegos frugívoros, insetívoros e o vampiro comum (*Desmodus rotundus*).

No caso do morcego vampiro comum, a detecção 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 de oferta de alimento e abrigo para estes animais. Para as espécies mais sensíveis, o monitoramento do uso de abrigos pode subsidiar ações de proteção destas espécies ao examinar padrões de deslocamento e escolha de abrigos.

Os morcegos são os segundo 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 morcegos. As principais alterações ambientais correlacionadas a tais desequilíbrios são consequências diretas ou indiretas da supressão de vegetação, que acarreta perda de abrigo e alimento para os morcegos, além de ser fator seletivo de espécies. A substituição de ambientes naturais por pastos promove a referida seletividade, uma vez que poucas espécies toleram estes ambientes. Acresce-se a isso, o favorecimento do vampiro-comum nestes ambientes. Em última análise, o deslocamento de populações de morcegos para áreas domiciliares e peri-domiciliares, bem como seu inverso (a expansão de áreas domiciliares e peri-domiciliares), favorecem o contato do homem com os morcegos.

O presente projeto pretende acompanhar as alterações das comunidades de quirópteros frente à implantação do empreendimento, dando-se ênfase aos morcegos hematófagos e seu controle. Este projeto pretende para tal, centralizar esforços conjuntos aos órgãos públicos, fornecendo apoio logístico e técnico.

#### – **Objetivos**

Os objetivos principais deste projeto são:

- Estudar as espécies de quirópteros ocorrentes em abrigos naturais e artificiais;
- Promover ações preventivas de esclarecimento a população sobre morcegos e interações com os mesmos;
- Acompanhar as interações entre quirópteros, animais domésticos e seres humanos no decorrer do empreendimento.
- Prevenir a transmissão de raiva na região de entorno do Projeto Ferro Carajás S11D, a partir do controle de abrigos e populações de morcegos hematófagos, com ênfase ao morcego-comum.

#### – **Metas**

Prospecção, cadastramento, monitoramento de abrigos e relocação de populações residentes desses abrigos naturais e artificiais.

Estabelecer parcerias com órgãos de defesa agrosilvopastoril, vigilância sanitária e demais órgãos relacionados à saúde e educação, de modo a auxiliar e instruir as comunidades afetadas contra eventuais ataques de morcegos hematófagos.

#### – **Indicadores Ambientais**

Conhecimento da população sobre os verdadeiros riscos e ameaças das interações entre quirópteros, animais domésticos e seres humanos.

#### – **Público - Alvo**

Vale, IBAMA, Prefeitura de Parauapebas, órgãos públicos e privados de saúde, comunidades dos municípios envolvidos e comunidade científica.

#### – **Metodologia**

A princípio, deverá ser realizado um contato com órgãos de defesa agrosilvopastoril e vigilância sanitária, para apresentação do projeto e estabelecimento de convênios.

Deverá ser proposta uma parceria junto aos órgãos governamentais de acompanhamento e controle de zoonoses, no sentido de oferecer cadastro de abrigos e enviar morcegos para exame rábico.

Concomitantemente, será realizada a pesquisa nos municípios e área de influência do entorno do projeto, buscando, entre outras, as seguintes informações: grau de incidência de raiva em animais domésticos, epidemiologia e prevenção de raiva na região, cadastramento e controle de morcegos hematófagos em áreas urbanas e rurais. Serão realizadas, ainda, entrevistas com produtores rurais da região, visando reconhecer os focos de raiva, áreas potenciais de abrigo e casos de agressões de hematófagos em humanos e animais.

Para as comunidades da área de influência do projeto e municípios afetados, indica-se a produção de material educativo para diferentes públicos-alvo, visando conjugar a conservação dos morcegos com o controle e prevenção de hematófagos.

Para a coleta de dados biológicos, será realizada nas áreas de influência do Projeto Ferro Carajás S11D a busca ativa de abrigos naturais e artificiais para cadastramento. Aqueles abrigos que forem ser suprimidos com a implantação do empreendimento terão a captura e relocação de seus indivíduos, de modo a mitigar a mortandade de espécies (ex. thyropterídeos e natalídeos).

Áreas ao longo de todos os trajetos rodo-ferroviários e hidroviários existentes, em implantação ou a implantar resultantes do empreendimento, deverão ser incluídos nas áreas de amostragem, onde se deve realizar levantamentos sistemáticos e sazonais.

Todas as áreas deverão ser georreferenciadas e plotadas em um mapa de vegetação. As distâncias entre as áreas amostradas deverão ser anotadas, possibilitando as investigações de dispersão e de povoamento das populações, em diferentes localizações geográficas.

Caso seja verificada uma colônia de hematófagos, a mesma deverá ser mapeada e monitorada.

Para algumas espécies hematófagas, será realizado o encaminhamento de morcegos para exames de raiva, repassando para os órgãos que realizarão os exames, todas as informações necessárias. Após exame e verificação, essas espécies deverão ser tombadas em coleções científicas.

Para as espécies de *Desmodus*, em específico, após exame de raiva, serão repassadas as informações dos abrigos encontrados aos órgãos competentes de saúde animal (ADEPARÁ) e vigilância sanitária e saúde pública (AGEVISA).

#### – **Atividades**

- Convênios com órgãos públicos para apresentação do projeto e busca de informações sobre a epidemiologia e prevenção da raiva na região.
- Atividades de pesquisa, em campo, para reconhecimento das áreas potenciais de abrigo e focos de raiva nas áreas de entorno do Projeto Ferro Carajás S11D e municípios afetados.
- Atividades de busca ativa de abrigos naturais e artificiais para prospecção, cadastramento, monitoramento e relocação de espécies.

#### – **Descrição do Projeto**

Este projeto consiste na prevenção de acidentes e interações agressivas entre seres humanos e morcegos, bem como na desmistificação dos mesmos, diante do esclarecimento de seus “papéis ecológicos”.



Além desta prevenção, busca-se a relocação de espécies residentes de abrigos a serem suprimidos com a implantação do empreendimento, bem como o controle do vampiro-comum e da incidência de raiva sob forma de vírus circulante nas populações de morcegos.

Por ser um projeto que apresenta parceria com órgãos públicos e contato direto com comunidades e municípios do entorno, propõe-se a passagem de informações biológicas, visando auxiliar e instruir a população local sobre a prevenção e controle de ocupação de morcegos em suas residências, bem como de suas interações agressivas.

#### – **Cronograma Físico**

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

#### – **Equipe Técnica**

A execução deste Projeto deverá ser realizada por biólogos com experiência em quiropterofauna.

#### – **Instituições Envolvidas**

Para este Projeto estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com as ações do mesmo, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas. Além disso, deverá envolver órgãos públicos e privados de saúde assim como a prefeitura.

#### – **Inter-relação com Outros Programas**

Este Projeto apresenta interface com os seguintes programas e projetos: Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), Projeto de Monitoramento e Resgate do Patrimônio da Biodiversidade de Quirópteros, Programa de Saúde e Segurança, Programa de Educação Ambiental e o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.

#### – **Requisitos Legais**

Para a execução do presente Projeto será necessária a Autorização de captura, coleta e transporte do IBAMA, com anuência do ICMBio.

### **i) Projeto de Monitoramento e Controle de Vetores de Doenças**

#### – **Justificativa**

As alterações ambientais provocadas pelo homem associadas aos grandes projetos de desenvolvimento vêm contribuindo para a formação de novos habitats e criadouros de espécies de insetos vetores de doenças tropicais (Tubaki et al, 1999; Gomes et al, 2007; Foratini et al, 1994; Vasconcelos et al, 2001; Tadei et al, 1993).

A substituição da paisagem natural em áreas antrópicas, devido à instalação das estruturas do empreendimento, ampliará as possibilidades de proliferação de vetores e eventualmente da ocorrência de surtos locais de algumas doenças, tais como a malária, as leishmanioses tegumentar e visceral, dengue, febre amarela e outras arboviroses.

A área de estudo do Projeto Ferro Carajás S11D apresenta grandes extensões de floresta com diferentes graus de alteração. Nos locais mais preservados observa-se uma maior predação de vetores e um menor suprimento de alimento. Com a implantação do empreendimento, esses predadores (p.ex. aves, outros insetos, etc.) serão afastados e ampliar-se-á a disponibilidade de alimento e criadouros favoráveis à reprodução de vetores (p.ex. calhas, vasilhas, depressões no terreno, entre outros), que estarão também livres de competição.

Nos municípios de Parauapebas e Canaã dos Carajás ocorrem os principais vetores das mais importantes doenças endêmicas do norte do país, não existindo registro endêmico apenas de leishmaniose visceral (doença de calazar). Segundo o Ministério da Saúde, foram registrados em Parauapebas, no ano de 2004, dois casos de febre amarela. De acordo com o Ministério da Saúde e a Prefeitura da cidade, Parauapebas também apresentou registro de dengue, representando uma das cidades de maiores casos de dengue no Pará e no Brasil. Quanto à malária, apesar da ocorrência dos principais vetores na área, o número de casos no município tem sido muito baixo nos últimos anos. E embora haja baixa circulação do protozoário, a ocorrência dos principais vetores na área, associada ao aumento brusco na densidade populacional e às alterações ambientais esperadas com a implantação do empreendimento, sugere a necessidade de um plano de controle específico para a malária. Segundo a Resolução CONAMA nº 286, empreendimentos em regiões endêmicas da doença devem desenvolver estudos epidemiológicos e conduzir Projetos voltados para o controle da mesma e de seus vetores.

A construção civil emprega historicamente pessoas de baixo poder aquisitivo, que em geral vivem nas periferias das cidades em condições sanitárias precárias (Basano e Camargo, 2004). Muitos trabalhadores partem das zonas rurais de outras regiões do país em busca de melhores condições de vida e trabalho. A associação entre a migração de pessoas de outras regiões e a vida em locais sem condições sanitárias e médicas adequadas, sobretudo quando aliada à presença de vetores, pode levar ao surgimento de epidemias (Tauil, 2006). Especialmente na região norte estas pessoas se estabelecem junto ou próximo da floresta, explorando alguns dos seus recursos (lenha, caça, frutos, e outros).

O projeto, portanto, justifica-se devido à criação de novos nichos e condições favoráveis à proliferação dos vetores, causada pela alteração ambiental. Acresce-se a isso, a exposição dos trabalhadores ao ataque de vetores provenientes da floresta próxima ou que se desenvolvam nas áreas alteradas. A associação destes fatores pode provocar o surgimento de surtos de doenças, sobrecarregar o sistema público de saúde e afetar a força de trabalho envolvida com o empreendimento. Sendo assim, este Projeto enfocará medidas que mitiguem os impactos negativos relacionados diretamente aos insetos vetores, dando-se ênfase à doença malária (CONAMA Nº 286), e às questões vinculadas ao sistema de saúde e à educação ambiental.

#### – **Objetivo**

O objetivo do presente projeto é a prevenção e controle de desenvolvimento de populações de vetores em locais impactados pelo empreendimento.

– **Meta**

- O monitoramento periódico das espécies vetores de doença e seu controle, gerando informações que subsidiem a avaliação da efetividade do presente projeto.

– **Indicadores Ambientais**

Como indicadores ambientais este projeto apresenta:

- Alterações na abundância de espécies de insetos de interesse médico (Ex: *Anopheles darlingi* (principal vetor de malária), *Lutzomyia longipalpis* (vetor da leishmaniose visceral), *Aedes aegypti* (Dengue).
- Ocorrência ou aumento no número de casos das doenças transmitidas por insetos vetores na área do empreendimento.

– **Público - Alvo**

Trabalhadores envolvidos no empreendimento, população que reside na área de influência do empreendimento, gestores ambientais, órgãos licenciadores e fiscalizadores.

– **Metodologia**

Monitoramento

O monitoramento de mosquitos adultos será conduzido em áreas próximas a alojamentos, refeitórios e outras construções habitadas pelos trabalhadores. Os ambientes florestais do entorno às construções e de áreas controle serão também monitoradas, bem como em áreas artificiais ou naturais que representem criadouros potenciais.

Áreas ao longo de todos os trajetos rodo-ferroviários e hidroviários existentes, em implantação ou a implantar resultantes do empreendimento, deverão ser incluídos nas áreas de amostragem, onde se deve realizar levantamentos sistemáticos e sazonais.

Todas as áreas deverão ser georreferenciadas e plotadas em um mapa de vegetação. As distâncias entre as áreas amostradas deverão ser anotadas, possibilitando as investigações de dispersão e de povoamento das populações, em diferentes localizações geográficas.

Na captura de adultos (culicídeos e flebotomíneos) será adotado o método de inventariamento, com a utilização de rede entomológica e armadilhas luminosas do tipo CDC. As capturas serão feitas durante a noite e em diferentes momentos do dia para maximizar a captura de espécies que possuem picos de atividade em diferentes horários.

Controle

O controle de vetores de doenças pode ser mecânico, químico e/ou biológico.

A Organização Mundial da Saúde (OMS 2006) sugere que a melhor combinação para o controle de vetores é o uso dos métodos mecânico e químico.

No caso do controle biológico, a realidade dos municípios envolvidos e a precariedade do conhecimento sobre a biologia e ecologia dos vetores de doenças na região Norte do país, dificultam sua aplicação. Sendo assim, o mesmo controle deverá ser considerado apenas se as autoridades estiverem capacitadas a conduzir um controle integrado, conforme indicado pela OMS (2004).

### Prevenção e controle da malária

Conforme normalização da Secretaria de Vigilância à Saúde – SVS do Ministério da Saúde, após a obtenção da Licença de Instalação – LI do empreendimento, deverá ser realizado um estudo epidemiológico e entomológico específico para Avaliação do Potencial Malarígeno, com levantamento das características do empreendimento que podem potencializar a transmissão de malária, identificação de criadouros potenciais para *Anopheles* (Meigen, 1818) e das espécies presentes na área. Após a análise deste estudo, a SVS emitirá um Laudo de Potencial Malarígeno e, à partir deste, será elaborado o Projeto de Prevenção e controle específico para Malária. As atividades do Projeto deverão ser acompanhadas pela SVS que, se aprovar as medidas implementadas, emitirá um Laudo de Condição Sanitária.

### Análise de dados

Os resultados serão apresentados em relatórios anuais e trarão os dados brutos de monitoramento de vetores (espécie, local, data, tipo de local coletado, informações ecológicas, entre outros) e os dados tratados (curvas de acumulação, riqueza e abundância).

Outras análises apoiarão as ações de controle. Serão avaliados os criatórios mais usados e os pontos de maior incidência de espécies-alvo, onde está ocorrendo colonização e os motivos para tal, horários de maior incidência de ataque, entre outros.

### – **Descrição do projeto**

O monitoramento de insetos vetores deverá se concentrar na área de estudo local e abarcar pontos nas áreas afetada, adjacente e controle. Os locais de amostragem devem abrigar ambientes diversos das fitofisionomias de Savana Estépica e Floresta Ombrófila, incluindo áreas antropizadas e naturais. Parâmetros como composição, incidência e abundância devem ser analisados nos períodos seco e chuvoso do ano para que se possa traçar um quadro da comunidade de mosquitos dentro e fora da área afetada. Este estudo permitirá que se estimem as perdas e ganhos populacionais nos diferentes ambientes.

O controle de vetores é uma atividade específica, que pode ser feita em resposta ao aumento populacional de alguma espécie importante do ponto de vista médico ou de forma preventiva e sistemática em locais de maior circulação e/ou concentração de pessoas (p.ex.: fumegação preventiva).

### – **Atividades**

- Monitoramento de insetos vetores em campo;
- Ações de controle de insetos;
- Contratação de um estudo de avaliação de potencial malarígeno para a área;
- Elaboração de um Projeto de Prevenção e controle para Malária, após a liberação da LI.

– **Cronograma Físico**

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

– **Equipe Técnica**

A equipe de monitoramento de vetores deve ser coordenada por um biólogo e composta por técnicos com experiência na área. O número de técnicos vai variar de acordo com o esforço amostral a ser determinado.

– **Instituições Envolvidas**

Para este Projeto estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com ações do mesmo, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas. Além disso, também estão envolvidas a Prefeitura de Parauapebas e o Ministério da Saúde.

– **Inter-relação com Outros Programas**

Este projeto apresenta interface com os seguintes programas e projetos: Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), Programa de Saúde e Segurança, Programa de Educação Ambiental e o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.

– **Requisitos Legais**

A Prevenção e Controle da Malária necessitam de um laudo prévio (Laudo de Potencial Malarígeno), a ser emitido pela SVS, bem como um Laudo de Condição Sanitária (Portaria nº. 47/SVS, de 29 de dezembro de 2006; Resolução nº. 286, de 25 de outubro de 2001 e Resolução nº. 387, de 27 de dezembro de 2006 do CONAMA).

**j) Projeto de Monitoramento da Termitofauna**

– **Justificativa**

No corpo S11 da Flona Carajás, trabalhos anteriores indicam que os cupins compõem um grupo biológico chave adequado em estudos de avaliação quantitativa dos determinantes da riqueza taxonômica e funcional devido ao seu papel preponderante como engenheiro do ecossistema, conforme esclarecido no item diagnóstico. As ações destes insetos sobre o meio biótico e abiótico torna-os importantes não só como indicadores, mas talvez mais importante, como mitigadores dos distúrbios ambientais. Assim, trata-se de um grupo importante para o acompanhamento da evolução dos impactos ambientais sobre a fauna, cujos resultados fornecem subsídios para o controle ambiental.

Desta forma, propõe-se estabelecer um sub-projeto de monitoramento da diversidade funcional de cupins na Flona Carajás durante as fases de instalação e operação do empreendimento de S11D, de modo a permitir avaliar dinamicamente se a perda de serviços do ecossistema, devidos a cupins, se consolidou nos níveis previstos, ultrapassou tais níveis ou retrocedeu para níveis melhores.

– **Objetivos**

Monitorar a diversidade funcional de cupins na Flona Carajás, verificando o impacto do empreendimento na rede de serviços do ecossistema.

– **Metas**

1. Mensurar a diversidade funcional de cupins, e de seus inquilinos quando for o caso;
2. Mensurar os serviços do ecossistema atribuíveis à fauna de cupins, seja quanto aos impactos na dinâmica da decomposição ou quanto à oferta de novos nichos;
3. Mensurar os efeitos de determinantes ambientais sobre os itens 1 e 2 acima (efeitos de base e de topo);

– **Indicadores Ambientais**

1. Alterações do balanço entre a composição funcional da fauna de cupins (xilófagos x húmívoros x outros), medidas pelo deslocamento dos perfis isotópicos  $^{13}\text{C}$  x  $^{15}\text{N}$  desta fauna;
2. Alterações na velocidade de localização e intensidade de utilização de recursos por cupins, como medida dos serviços do ecossistema desempenhados por esta fauna;
3. Alterações nos perfis (taxonômicos e químicos) de coexistência de espécies dentro de cupinzeiros, como medida do papel destas estruturas como mitigadoras das perdas de nicho provocadas pelo empreendimento;
4. Alterações nas porções de habitats provocadas pela operação

– **Público-alvo**

Vale, ICMBIO, IBAMA, Pesquisadores, Instituições de Pesquisa

– **Metodologia**

Para execução desta proposta, será necessário monitorar a termitofauna, bem como a fauna/flora de inquilinos de cupinzeiros, presentes nas fitofisionomias diretamente afetadas pelo empreendimento (ADA), naquelas de áreas circundantes (AID). Áreas ao longo de todos os trajetos rodo-ferroviários e hidroviários existentes, em implantação ou a implantar resultantes do empreendimento, deverão ser incluídos nas áreas de amostragem, onde se deve realizar levantamentos sistemáticos e sazonais.

Todas as áreas deverão ser georreferenciadas e plotadas em um mapa de vegetação. As distâncias entre as áreas amostradas deverão ser anotadas, possibilitando as investigações de dispersão e de povoamento das populações, em diferentes localizações geográficas.

Este monitoramento consiste na coleta de espécimes para posterior identificação em laboratório e para determinação de perfis químicos (hidrocarbonetos cuticulares e isótopos de C e N corporais) Ao mesmo tempo será necessário um levantamento completo das variáveis explanatórias capazes de afetar a riqueza e abundância desta fauna, sejam estas variáveis aquelas associadas ao ambiente natural ou aquelas relativas à operação do empreendimento.

A coleta da termitofauna e organismos associados (p.ex. formigas predadoras) utiliza protocolos pré-estabelecidos na literatura, alguns destes de autoria do proponente deste trabalho e de ampla aceitação mundial (DeSouza & Brown 1994, Jones et al. 2000, Leponce & Roisin, 2002). Tais protocolos incluem a coleta de dados mediante o estabelecimento de quadrantes de área conhecida (entre 5 e 10m<sup>2</sup>), coletados por um tempo fixo (20 min a 1h, dependendo da situação), onde se investiga todos os habitats potenciais dos cupins capturando espécimes com o auxílio de pinças. Os quadrantes são replicados dentro de cada ambiente formando transectos, não necessariamente lineares nem com quadrantes contíguos (Leponce & Roisin, 2002), mas cada transecto é replicado nos diversos locais de forma a garantir comparabilidade entre as amostragens nos diversos ambientes.

A coleta de co-habitantes de cupinzeiros se faz mediante a abertura dos ninhos e captura manual da fauna ali presente, incluindo os cupins construtores do ninho.

O material coletado é preservado em álcool 80%, em salmoura, ou em hexano, dependendo de seu destino final: (i) identificação taxonômica, (ii) perfis isotópicos, ou (iii) perfis cromatográficos.

Além disso, cada uma das metas abaixo tem seus procedimentos específicos, que são detalhados no tópico respectivo.

**Metodologia da Meta 1:** Mensuração da diversidade funcional de cupins, e de seus inquilinos quando for o caso.

A diversidade funcional será medida pelos perfis isotópicos de <sup>13</sup>C e <sup>15</sup>N, bem como dos perfis cromatográficos dos cupins e seus inquilinos. Os perfis isotópicos definem as dietas dos cupins e os perfis cromatográficos definem os padrões de reconhecimento indivíduo x indivíduo.

Com os perfis isotópicos pretende-se avaliar de forma objetiva o papel funcional de cada espécie coletada e, com isso, determinar a diversidade da comunidade em termos de tipos de dieta utilizada. Uma vez que os cupins se alimentam dentro do continuum de decomposição de matéria orgânica, sua posição trófica corresponde diretamente à sua função nos processos de decomposição, ciclagem de carbono, ciclagem de nutrientes, etc. Para tanto, serão medidos os sinais isotópicos de Carbono 13 e Nitrogênio 15 nos indivíduos coletados.

Os isótopos estáveis <sup>13</sup>C e <sup>15</sup>N tem sido comumente utilizados no estudo dos hábitos alimentares dos organismos (Fry, 2006; Hyodo et al 2008), porque estão disponíveis naturalmente no ambiente e são adquiridos durante a alimentação. Assim, a composição isotópica dos tecidos dos animais são semelhantes aos de suas dietas (DeNiro, 1978). Isto é, a composição isotópica de um organismo reflete a dieta adquirida e assimilada durante sua vida e, assim, determinar as diferenças de dieta entre organismos. Os sinais isotópicos de carbono podem distinguir se os cupins consumiram material oriundo de gramíneas ou árvores, graças à possibilidade de diferenciar diferenças isotópicas apresentadas pelas plantas com via metabólica C3 ou C4 (Spain, 1996).

Adicionalmente, os isotópos de nitrogênio refletem o degrau de decomposição da celulose consumida (Tayasu, 2002). A razão isotópica (C/N) de cada amostra será determinada em espectrômetro de massa de razão isotópica (ANCA-GSL 20-20, SerCon, UK), do Laboratório de Isótopos Estáveis do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Já os perfis cromatográficos permitem avaliar a composição química dos hidrocarbonetos cuticulares, os quais são responsáveis pelo reconhecimento indivíduo x indivíduo. Alterações nestes hidrocarbonetos podem, portanto, afetar a capacidade de construtores de cupinzeiros em reconhecer coespecíficos e rechaçar invasores. Com isso, abre-se a porta para o inquilinismo em cupinzeiros, o que em última instância implica em maior oferta de nicho e com isso maior probabilidade de conservação da biodiversidade. Ou seja, se tais perfis são dependentes de fatores externos (como recursos ou condições), alterações no ambiente proporcionadas pelo empreendimento poderiam impactar positiva ou negativamente a coexistência inquilinos x construtores e, assim, a biodiversidade total do local.

Os perfis cromatográficos serão avaliados em Laboratório.

**Metodologia da Meta 2:** Mensuração dos serviços do ecossistema atribuíveis à fauna de cupins seja quanto aos impactos na dinâmica da decomposição ou quanto à oferta de novos nichos;

Os serviços relativos à dinâmica da decomposição serão avaliados pela velocidade de localização e intensidade de utilização de recursos por cupins no campo. Para tanto, iscas celulósicas serão instaladas no campo e o ataque de cupins a estas iscas, bem como sua respectiva perda de massa, será acompanhada ao longo do tempo. A oferta de novos nichos será medida pelo do levantamento do nível de invasão de cupinzeiros por inquilinos, sejam estes vertebrados ou invertebrados.

**Metodologia da Meta 3:** Mensuração dos efeitos de determinantes ambientais (efeitos de base e de topo) sobre os itens 1 e 2 acima;

Concomitantemente à execução dos itens 1 e 2 acima, será necessário colher dados sobre os seus respectivos determinantes de ambientais, de modo a se mensurar quantitativamente a interdependência destes fatores. Com isso será possível estabelecer previsões seguras sobre como alterações nestes determinantes afetariam as dinâmicas funcionais dos cupins no ecossistema. Entre tais determinantes, serão avaliados efeitos de base (“bottom-up”) tais como oferta de recursos em quantidade e qualidade, e efeitos de topo (“top-down”), tais como a pressão de predação. Para tanto, estão previstos experimentos manipulativos no campo e coleta de dados para análises de regressão posteriores. Estes experimentos podem incluir testes de velocidade de predação de cupins por formigas, análises químicas de solo e serapilheira, análises de cobertura de dossel, e outros determinantes de base e topo.

**Metodologia da Meta 4:** Mensuração dos efeitos da implantação e operação do empreendimento sobre o item 3 acima;



Análises de regressão entre parâmetros de instalação e operação do empreendimento (p.ex., perda de área, deposição de poeira, movimentação de solo, etc.) e os determinantes ambientais descritos no item 3 acima, permitirão acompanhar quantitativamente os efeitos da presença do empreendimento sobre o funcionamento do ecossistema, ligando itens 1 e 2 com 3. Informações específicas do empreendimento deverão ser fornecidas pelo pessoal técnico, para permitir atingir tal meta. Análises da quantidade e qualidade da poeira depositada nas reservas ambientais adjacentes também serão executadas.

– **Descrição do Projeto**

Conforme detalhado acima, o Projeto consiste na concatenação das Metas 1, 2, 3, para atingir o objetivo final acompanhar os impactos da presença do empreendimento sobre a termitofauna.

– **Atividades**

- Mensurar os serviços do ecossistema atribuíveis à fauna de cupins seja quanto aos impactos na dinâmica da decomposição ou quanto à oferta de novos nichos;
- Mensurar os serviços do ecossistema atribuíveis à fauna de cupins seja quanto aos impactos na dinâmica da decomposição ou quanto à oferta de novos nichos;
- Mensurar os efeitos de determinantes ambientais;
- Mensurar os efeitos da implantação e operação do empreendimento sobre as determinantes ambientais.

– **Cronograma físico**

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D estendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação (**Tabela 9.1.2.8**).

**TABELA 9.1.2.8**  
**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Meta/Atividade	Mês									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Preparo logístico										
Ajuste do software para compilação dos dados*										
<b>1. Mensuração da diversidade funcional dos cupins e seus inquilinos</b>										
Coleta de dados										
Identificação taxonômica										
Análise de perfis isotópicos										
Análise de perfis cromatográficos										
<b>2. Mensuração dos serviços do ecossistema</b>										
Medidas diretas/indiretas da velocidade de decomposição mediada por cupins										
Medidas diretas/indiretas na taxa de co-habitação de cupinzeiros										
<b>3. Mensuração dos determinantes ambientais de base e topo</b>										
Coleta de dados										
Análises de solo, serapilheira e outros fatores bottom-up										
Análises de taxas de predação e outros fatores top-down										
<b>4. Mensuração dos efeitos da operação e do empreendimento</b>										
Compilação dos dados do empreendimento										
Correlação dos dados										
Relatório final										

– **Equipe Técnica**

Comporão como equipe técnica dois profissionais de nível sênior (Biólogo ou Agrônomo), dois profissionais de nível pleno (Pós-graduando Mestrando ou Doutorando), cinco profissionais de nível júnior (Biólogos, Agrônomos, Geógrafos e afins) e cinco auxiliares de campo.

– **Instituições envolvidas**

Para este Projeto estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com ações do mesmo, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas.

– **Inter-relação com outros Programas**

Este projeto apresenta interface com os seguintes programas e projetos: Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), Programa de Conservação e Biodiversidade Faunística do Carajás (BDBio) e o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.

– **Requisitos legais**

Será necessário obter licença e anuência para coleta de fauna (invertebrados) por meio do IBAMA e ICMBio e para utilização de produtos químicos controlados pela Polícia Federal (hexano e acetona).

**k) Projeto de Monitoramento das Abelhas Nativas**

– **Justificativa**

As abelhas constituem o principal grupo de polinizadores das plantas floríferas e por isso são importantes para a manutenção dos ecossistemas.

Os impactos gerados pelo empreendimento podem alterar a composição da fauna de abelhas, interferindo no funcionamento do sistema polinizador-planta.

Apesar da grande importância dos insetos nos ecossistemas, eles têm recebido pouca atenção em estudos que visam a conservação e preservação ambiental, o que faz com que a ameaça sobre esse grupo seja ainda maior.

Uma situação ainda mais preocupante é a das espécies oligoléticas – que coletam pólen em uma única espécie de planta ou, mais comumente, num pequeno número de plantas filogeneticamente próximas. Já foi demonstrado que estas abelhas tendem a se distribuir em pequenas populações isoladas ao longo de sua área de distribuição geográfica, associadas à ocorrência das populações de plantas das quais elas dependem para se alimentar. Por isto, elas tendem a ter menor variabilidade genética e estão mais vulneráveis aos impactos de ordem genética e demográfica (Packer et al., 2005; Zayed et al., 2005a). Um melhor conhecimento da composição da fauna local pode ajudar a identificar possíveis espécies de abelhas oligoléticas, que poderiam ser, então, objeto de atenção especial em Projetos de monitoramento e ações conservacionistas.

Qualquer intervenção humana que possa ocorrer nas Serras de Carajás terá um efeito direto nas populações de abelhas da área. A remoção da vegetação e do solo pode alterar a composição da melitofauna devido a mudanças na disponibilidade de recursos alimentares e de nidificação para muitas espécies. Essa mudança pode levar a uma substituição de espécies e consequentemente, pode levar a alterações no sistema polinizador-planta, o que pode afetar as populações de plantas, de polinizadores e dispersores de sementes, e de vários animais que se alimentam dos frutos e sementes.

Um melhor conhecimento da composição da fauna local pode ajudar a identificar possíveis espécies de abelhas oligoléticas, que poderiam ser, então, objeto de atenção especial em Projetos de monitoramento e ações conservacionistas. Indica-se que estudos populacionais e de monitoramento de espécies oligoléticas e de plantas das quais elas dependem para se alimentar.

– **Objetivo**

Este projeto tem como objetivo propiciar maior conhecimento da fauna de abelhas nativas da ADA e AID do empreendimento, no sentido de avaliar as consequências dos impactos que incidirão sobre esta fauna e buscar soluções para minimizá-los.

– **Metas**

- Monitorar periodicamente a fauna de abelhas nativas da ADA e AID do empreendimento
- Verificar variação nos parâmetros biológicos das comunidades de abelhas

– **Indicadores Ambientais**

- Alteração na composição da fauna de abelhas
- Alteração da diversidade e riqueza de espécies
- Perda de habitats

– **Público-alvo**

ICMBIO, IBAMA, Pesquisadores, Instituições de Pesquisas

– **Metodologia**

O monitoramento da fauna de abelhas deve ter a duração de no mínimo três anos. Devem ser realizadas até quatro campanhas para coleta de dados por ano.

Serão definidos no mínimo quatro pontos amostrais em cada uma das fitofisionomias presentes na área. Nas áreas de vegetação arbórea as coletas serão executadas em quatro transeções de 300m, demarcadas a no mínimo 200 m da borda de mata mais próxima e distando 200 m uma da outra.

Áreas ao longo de todos os trajetos rodo-ferroviários e hidroviários existentes, em implantação ou a implantar resultantes do empreendimento, deverão ser incluídos nas áreas de amostragem, onde se deve realizar levantamentos sistemáticos e sazonais.

Todas as áreas deverão ser georreferenciadas e plotadas em um mapa de vegetação. As distâncias entre as áreas amostradas deverão ser anotadas, possibilitando as investigações de dispersão e de povoamento das populações, em diferentes localizações geográficas.

Será dada ênfase às subtribos Euglossina (“abelhas das orquídeas“, principalmente nos ambientes florestais) e Meliponina (abelhas indígenas sem ferrão, nos ambientes florestais e campestres). A ênfase nestes grupos se justifica por serem eles os únicos dos quais se poderão obter amostras significativas, pelo uso de técnicas de coleta padronizada. A eficiência de amostragem das demais abelhas, capturadas com rede entomológica, principalmente nas flores, depende da quantidade e diversidade de plantas em floração no período de amostragem. Além disto, elas não são coletadas eficientemente nos ambientes florestais, onde se restringem ao dossel, fora do alcance dos coletores. Serão empregados os seguintes métodos de coleta:

1) Armadilhas com iscas aromáticas. Construídas com base no modelo apresentado por Campos et al (1989) e empregado por vários autores (p. ex., na Amazônia, Oliveira & Campos, 1995; Oliveira & Campos, 1996), elas serão instaladas em conjuntos de cinco em cada ponto amostral. Cada armadilha, em cada conjunto destes, será carregada com uma das seguintes substâncias aromáticas: cinamato de metila, eucaliptol (cineol), eugenol, salicilato de metila e vanilina.

Os conjuntos de armadilhas serão dependurados a 2 m de altura do solo em todos os pontos amostrais. Em cada ponto, as armadilhas estarão distantes 5 m umas das outras. Elas serão instaladas em torno das 8 h e permanecerão no campo até 15 h, período de maior atividade das abelhas euglossinas. Para diminuir as perdas de abelhas em decorrência de fuga, as armadilhas serão vistoriadas em intervalos de 2 h. Durante as vistorias, as abelhas encontradas nas armadilhas serão transferidas para frascos mortíferos e as armadilhas contendo substâncias mais voláteis (principalmente o eucaliptol) serão recarregadas para manter sua atratividade.

2) Redes entomológicas manuais. Serão empregadas dentro de parcelas de 0,5 ha demarcadas em cada ponto amostral. Cada parcela será varrida em caminhamento lento, por um coletor, conforme sugerido por Sakagami *et al.* (1967) e Silveira & Godinez (1996): as abelhas serão procuradas nas flores e outras situações; sempre que possível, todas as abelhas avistadas serão coletadas; não se permanecerá estacionado junto a plantas atrativas, de forma a se obter uma amostra de cada espécie de abelha proporcional à sua abundância no campo. Uma vez concluído o caminhamento em uma parcela, o coletor passará à parcela seguinte. Ao término da amostragem da última parcela, ele retornará à primeira e repetirá o procedimento, até que se completarem 6 h de coleta. A amostragem será efetuada no período entre 7:00 h e 15:00 h e a ordem em que as parcelas serão amostradas em cada ponto amostral será sorteada previamente.

3) Solução de mel. Adicionalmente, será empregada solução de água e mel (1:1) para atração de meliponinas (Wille, 1962). Esta solução será borrifada sobre uma área de aproximadamente 1m<sup>2</sup> de folhagem, com 4 repetições em cada ponto amostral. As abelhas atraídas serão coletadas com rede entomológica e transferidas para a câmara mortífera.

A coleta dos exemplares encontrados se faz necessária porque não é possível identificar abelhas com segurança no campo. É preciso montá-las em alfinete entomológico e identificá-las com auxílio de chaves de identificação, sob lupa de dissecação. Todas as abelhas capturadas serão depositadas em Coleção Entomológica, onde deverão permanecer à disposição da comunidade científica para estudos.

#### – **Descrição do Projeto**

O Projeto visa à realização de atividades que torne possível o cumprimento dos objetivos citados acima.

#### – **Atividades**

Captura e coleta por meio de armadilhas com iscas aromáticas e redes entomológicas para monitoramento ao longo dos anos de execução do presente projeto.

#### – **Cronograma Físico**

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

Em cada campanha de coleta de dados deverão ser contratados três biólogos, sendo um sênior (responsável pela execução e coordenação do projeto); e dois biólogos plenos, (responsáveis pela execução), além de três estagiários.

– **Equipe Técnica**

A equipe será composta por três biólogos com experiência em identificação e coleta de abelhas em diferentes ambientes, e três estagiários.

– **Instituições envolvidas**

Para este Projeto estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com ações do mesmo, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas.

– **Inter-relação com outros Programas**

O Projeto apresenta interrelação com o Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), Programa de Conservação e Biodiversidade Faunística de Carajás, Projeto de Monitoramento da Frequência da Síndrome de Polinização e o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.

– **Requisitos legais**

Será necessária a obtenção de licença específica para captura, coleta e transporte de exemplares de abelhas.

## **1) Projeto de Monitoramento da Frequência da Síndrome de Polinização**

– **Justificativa**

O funcionamento dos ecossistemas depende das interações que existem entre as espécies com o ambiente e com outras espécies. Uma das mais importantes interações que ocorre nos ecossistemas é a polinização, que promove a reprodução sexuada das plantas, garantindo a diversidade genética delas, além de fornecer alimentos para outros grupos de animais.

As alterações ambientais podem gerar impactos que podem modificar tanto a guilda de polinizadores, quanto a comunidade de plantas, levando à ruptura do sistema polinizador-planta.

Apesar da grande importância das interações nos ecossistemas este é um tema pouco abordado em estudos que visam a conservação e preservação ambiental, o que faz com que a ameaça sobre esse grupo seja ainda maior.

A caracterização em campo das síndromes florais (com a coleta de informações tais como cor, tamanho e simetria das flores, quantidade, concentração de sólidos, horário de produção de néctar e horário de antese) e o levantamento dos visitantes florais, com indicação dos potenciais polinizadores para cada espécie florestal, permite uma caracterização mais segura das frequências das várias síndromes na comunidade. Assim, pode-se, proceder ao monitoramento destas frequências, cuja variação pode indicar alterações de fatores ambientais relacionados a cada uma das síndromes, bem como impactos diversos sobre grupos determinados de agentes polinizadores, especialmente para as plantas de ciclo anual.

Atenção especial deve ser dada ao monitoramento da flutuação das abundâncias dos polinizadores das plantas ameaçadas de extinção e das endêmicas de Carajás, já que qualquer impacto significativo sobre as populações desses agentes poderá contribuir para a extinção das plantas por eles polinizadas.

O conhecimento disponível sobre o serviço de polinização prestado pelos vários agentes polinizadores às plantas da Flona de Carajás era escasso até a execução deste estudo, sendo que o monitoramento dessas relações polinizadores-plantas é de grande importância, principalmente como parte das ações de conservação/manejo de plantas ameaçadas e endêmicas da área.

Justifica-se, portanto, estudos direcionados à biologia reprodutiva das espécies e estudos para determinar a eficiência de *A. mellifera* como polinizador, e/ou a interferência dela no sucesso reprodutivo das espécies de plantas raras. Além disso, indica-se estudos sobre a síndrome floral das espécies vegetais em todo o mosaico de ambientes existente na paisagem ao longo do ano, já que diferentes espécies de plantas florescem em períodos diferentes.

#### – **Objetivos**

Este Projeto tem como objetivo estudar as interações entre polinizadores e plantas, que existem nos ambientes da ADA e AID do empreendimento, por meio de uma análise e acompanhamento das proporções das síndromes florais que ocorrem na área. Além disso, pretende-se detectar possíveis causas de eventuais desequilíbrios do sistema polinizador-planta.

#### – **Metas**

- Monitoramento periódico das possíveis variações na ocorrência das síndromes da polinização na área;
- Monitoramento periódico das variações nas guildas de polinizadores de espécies vegetais

#### – **Indicadores Ambientais**

- Alteração na guilda de polinizadores
- Alteração no comportamento de visitantes florais
- Alteração na proporção das síndromes florais nos ambientes

#### – **Público-alvo**

ICMBIO, IBAMA, Pesquisadores, Instituições de pesquisa.

#### – **Metodologia**

Durante caminhamento pelas áreas de estudo, serão registradas as principais características das flores encontradas, tais como: tamanho da corola, coloração do perianto, disposição das peças florais, simetria floral, aromas florais, volume e concentração de néctar etc. Estas características serão empregadas para definir as síndromes de polinização (Faegri & Van der Pijl, 1979), que permitem a definição dos prováveis grupos de agentes polinizadores de cada planta (e.g. Ackermann & Weigend, 2006; Pauw, 2006). Será observado, também, o comportamento dos principais visitantes florais.

As medidas das partes florais serão tomadas com régua e paquímetro. Para avaliação do volume e concentração dos néctares florais, botões prestes a abrir serão ensacados na tarde de um dia. O néctar floral desses botões será coletado com micro-seringa, entre 9 h e 12 h do dia seguinte. A concentração de açúcares nos néctares amostrados será medida com refratômetro manual com capacidade de leitura de um volume mínimo de 1 $\mu$ , resolução de 0,5% BRIX e alcance de 0% - 50% BRIX. As plantas floridas serão classificadas, ainda, em classes subjetivas de abundância (muito abundante, abundante, relativamente rara e rara).

Insetos serão coletados para identificação e caracterização posterior, aves e outros vertebrados eventualmente encontrados em visita a flores serão fotografados para posterior identificação e seu tamanho será estimado no campo. A abundância dos visitantes florais de cada espécie de planta será estimada por meio de escala subjetiva, como a empregada para a estimativa da abundância das plantas floridas.

Áreas ao longo de todos os trajetos rodo-ferroviários e hidroviários existentes, em implantação ou a implantar resultantes do empreendimento, deverão ser incluídos nas áreas de amostragem, onde se deve realizar levantamentos sistemáticos e sazonais.

Todas as áreas deverão ser georreferenciadas e plotadas em um mapa de vegetação. As distâncias entre as áreas amostradas deverão ser anotadas, possibilitando as investigações de dispersão e de povoamento das populações, em diferentes localizações geográficas.

#### – **Descrição do projeto**

O Projeto visa à realização de atividades que torne possível o cumprimento dos objetivos citados acima.

#### – **Atividades**

Serão realizadas atividades em campo e no laboratório para a realização do Projeto proposto.

#### – **Cronograma Físico**

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

Serão realizadas até quatro campanhas para coleta de dados. Em cada campanha de coleta de dados deve ser empregado o serviço de dois biólogos (um sênior responsável pela execução e coordenação do projeto; e um pleno, responsável pela execução) e dois estagiários.

#### – **Equipe Técnica**

Profissionais necessários para a execução do presente projeto:

- Biólogo Sênior      Coordenação e Execução
- Biólogo Pleno      Execução
- Estagiário 1      Apoio
- Estagiário 2      Apoio



#### – **Instituições envolvidas**

Para este Projeto estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com ações do mesmo, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas.

#### – **Inter-relação com outros Programas**

O presente Projeto apresenta interrelação com o Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), Programa de Conservação da Biodiversidade Faunística de Carajás, o Sub-Programa de Pesquisa e Reprodução de espécies nativas e o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.

#### – **Requisitos legais**

Será necessária a obtenção licença para captura, coleta e transporte de exemplares de abelhas.

### **m) Projeto de Pesquisa e Monitoramento da Mirmecofauna**

#### – **Justificativa**

Estudos preliminares indicam que a Floresta Nacional de Carajás (Flona-Carajás) abriga uma excepcional diversidade de espécies de formigas. Um estudo realizado pelo Museu Paraense Emílio Goeldi registra a ocorrência de no mínimo 403 espécies de formigas nesta região (MPEG, 2005). Este número é uma sub-estimativa do número real de espécies, já que somente para o gênero *Pheidole* é estimada a existência de 100 ou mais espécies (Benson & Brandão, 1987), enquanto que no relatório do MPEG são listadas apenas 49 espécies de *Pheidole* (MPEG, 2005).

Por sua vez, coletas intensivas nas florestas e savanas próximas a Santarém, PA, resultaram num total de cerca de 300 espécies de formigas (Vasconcelos & Vilhena, 2006; Vasconcelos et al., 2006). De modo similar, um total de 307 espécies de formigas foi registrado para o município de Manaus ((Benson & Harada, 1988). O número observado de espécies na Flona-Carajás (MPEG 2005) é menor apenas do que o registrado numa área de 10 km<sup>2</sup> em florestas no Peru (520 espécies) (Verhaagh, 1990).

Entretanto, este estudo no Peru é o único que inclui coletas de formigas tanto no solo como no dossel da floresta e, portanto, seus resultados não são estritamente comparáveis aos demais. Isto porque a comunidade de formigas que habita o dossel das florestas tropicais é bastante distinta daquela que habita o solo e o sub-bosque destas florestas. Além disso, a diversidade de espécies de formigas arborícolas é alta, mais de 40 espécies foram encontradas na copa de uma única árvore amazônica, número este maior do que o número de espécies de formigas que existe em todas as ilhas Britânicas (Wilson, 1987).

A Flona-Carajás não apenas abriga muitas espécies de formigas, mas muitas das espécies que ali ocorrem são raras e, portanto, tem alto valor de conservação. Por exemplo, recentemente ali foram encontradas várias colônias de *Apterostigma megacephala* (Cauê Lopes e Rogério Silva, comm. pess.), uma formiga cultivadora de fungos bastante rara e distinta, anteriormente conhecida por apenas três exemplares coletados na Colômbia e Peru (Lattke, 1999). Além disso, a região abriga espécies com biologia altamente especializada, pouco conhecidas e pobremente representadas em coleções científicas, como *Talaridris mandibularis*, *Thaumatomyrmex* sp., e *Lachnomyrmex amazonicus* (Rogério Silva, comm. pess.).

Além de diverso, o grupo das formigas (insetos himenópteros da família Formicidae) é particularmente abundante na Amazônia já que ali a biomassa de formigas é quatro vezes maior do que a biomassa conjunta de todos os animais vertebrados (Fittkau & Klinge, 1973). Conseqüentemente, as formigas desempenham importantes papéis na ecologia dos ecossistemas amazônicos. Por exemplo, formigas são listadas como o item mais freqüente na dieta de *Tropidurus oreadicus* um lagarto comum nas Savanas Estépicas (canga) da Flona-Carajás (Rocha & Siqueira, 2008).

Formigas, comumente, estabelecem relações de mutualismo com plantas, atuando como dispersoras de sementes ou como agentes de proteção contra o ataque de insetos herbívoros. Sabe-se que a flora da região de Carajás contém muitas espécies que tem nectários extraflorais (Morelato & Oliveira, 1991), que são estruturas produtoras de néctar e que atraem grande número de formigas (Oliveira & Freitas, 2004). Portanto, é provável que as formigas ajudem na proteção destas plantas contra os herbívoros, embora estudos nesse sentido não tenham sido feitos em Carajás. De forma similar, não há estudos sobre o papel das formigas como dispersoras secundárias de sementes de plantas desta região, sendo que sementes são um item importante na dieta de *Pheidole puttemansi*, uma formiga abundante nas cangas de Carajás (Moutinho, 1991).

Variações na abundância, composição e diversidade de espécies podem servir como importantes parâmetros indicadores de mudanças ambientais (Andersen, 1997). Isto faz das formigas importantes indicadores biológicos em estudos que visam avaliar as repostas dos ecossistemas a distúrbios ambientais (Majer, 1983), distúrbios estes freqüentemente causados pelo homem. Exemplos de estudos que utilizaram formigas como bioindicadores incluem estudos que avaliaram os impactos ecológicos da extração seletiva de madeira (Kalif et al., 2001; Vasconcelos et al., 2000), da fragmentação florestal (Carvalho & Vasconcelos, 1999), da supressão e de mudanças no uso da terra (Belshaw & Bolton, 1993; Vasconcelos, 1999) e do sucesso de programas de restauração de áreas mineradas (Majer, 1996; Majer et al., 2007). Mudanças na riqueza e composição da assembléia de formigas em áreas mineradas em processo de restauração tendem a refletir mudanças na riqueza e composição de outros grupos de invertebrados e também na biomassa microbiana do solo (Andersen, 1997; Majer, 1983).

Entretanto, para que possamos utilizar estudos de formigas para acompanhar alterações no ambiente, um primeiro e importante passo é conhecer como são e o que determina as variações na diversidade e composição da fauna de formigas ao longo de gradientes naturais. A elevada diversidade de espécies de formigas na Flona-Carajás pode ser resultado da diversidade de ambientes existentes nesta região, e por isto estudos que determinem a composição de espécies de formigas nestes diferentes ambientes são fundamentais. Por exemplo, na região conhecida como Serra Sul há dez distintas unidades geoambientais. Estes geoambientes resultam da combinação de fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos que determinam a cobertura vegetal. Mudanças na cobertura vegetal, por sua vez, podem trazer mudanças na diversidade e composição de espécies de formigas (Lassau & Hochuli, 2004; Perfecto & Snelling, 1995).

#### – **Objetivos**

Os objetivos deste Projeto são gerar dados sobre a diversidade, composição, e afinidades biogeográficas das espécies de formigas nos diferentes tipos de vegetação presentes no corpo S11 da Flona-Carajás. Gerar informações sobre os fatores ambientais e/ou geográficos determinantes da distribuição local das espécies, bem como obter informações sobre a ecologia e história natural de espécies pouco conhecidas, de espécies dominantes e/ou indicadoras e identificar os fatores determinantes da distribuição local de espécies por meio de uma análise de suas relações com variáveis ambientais.

#### – **Metas**

Monitoramento periódico da diversidade, composição e distribuição geográfica da comunidade de formigas da região da Serra Sul da Flona-Carajás (Corpo S11)

#### – **Indicadores Ambientais**

Alterações na riqueza, abundância e composição de espécies de formigas em diferentes tipos de vegetação.

#### – **Público - Alvo**

IBAMA, ICMBIO, pesquisadores, professores, comunidade do entorno e sociedade em geral.

#### – **Metodologia**

As coletas de formigas serão realizadas em diferentes áreas do corpo S11 da Flona-Carajás. Serão estabelecidos ao menos cinco pontos de coleta em cada um dos seguintes tipos de vegetação: a) Vegetação rupestre, incluindo-se as “Encostas com Campo de *Vellozia*” e “Encostas com Campo Arbustivo”; b) Mata baixa, a qual representa a transição entre a vegetação rupestre arbustiva e os capões de mata; c) Ambiente florestal, incluindo-se os capões isolados em meio à vegetação de canga, a vegetação florestal de borda (onde, em geral, existem diversos fragmentos de rochas no substrato) e as áreas de floresta ombrófila densa localizadas nas baixadas; e d) Campos Brejosos.

Áreas ao longo de todos os trajetos rodo-ferroviários e hidroviários existentes, em implantação ou a implantar resultantes do empreendimento, deverão ser incluídos nas áreas de amostragem, onde se deve realizar levantamentos sistemáticos e sazonais.

Para acesso aos pontos de coleta serão utilizadas as estradas e trilhas já existentes. Os pontos serão estabelecidos de forma aleatória dentro da região, onde o acesso por carro ou a pé é possível, mantendo-se sempre que possível uma distância mínima de 500-1000 m entre pontos dentro de um mesmo tipo de vegetação, de forma que a amostragem seja geograficamente a mais ampla possível.

Dentro de cada ponto será estabelecido um transecto linear, de 100 m de comprimento. Ao longo deste transecto serão medidas as seguintes variáveis ambientais: Cobertura arbórea (árvores com > 4 m de altura), cobertura de arbustos e arvoretas (entre 1 e 4 m de altura e entre 0 e 1 m), altura e cobertura de gramíneas e herbáceas, cobertura de rochas e pedras, cobertura de troncos e galhos mortos, cobertura e profundidade da serapilheira, umidade do solo, densidade de bromélias e densidade de palmeiras e bambus, e a declividade do terreno. Todas estas variáveis serão usadas em análises multivariadas (NMDS e CCA) onde serão avaliados os fatores determinantes da distribuição local de espécies.

As coletas de formigas serão feitas com iscas atrativas e complementadas com o uso de outras três diferentes metodologias de coleta: procura ativa, batimento na vegetação e coleta de serapilheira e extração com o método de Winkler.

Para as coletas com iscas será disposto um total de 60 iscas ao longo de cada transecto, sendo 20 iscas de sardinha no solo, 20 iscas de sardinha na vegetação (a cerca de 1,5 m acima do solo) e 20 iscas compostas de uma mistura de farelo de milho, aveia e casca de laranja desidratada que também serão colocadas no solo em pontos distintos daqueles das iscas com sardinha. Desta forma será possível coletar espécies ocupando diferentes microhabitats (solo ou vegetação) e espécies com diferentes hábitos alimentares, tais como as espécies carnívoras que são atraídas por sardinha e espécies consumidoras de sementes e outros materiais vegetais que são atraídas pela isca com farelo e cascas. Será mantido um espaçamento mínimo de 5 m entre as iscas. As iscas serão colocadas sobre um pedaço de papel branco e vistoriadas após 30 e 60 min.

Exemplares de todas as espécies presentes, sobre, debaixo, ou imediatamente ao redor do papel serão coletados com auxílio de pinça ou pincel e transferidos para um frasco contendo álcool 90%. Para a coleta direta será feita a busca ativa de formigas, no solo e na vegetação, por um período de 30 minutos ao longo de cada transecto. Para a coleta por meio do método do batimento serão selecionadas ao acaso 20 plantas (entre 0,5 e 2 m de altura). Em cada planta serão feitos 10 batimentos na folhagem (com auxílio de um bastão de madeira) e todas as formigas que caírem da folhagem serão recolhidas em um armação de 1 m<sup>2</sup> com pano branco no fundo.

Finalmente serão retiradas, ao acaso, 50 amostras de serapilheira (quando existente) de cada parcela, as quais serão peneiradas em peneira com malha de 0,8 mm. Esta serapilheira peneirada será então transferida para o extrator de Winkler (Bestelmeyer et al., 2000) onde permanecerá por 48 horas. Serão feitas duas coletas em cada ponto, sendo uma durante a estação seca e a outra durante a estação chuvosa.

Todos os locais de coleta serão georeferenciados com auxílio de um GPS. Para cada espécime de formiga coletada serão registradas as seguintes informações: data de coleta, local de coleta (coordenadas geográficas e tipo de vegetação), método de coleta, microhabitat (solo ou vegetação) e tipo de isca visitada. Espécimes representativos de cada espécie serão montados sobre triângulo de cartolina em alfinete entomológico para identificação e posterior armazenamento. A identificação ao nível de gênero será feita com o uso de chaves taxonômicas. A identificação ao nível de espécie, quando possível, será feita com o uso de chaves taxonômicas, por comparação com o material depositado em coleções zoológicas, ou pelo envio de material para especialistas. Espécimes não identificados serão separados em morfoespécies.

Dados sobre a distribuição geográfica (afinidades biogeográficas) das espécies identificadas serão gerados por meio de busca de informações na literatura especializada.

Uma vez concluída esta fase do Projeto, serão propostos e iniciados novos projetos com espécies ou grupo de espécies cuja ecologia e história de vida necessitam ser mais bem elucidadas. Potenciais estudos incluem estudos sobre a biologia de *Apterostigma megacephala*, uma formiga cultivadora de fungos bastante rara e distinta das demais espécies do seu gênero, estudos sobre a importância das formigas na defesa de plantas com nectários extraflorais em vegetação de canga, estudos sobre o potencial papel das formigas como dispersores secundários de sementes de plantas da canga, e (d) descrição e estudo da biologia de possíveis espécies novas.

#### – Descrição do Projeto

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D, quando serão iniciadas as atividades de supressão vegetal, extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

Este programa realizará um inventário intensivo e extensivo das espécies de formigas da área do corpo S11 da Flona-Carajás. Trata-se de determinar a composição de espécies de formigas nos diferentes tipos de vegetação e o seu grau de similaridade; a abundância das espécies e os fatores ambientais e/ou geográficos que influenciam em sua abundância. Considera também a determinação da distribuição geográfica das espécies, a identificação das possíveis espécies raras, ameaçadas e/ou pouco conhecidas, assim como das espécies dominantes, mais características e/ou indicadoras de cada tipo de vegetação, além da presença de possíveis espécies exóticas e invasoras.

No segundo estágio deste projeto, serão realizados estudos autoecológicos com espécies ou grupo de espécies cuja ecologia e história de vida necessitam serem mais bem elucidadas. As informações geradas neste Projeto irão representar um primeiro e importante passo para que seja possível melhor utilizar formigas em estudos sobre a avaliação de impactos na Flona-Carajás.

#### – Atividades

- Obtenção de licença para coleta e transporte do material;
- Compra dos materiais e equipamentos necessários para as coletas;
- Estabelecimento dos pontos de coleta e caracterização de cada ponto em termos da estruturação da vegetação e cobertura do solo;
- Amostragem da comunidade de formigas nos diferentes pontos de coleta com o uso de iscas atrativas;

- Amostragem da comunidade de formigas nos diferentes pontos de coleta com o uso de métodos complementares (procura ativa, batimento na vegetação, coleta de serapilheira e extração por meio do método de Winkler);
- Triagem em laboratório do material coletado e identificação dos gêneros e separação em morfoespécies;
- Identificação das espécies por meio de chaves de identificação, comparação com material depositado em museus e coleções entomológicas e/ou por meio do envio de material para especialistas;
- Elaboração de planilhas de dados e análises estatísticas dos dados;
- Elaboração de relatórios sobre os estudos desenvolvidos no Projeto.

#### – Cronograma Físico

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D estendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

A seguir apresenta-se as atividades previstas e seus períodos de execução (**Tabela 9.1.2.9**).

**TABELA 9.1.2.9**

#### **CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividade	Mês																	
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35
Planejamento e Logística																		
Estabelecimento e caracterização dos pontos de coleta																		
Amostragem da fauna																		
Triagem e identificação do material																		
Elaboração do relatório parcial (ano 1)																		
Elaboração do relatório final (ano 1)																		
Amostragem estudos autoecológicos																		
Elaboração do relatório parcial (ano 2)																		
Elaboração do relatório final (ano 2)																		
Elaboração do relatório parcial (ano 3)																		
Elaboração do relatório final (ano 3)																		

#### – Equipe Técnica

A equipe técnica do Projeto de Monitoramento da Mirmecofauna deverá consistir de no mínimo um pesquisador sênior (biólogo ou afim) e dois pesquisadores-júnior (biólogos ou afins) familiarizados com a mirmecofauna Neotropical. Estes deverão ser apoiados por dois mateiros.

#### – **Instituições Envolvidas**

Para este Projeto estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com ações do mesmo, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas.

#### – **Inter-relação com Outros Programas**

Este projeto tem uma interrelação direta com o Programa de Conservação da Biodiversidade Florística de Carajás.

#### – **Requisitos Legais**

Será necessário solicitar a Autorização para captura, coleta e transporte de fauna junto ao IBAMA e ICMBio

### **n) Projeto de Monitoramento da Biota Aquática**

#### – **Justificativa**

Considerando-se que, durante as diferentes fases do empreendimento serão desenvolvidas atividades com grande potencialidade de afetar ambientes lênticos e lóticos das áreas de influência do Projeto Ferro Carajás S11D, e conseqüentemente a biota aquática aí existente, conforme identificado nos impactos “Alteração nas Comunidades Bióticas na vegetação sobre canga (Savanas Metalófilas)” e “Perda de Habitat da Fauna”, indica-se a adoção de um Projeto de Monitoramento da Biota Aquática, de forma a verificar as respostas destas comunidades à eficiência dos sistemas de controle propostos, e a eventuais anomalias que possam ocorrer nestes ambientes.

#### – **Objetivos**

- Verificar a eficiência das ações de controle propostas para mitigação de impactos sobre os ecossistemas aquáticos;
- Acompanhar o estabelecimento ou não de espécies indesejáveis, como cianobactérias e espécies de invertebrados exóticos à bacia em estudo.
- Determinar se as variações encontradas são decorrentes de fatores naturais ou antropogênicos;
- Acompanhar as flutuações sazonais das comunidades aquáticas dos ambientes a serem suprimidos por meio de parâmetros estruturadores de comunidades, como, composição específica, abundância de indivíduos e equitabilidade.

#### – **Metas**

- Determinar parâmetros estruturadores dessas comunidades com frequência regular;
- Monitoramento periódico desses parâmetros estruturadores
- Realizar trabalhos detalhados de identificação destas espécies.

– **Indicadores Ambientais**

Alterações nos parâmetros estruturadores de comunidades biológicas de ambientes lênticos e lóticos (algas planctônicas e perifíticas, e macroinvertebrados bentônicos).

– **Público - Alvo**

Gestores ambientais, ICMBIO, IBAMA, instituições de pesquisa, Museus, Vale.

– **Metodologia e Atividades**

Definição de Métodos

Deverão ser adotado os mesmos métodos e procedimentos de coleta, identificação de espécies e quantificação de indivíduos, utilizados para os levantamentos de dados primários. Uma vez definida a rede amostral, deverá ser feita uma inspeção técnica aos locais previstos para validação dos pontos previamente selecionados, considerando-se a representatividade do ponto e acessibilidade. As amostragens devem cobrir com precisão o ciclo hidrológico de forma a acompanhar as variações dos parâmetros estruturadores destas comunidades.

Para a rede amostral, indica-se o monitoramento de 18 pontos, conforme a **Figura 9.1.2.3** abaixo.

Áreas ao longo de todos os trajetos rodo-ferroviários e hidroviários existentes, em implantação ou a implantar resultantes do empreendimento, deverão ser incluídos nas áreas de amostragem, onde se deve realizar levantamentos sistemáticos e sazonais.

Todas as áreas deverão ser georreferenciadas e plotadas em um mapa de vegetação. As distâncias entre as áreas amostradas deverão ser anotadas, possibilitando as investigações de dispersão e de povoamento das populações, em diferentes localizações geográficas.

Realização de Trabalhos de Campo

A coleta de dados será realizada considerando os organismos em foco, como também dados complementares como parâmetros físico-químicos e hidrológicos;

Realização de Trabalhos de Laboratório e Escritório

Essas atividades consistem em identificar e quantificar os organismos coletados, assim como proceder as análises de dados, interpretação de resultados, e elaboração dos relatórios, com indicação de medidas preventivas e/ou corretivas, se for o caso, ou adequação de premissas do projeto em questão (abrangência/localização de pontos de amostragens, frequência, outros.).

– **Descrição do Projeto**

O Projeto deverá abranger os ambientes lênticos (lagos doliniformes e campos brejosos) e lóticos (riachos de platô, encostas e baixada) das áreas de influência do empreendimento (AID e AII), obedecendo-se, os locais previamente amostrados durante os levantamentos de dados primários, e a localização dos locais selecionados para coletas do Programa de monitoramento da Qualidade das águas dos Corpos Receptores.



A malha amostral poderá ser revista, em razão do surgimento de novas demandas inerentes ao monitoramento. O Projeto deverá ser implementado a partir da Licença Prévia. Devido à grande oscilação do volume das águas nesta região, o Projeto deverá considerar um ciclo de amostragens abrangendo no mínimo os períodos seco e chuvoso, e as transições entre seco-chuvoso e chuvoso-seco, acompanhando basicamente a agenda do Programa de monitoramento da Qualidade das águas dos Corpos Receptores, e estendendo-o durante as fases de implantação e operação do empreendimento. Com os resultados obtidos espera-se avaliar a eficiência das ações de controle intrínseco adotadas, e com isso contribuir para a melhora destas ações, se for o caso, ou mesmo certificar a garantia destes controles, ratificando-os para projetos e aplicações futuras. Além disso, espera-se contribuir para o conhecimento da diversidade das espécies de algas planctônicas e perifíticas, e macro invertebrados bentônicos dos ambientes aquáticos presentes na área de influência do empreendimento e, desta forma, associar a eventual variabilidade dos atributos descritores de comunidades (riqueza, abundância, e equitabilidade), com componentes físicos do habitat.

**FIGURA 9.1.2.3 Rede amostral proposta dos pontos de Monitoramento da Biota Aquática A3**

### – Cronograma Físico

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

As atividades gerais deste projeto de monitoramento englobam a programação e o planejamento dos trabalhos, quando ficarão estabelecidas as premissas do projeto (malha amostral, procedimentos de coletas e análises, etc.), a realização de campanhas e análises, a elaboração de relatórios, e apresentação de resultados, quando em reunião com os executores do projeto, empreendedor e, se for o caso, órgão licenciador. Os resultados até então obtidos deverão ser discutidos, e gerar-se-á uma pauta para a programação e planejamento dos trabalhos do ano subsequente. A distribuição das atividades por mês de realização é apresentada a seguir (**Tabela 9.1.2.10**), para o ciclo de um ano, que devem ser repetidas.

**TABELA 9.1.2.10**

### **CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Programação e planejamento													
Realização de campanhas													
Realização de análises													
Elaboração de relatórios													
Apresentação de resultados													

### – Equipe Técnica

Duas equipes de executores deste Projeto deverão ser compostas cada uma por:

- Um especialista em Ecologia de Comunidades de Ambientes Aquáticos,
- Um especialista em Ecologia e Taxonomia de Algas,
- Um especialista em Ecologia e Taxonomia de Invertebrados Aquáticos.
- Participação eventual de especialistas em taxonomia tanto de algas, quanto de invertebrados, para o caso de confirmação e validação de espécies pouco conhecidas.

### – Instituições Envolvidas

Para este Projeto estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com ações do mesmo, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas.

### – **Inter-relação com outros Programas**

Este projeto tem uma interrelação direta com o Programa de monitoramento da Qualidade das águas dos Corpos Receptores, com o Programa de Inventário dos Ambientes úmidos, com o Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), com o Projeto de Monitoramento da Ictiofauna e com o Programa de Estudo de Comunidades de Ambientes Úmidos no Corpo S11.

### – **Requisitos Legais**

Será necessário solicitar a Autorização para captura, coleta e transporte de fauna junto ao IBAMA e ICMBio.

### **o) Projeto de Monitoramento da Ictiofauna**

#### – **Justificativa**

Esse projeto permitirá avaliar adequadamente a eficiência das medidas de controle adotadas, primariamente aquelas usadas para contenção de sólidos, tratamento e posterior lançamento de efluentes, entre outros. Esses estudos devem ser iniciados em momento precedente a instalação do Projeto Ferro Carajás S11D e se continuarem após sua entrada em operação.

Dessa forma, a execução do projeto é interpretada como essencial para evitar a perda da biodiversidade de peixes em nível local e regional.

#### – **Objetivos**

- Ampliar o inventário da ictiofauna e definir padrões relativos às comunidades de peixes na área de influência Projeto Ferro Carajás S11D;
- Avaliar alterações das comunidades de peixes que possa estar relacionada com a operação Projeto Ferro Carajás S11D;
- Propor ações de conservação e manejo que mantenham estáveis ou aumentem a qualidade ambiental, permitindo dessa forma a manutenção da ictiofauna em longo prazo.

#### – **Metas**

- Determinar as características estruturadoras das assembléias de peixes com frequência regular e antes das intervenções serem impostas a drenagem;
- Determinar as mudanças nas assembléias e populações de peixes e suas relações com fatores naturais e antrópicos;
- Constituir uma base sólida de informação que possa ser usada em programas de conservação de peixes da área afetada pelo Projeto Ferro Carajás S11D.

#### – **Indicadores Ambientais**

Riqueza de espécies de peixes, índices utilizados para avaliar comunidades naturais – diversidade, equitabilidade, similaridade, fator de condição – variações nas abundâncias de espécies em relação às guildas tróficas, reprodutivas e comportamentais.

– **Público-alvo**

Empreendedor, órgãos ambientais estaduais e nacionais, população local e trabalhadores do Projeto Ferro Carajás S11D.

– **Descrição do Projeto**

Esse Projeto visa primariamente proporcionar uma base de dados adequada para entender os processos e mudanças na ictiofauna com a instalação do Projeto Ferro Carajás S11. Será desenvolvido a partir de estudos de campo cobrindo uma rede amostral condizente com a dimensão do projeto, onde serão avaliados aspectos da biodiversidade de peixes, parâmetros populacionais e das comunidades, além de índices que permitam determinar a eficácia das medidas de controle adotadas. Dessa forma, a base de dados obtida nesse Projeto será de importância fundamental para direcionar todas as ações de conservação e manejo que venham a ser implementadas para a ictiofauna local. Por outro lado poderá constituir um modelo a ser adotado em empreendimentos similares na região.

– **Metodologia**

O Projeto deverá iniciar no mínimo um ano antes de qualquer intervenção na área, condição essencial para se obter dados comparativos para as fases seguintes do Projeto Ferro Carajás S11D. Deverá ser centrado nos ambientes lóticos, primariamente aqueles localizados na parte baixa. Nos lagos doliniformes as ações serão diferenciadas e específicas no que se refere à supressão dos mesmos e conseqüentemente dos peixes que ocorrem atualmente. Dessa forma, para os lagos doliniformes as ações terão características similares ao resgate de fauna, cuja metodologia deverá ser detalhada após a definição exata de como será feito o esgotamento dos lagos afetados.

A malha amostral deve ser ampla e abranger a calha do rio Sossego e afluentes de ambas as margens. A malha de amostragem deverá contar com no mínimo 10 pontos dentro dessa drenagem, selecionados de acordo com a localização das estruturas do Projeto Ferro Carajás S11D. Essa malha amostral poderá ser revista e adequada em função do surgimento de novas demandas, inerentes ao empreendimento e ao monitoramento.

Áreas ao longo de todos os trajetos rodo-ferroviários e hidroviários existentes, em implantação ou a implantar resultantes do empreendimento, deverão ser incluídos nas áreas de amostragem, onde se deve realizar levantamentos sistemáticos e sazonais.

A periodicidade dos levantamentos de campo deve ser trimestral durante os dois primeiros anos, podendo ser alterada após esse período e com base nos estudos desenvolvidos. A revisão de periodicidade deve ser feita sempre que necessário, constituindo parte das ações do monitoramento, o qual deverá se estender pelas fases de implantação e operação do empreendimento.

Devido à variação de tamanho dos cursos d'água da região, diferentes procedimentos de amostragem deverão ser adotados. Assim, ambientes maiores deverão ser amostrados com redes de emalhar, armadas ao entardecer e retiradas na manhã do dia seguinte. Nos ambientes de menor porte serão empregadas peneiras e redes de arrasto com malha de 2 mm de abertura. Nos processos discriminados anteriormente e tanto quanto possível, o esforço de pesca deverá ser padronizado permitindo comparações em longo prazo. Adicionalmente deverão ser utilizados outros artefatos de pesca (tarrafas, redes tipo picaré e covos), como forma de complementar o inventário da ictiofauna. Este processo de amostragem é aqui definido como qualitativo e será empregado em todos os pontos.

Os peixes capturados serão acondicionados em sacos plásticos etiquetados, separados por local, artefato de pesca e malhas. A fixação deverá ser feita em formalina 10%. Após este procedimento todos os exemplares serão acondicionados em recipientes apropriados. Em laboratório, todo o material será lavado e conservado em solução de álcool etílico a 70° GL. Todos os exemplares serão identificados, etiquetados e posteriormente pesados e medidos (comprimento total e padrão) e avaliados aspectos da biologia reprodutiva e alimentar. 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.

A análise do fator de condição será desenvolvida com as espécies mais abundantes e representativas obtidas durante todo o estudo, considerando-se as fases pré e pós-implantação do Projeto Ferro Carajás S11D. Os dados dos exemplares serão agrupados em cada uma das situações de análise.

#### – Cronograma Físico

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

Atividades do Projeto de monitoramento envolvem a programação e o planejamento dos trabalhos, quando serão ajustados os procedimentos executivos. A distribuição das atividades para o ciclo de um ano é apresentada a seguir (**Tabela 9.1.2.11**), e se repete para os anos seguintes até o momento que seja alterado em funções das demandas e ajustes.

**TABELA 9.1.2.11**

#### **CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Ações\eventos	Trimestres			
	1	2	3	4
Contratação dos serviços				
Amostragens da ictiofauna				
Análise de dados				
Relatório de atividades das campanhas				
Relatório com análise de dados (anual final)				

**Obs.:** As atividades do 1º. Ano deverão ser iniciadas antes de qualquer alteração das características ambientais locais.

Cronograma financeiro e procedimentos metodológicos deverão ser apresentados em detalhes por ocasião da elaboração do PBA.

– **Equipe Técnica**

A equipe mínima para execução deste Projeto deverá ser composta por um especialista em Ecologia de Peixes com experiência em trabalhos na região amazônica. Adicionalmente envolverá biólogos com experiência em análises biológicas de peixes e auxiliares de campo. Também deverá ser considerada a participação específica de sistemata para solucionar dúvidas taxonômicas.

– **Instituições envolvidas**

Para este Projeto estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, especialmente as do Pará, notadamente o MPEG, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com ações do mesmo, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas.

– **Inter-relação com outros Programas**

Esse Projeto possui relação com o Monitoramento da qualidade de água superficiais, além de subsidiar as informações a serem utilizadas no Programa de educação ambiental e no Programa de Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio).

#### **9.1.2.1.4 Programa Estudo de Comunidades Aquáticas de Ambientes Úmidos no Corpo S11**

– **Justificativas**

Os ambientes úmidos existentes do Corpo S11 representam os principais centros de diversidade de comunidades de flora hidrófila e hidrobiológicas da região, havendo variações entre eles e alterações na comunidade ao longo do ano, relacionadas à sazonalidade na disponibilidade de água. À medida que o nível de água se altera, aumentando ou diminuindo, a comunidade vai se adequando à situação, havendo diversas espécies efêmeras que ocupam apenas determinado momento desse fluxo hídrico.

Além da sazonalidade marcante desses ambientes úmidos, em cada unidade observa-se uma forte zonação, com populações definidas em termos espacial e temporal.

Os Estudos de Área Mínima da Vegetação sobre canga tem abordado os ambientes úmidos existentes no Corpo S11, também na Serra Norte (N1) e Serra do Tarzan. O desenho amostral desse estudo objetiva um diagnóstico exploratório comparativo em diferentes ambientes ferruginosos da região na intenção de se apontar a existência ou não de similaridade entre eles.

Apesar das parcelas plotadas servirem ao objetivo de apontar a similaridade entre os ambientes, não é suficiente para basear análises específicas aos ambientes úmidos relacionadas à sua sazonalidade e zonalidade, as quais definem a estruturação da comunidade.

Diversas espécies vegetais foram identificadas ocorrendo em apenas um ou em poucos locais e muitas ocupam os espaços apenas durante um curto período do ano, quando o nível de água encontra-se em determinado ponto ou outros fatores ambientais facilitam seu estabelecimento.

Exemplos dessas ocorrências localizadas não faltam: uma nova espécie de *Mesosetum* apenas em S11-C. *Nymphaea rudgeana* apenas em um lago de S11-B, *Lobelia sp.* somente em alguns pequenos córregos temporários. Espécies como *Isoetes sp.*, *Cabomba furcata*, *Bacopa myriophylloides*, ente outras são encontradas em determinados períodos e em outros estão ausentes do mesmo local.

Percebeu-se que a intensa variação sazonal e zonal das comunidades úmidas está diretamente associada à flutuação do nível de água e que alterações hídricas naturais ou derivadas de atividades minerárias próximas podem decorrer em mudanças na composição de espécies desses ambientes.

Considerando-se que, na fase de implantação do empreendimento serão suprimidos ambientes aquáticos na Área Diretamente Afetada, e conseqüentemente a biota aquática aí existente, conforme identificado nos impactos “Alteração nas Comunidades Bióticas na vegetação sobre canga (Savanas Metalófilas)” e “Perda de Habitat da Fauna”, sugere-se a realização de um programa intensivo para o levantamento dessas comunidades, de forma a aumentar o detalhamento do conhecimento taxonômico das espécies encontradas e a registrar o comportamento sazonal das flutuações dos parâmetros estruturadores dessas comunidades.

Desta forma, é importante que estudos detalhados sejam dirigidos a esses ambientes para que a composição e a dinâmica da comunidade seja ampliada.

### **Objetivos**

- Ampliar o conhecimento das comunidades de flora hidrófila associadas aos ambientes úmidos.
- Aumentar o conhecimento das espécies de algas planctônicas e perifíticas, e macroinvertebrados bentônicos, de forma a intensificar o detalhamento taxonômico dessas espécies;
- Mapear a distribuição das espécies relacionadas aos ambientes úmidos na região de Carajás
- Acompanhar as flutuações sazonais das comunidades aquáticas dos ambientes a serem suprimidos por meio de parâmetros estruturadores de comunidades, como, composição específica, abundância de indivíduos e equitabilidade.
- Prever conseqüências na comunidades bióticas de alterações no nível hidrológico dos corpos úmidos.

### **Metas**

- Coletar intensivamente amostras de espécies de algas planctônicas e perifíticas, e macroinvertebrados bentônicos;
- Conhecer as variações na comunidade biótica dos ambientes úmidos em função da sazonalidade;
- Organização periódica das informações (ex. banco de dados) de forma a possibilitar fácil consulta.



– **Indicadores Ambientais**

- **Índices de riqueza, diversidade, composição de espécies, abundância por localidade e por estação.**
  - Alterações na dinâmica das comunidades hidrobiológicas e flora hidrófila devido às mudanças no nível hidrológico dos corpos úmidos.

– **Público-Alvo**

Espera-se o envolvimento de universidades, museus, empresas de consultoria, além da empresa Vale e dos órgãos ambientais (ICMBio e IBAMA).

– **Descrição do Programa**

Este Sub-Programa consiste no estudo dos ambientes úmidos, tendo como objetivo conhecer sua sazonalidade e zonalidade. O Sub-Programa deverá abranger os ambientes lênticos (lagos doliniformes e campos brejosos) e lóticos (riachos de platô, encostas e baixada) que serão suprimidos na área diretamente afetada e no entorno. O Sub-Programa deverá ser implementado, com coletas concomitantes às obras que afetarão os ambientes aquáticos a serem suprimidos, considerando no mínimo um ciclo de amostragens (período seco, início e fim de período chuvoso), sendo que o ideal seriam dois ciclos hidrológicos, considerando-se a realização das tarefas e atividades que implicam na supressão de ambientes aquáticos. Com os resultados obtidos espera-se obter um maior conhecimento taxonômico dos organismos encontrados nos ambientes úmidos, assim como um melhor entendimento dos processos envolvidos na flutuação sazonal dessas comunidades.

– **Metodologia**

**Flora**

Considerando a amplitude dos ambientes úmidos, que se apresentam em formas que variam desde poças temporárias a lagoas perenes, deverão ser escolhidos locais para amostras quantitativas, coincidentes com os pontos definidos para coletas e monitoramento da biota aquática, sendo outras áreas visitadas para coletas qualitativas.

As campanhas deverão ser bimestrais para que os dados coletados reflitam a variação sazonal da comunidade, devendo continuar por ao menos 2 anos, abrangendo possíveis variações na distribuição anual de chuvas.

Em cada local deverão ser definidos dois transectos perpendiculares de uma margem a outra, com parcelas de 1x1m ao longo destas linhas e distanciadas 5m uma da outra. Todas as plantas presentes em cada parcela será anotada e sua taxa de cobertura nesse 1m<sup>2</sup> estimada.

Para evitar poluição visual e reduzir interferências com organismos desses ambientes desaconselha-se que as parcelas sejam marcadas. Apenas o início de cada transecto e sua direção deverão ser marcados. O importante é manter a distância entre as parcelas e o delineamento do transecto.

Frequência de cada espécie por parcela e por corpo úmido, assim como seu índice de cobertura, serão avaliados. Os dados serão comparados entre as parcelas, entre os corpos úmidos e entre os períodos de amostragem.

## **Comunidades Hidrobiológicas**

### Definição de Métodos

Como métodos deverão ser utilizados os mesmos procedimentos de coleta, identificação de espécies e quantificação de indivíduos, utilizados para os levantamentos de dados primários. Uma vez identificados os ambientes que serão suprimidos deverá ser feita uma inspeção técnica a estes locais para validação dos pontos previamente selecionados. A frequência das amostragens deverá ser de pelo menos seis campanhas por ano, cobrindo-se com maior precisão o ciclo hidrológico (período seco, transições entre período seco e chuvoso, período chuvoso, e transições entre período chuvoso e seco), de forma a acompanhar as variações da composição específica e abundância de indivíduos destas comunidades.

### Realização de Trabalhos de Campo

Os trabalhos de campo serão realizados de forma a coletar os organismos em foco, como também dados complementares como parâmetros físico-químicos e hidrológicos.

### Realização de Trabalhos de Laboratório e Escritório

Essas atividades serão desenvolvidas de forma a identificar e quantificar os organismos coletados, enfatizando-se os aspectos taxonômicos, e proceder às análises de dados, interpretação de resultados, e elaboração dos relatórios, em conjunto com os dados obtidos no levantamento botânico nos ambientes. Desta forma, prevê-se conhecer as variações na comunidade biótica dos ambientes úmidos em função da sazonalidade;

#### **– Atividades**

A seguir são descritas as principais atividades deste Sub-Programa:

- Definição da rede de Amostragem dos ambientes
- Realização de coletas botânicas e das comunidades hidrobiológicas
- Identificação do material coletado com participação de especialistas
- Produção da coleção de referência para a área;
- Análise integrada dos dados e descrição dos padrões de sazonalidade dos ambientes aquáticos.

#### **– Cronograma Físico**

Este Projeto deverá ser iniciado na etapa de implantação do Projeto Ferro Carajás S1D extendendo-se por toda a implantação do projeto (três anos) e mais dois anos da operação.

As atividades gerais deste Sub-Programa englobam a programação e o planejamento dos trabalhos, quando ficarão estabelecidas as premissas do mesmo (malha amostral, procedimentos de coletas e análises, etc.), a realização de campanhas e análises, o detalhamento taxonômico, a elaboração de relatórios, e apresentação de resultados, quando em reunião com os executores do Sub-Programa, empreendedor e, se for o caso, órgão licenciador (**Tabela 9.1.2.12**).

**TABELA 9.1.2.12**  
**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Programação e planejamento													
Realização de campanhas													
Realização de análises													
Detalhamento taxonômico													
Elaboração de relatórios													
Apresentação de resultados													

– **Equipe Técnica**

**Flora**

A equipe mínima de profissionais envolvidas está listada a seguir. A critério do empreendedor/executor poderá ser alterada a quantidade de profissionais envolvida:

- 1 Biólogo Botânico coordenador do Sub-Programa
- 2 Biólogos Botânicos para campo e identificação do Material
- Pesquisadores de Instituições de Pesquisa (Identificação de Material)
- 1 Técnico de Herbário

**Biota Aquática**

Uma equipe mínima de executores deste projeto deverá ser composta por:

- 1 especialista em Ecologia de Comunidades de Ambientes Aquáticos,
- 1 especialista em Ecologia de Algas,
- 2 especialistas em Taxonomia de Algas (para os grupos menos conhecidos),
- 1 especialista em Ecologia de Invertebrados Aquáticos,
- 2 especialistas em Taxonomia de Invertebrados Aquáticos (para os grupos menos conhecidos).

– **Instituições Envolvidas**

Para este Sub-Programa estão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, IBAMA, empresas de consultoria, instituições de pesquisa e Universidades.

– **Inter-relação com outros Programas**

Este Sub-Programa apresenta interface com o Programa do Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás (BDBio), Sub-Programa de Pesquisas e Reprodução de espécies nativas, Projeto de Monitoramento da Biota Aquática e Projeto de Monitoramento da Ictiofauna.

#### – Requisitos Legais

- **Lei Federal nº 6.938, de 31/08/1981**, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- **Decreto Federal nº 4.339, de 22/08/2002** que institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade.
- **Decreto Estadual nº 802, de 20/02/2008** que cria o Programa Estadual de Espécies Ameaçadas de Extinção - Programa Extinção Zero, declara as espécies da fauna e flora silvestre ameaçadas de extinção no Estado do Pará, e dá outras providências.
- **Lei Estadual nº 6462, de 04/07/2002** que dispõe sobre a Política Estadual de Florestas e demais Formas de Vegetação no estado do Pará, que institui como alguns de instrumentos o inventário e o monitoramento da flora natural do Estado e o banco de dados da flora natural do Estado;
- **Lei Estadual nº 5887, de 09/05/1995**, que dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências.

#### 9.1.2.1.5 Plano de Compensação Ambiental

##### a) Programa de Áreas Prioritárias para a Conservação

#### – Justificativa

Desde 1992 (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio 92) vêm buscando-se estabelecer um conjunto de medidas para conservar a diversidade biológica de cada nação. A conservação *in situ* apresenta grande relevância, uma vez que permite a manutenção dos processos ecológicos, evolutivos, bem como a qualidade ambiental do local. Neste aspecto, os sistemas de unidades de conservação têm se mostrado como um instrumento essencial de proteção da biodiversidade.

A inserção de um novo empreendimento em uma região traz na maioria das vezes o comprometimento irreversível de áreas nativas. A Resolução CONAMA 02/96 e o Decreto 6848/09 em substituição ao Decreto 4340/02 regulamentam a compensação de impactos irreversíveis, atribuindo para a região impactada à implantação de unidades de conservação e a aplicação de recursos compensatórios.

A implantação do Projeto Ferro Carajás S11D irá suprimir 2.721,6 hectares (distribuídos em Formações Florestais, Canga e Pastagens) da extensão original do Corpo S11. Este corpo constitui o platô de maior tamanho da região de Serra Sul e, conseqüentemente sustenta as maiores proporções de Savanas Metalófilas, abrigando sistemas lênticos de dinâmicas ecológicas diferenciadas, o que justifica a necessidade de medidas compensatórias.

Além da diversidade de flora e fauna, o Corpo S11 comporta-se como uma unidade paisagística de beleza cênica, emergindo com imponência geomorfológica, em meio às baixadas florestadas da Flona de Carajás. A relevância dessas características reforça a aplicação da medida compensatória, ao propiciar também, qualidade ambiental para as populações da região e proteção ao patrimônio natural do país.

Nas áreas de floresta ombrófila haverá a supressão de 1.377,4 hectares destinada à implantação das pilhas de estéril e demais obras civis. Nas áreas de Savana Estépica serão suprimidos 1.061,9 hectares e outros 129,3 hectares de supressão ocorrerão em formações estacionais semidecíduais. Em ambientes lacustres serão suprimidos 22,9 hectares, enquanto nas áreas de pastagens, 130,1 hectares serão suprimidos. A redução das áreas originais gerará perdas na diversidade florística e faunística, além do comprometimento parcial de recursos hídricos lóticos.

Indica-se, portanto, um programa de estabelecimento de áreas prioritárias para conservação de geoambientes similares, para possibilitar, de modo legalizado, a proteção e a manutenção permanente de áreas de Canga, Matas de Transição e de Floresta Ombrófila, com tamanho e estado de preservação suficientes as áreas suprimidas do bloco D. Estas deverão funcionar como zonas de proteção ecológica permanente e de sustentação para a conservação da fauna e flora ocorrentes em toda a extensão da Serra Sul e, portanto, as mesmas deverão estar localizadas nessa região, que inclui S11, Serra do Tarzan e Serra do Rabo (englobando Serra da Bocaina).

#### – **Objetivos**

Este Programa tem como objetivo geral nortear a seleção de áreas representativas da paisagem natural similar à ocorrente no S11D, de modo a promover a conservação da riqueza, abundância e diversidade da fauna e flora das fitofisionomias Savanas Estépicas e Formações Florestais.

#### – **Metas**

Estudar áreas alternativas para seleção daquelas que serão prioritárias para a conservação.

Apresentar estudo das alternativas para o órgão ambiental.

#### – **Indicadores Ambientais**

São considerados indicadores ambientais a serem verificados nas áreas destinadas à conservação: alta diversidade e riqueza de espécies, presença das espécies ameaçadas, raras e endêmicas, existência de corpos hídricos lânticos e lóticos, conectividade entre os demais corpos de Serra Sul, beleza cênica similar.

#### – **Público - Alvo**

Este programa envolverá órgãos públicos e gestores ambientais.

#### – **Metodologia**

Inicialmente deverão ser selecionadas potenciais áreas prioritárias para a conservação, por meio de imagens de satélite ou mapas de uso do solo e cobertura vegetal.

Após seleção, essas áreas deverão ser inventariadas de modo a se conhecer os parâmetros indicadores da qualidade ambiental de cada uma. Caso já houver dados secundários e que apresentem os parâmetros aqui indicados, os mesmos serão utilizados.

Além dos parâmetros indicadores, as áreas a serem selecionadas deverão apresentar uma área suficiente para compensar àquela suprimida e abrigar ambientes semelhantes aos deste bloco. Estas áreas deverão preferencialmente, se localizar próximas à área que será suprimida e na região de Serra Sul, que inclui S11, Serra do Tarzan e Serra do Rabo (englobando Serra da Bocaina).

Para cada um dos parâmetros e variáveis (tamanho e ambiente) estudados, deverá ser estabelecido um critério de importância e representatividade dentro da região de Serra Sul. Esses parâmetros e variáveis deverão estar dispostos em uma escala de valores de modo a permitir uma comparação entre as áreas e a consequente eleição das melhores áreas prioritárias a serem protegidas.

Para compensar a redução dos ambientais florestais e os impactos inerentes à implantação do projeto nesses ambientes, indica-se o incremento de áreas contíguas à FLONA Carajás, mediante aquisição de terrenos adequados para a preservação. A aquisição destes terrenos apresentará relevante contribuição na conservação da Flona de Carajás, bem como para a atenuação de arestas entre a preservação ambiental e desenvolvimento de empreendimentos minerários da empresa na região.

Após definição, essas áreas deverão ser indicadas para uma categoria de Unidade de Conservação, segundo SNUC (Lei 9.985/00) ou se estabelecerem dentro da zona de conservação do Zoneamento Ambiental da Flona de Carajás.

#### – **Descrição do Programa**

Este programa apresenta-se de caráter compensatório, uma vez que áreas significativas de Savana Estépica e Formações Florestais serão suprimidas, acarretando perdas biológicas não mitigáveis. O estabelecimento de áreas prioritárias possibilitará a conservação de amostras representativas da diversidade biológica, dos recursos hídricos e da diversidade morfológica suprimidas com a implantação do Projeto Ferro Carajás S11D.

#### – **Atividades**

Segue abaixo as atividades a serem executadas neste programa:

- Seleção das áreas potenciais prioritárias para a conservação;
- Inventário das áreas selecionadas como potenciais para a conservação;
- Valoração dos parâmetros indicadores da qualidade ambiental;
- Definição das áreas a serem conservadas;
- Indicação da categoria de Unidade de Conservação ou Zona de Conservação da Flona de Carajás.

#### – **Cronograma Físico**

O Programa deverá ser iniciado a partir da obtenção da Licença Prévia (LP), com duração mínima de um ano.

– **Equipe Técnica**

Especialistas em grupos temáticas da fauna e flora, gestores ambientais e órgãos públicos.

– **Instituições Envolvidas**

Para este programa estarão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, IBAMA, SEMA, DNPM e outras que forem atuar ou contribuir com ações do mesmo, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas.

– **Inter-relação com outros programas**

Programa do Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás Programa de Conservação da Biodiversidade Florística do Projeto Ferro Carajás Programa de Conservação e Biodiversidade Faunística de Carajás Programa de Criação de Unidade de Conservação.

– **Requisitos Legais**

Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação

Decreto Nº 6.848, de 14 de maio de 2009. que regulamenta a compensação ambiental.

#### **9.1.2.1.6 Programa de Criação de Unidade de Conservação**

– **Justificativa**

As atividades de Instalação e Operação do Projeto Ferro Carajás S11D irão suprimir 1.061,9 hectares de Savana Estépica 1.377,4 hectares de Formações Florestais. Para compensar a redução dessas áreas savânicas e florestais, bem como compensar os impactos não mitigáveis, inerentes à implantação e operação do empreendimento é indicada a implantação de uma Unidade de Conservação na área de inserção do empreendimento.

Por sua vez, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (Lei 9.985 de 18 de julho 2.000), diz em seu 36º artigo que, no caso de licenciamento ambiental a Unidade de Conservação a ser criada e mantida pelo empreendedor, deverá ser do Grupo de Proteção Integral, cujas categorias são: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre.

Face ao exposto e aos impactos não mitigáveis sobre ambientes savânicos e florestais, o presente programa justifica-se e visa à criação de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral.

– **Objetivos**

- Indicar a implantação de uma unidade de conservação de domínio público e uso indireto, visando conservar remanescentes de Savana Estépica e Formações Florestais.
- Maximizar a conservação da riqueza, abundância e diversidade da fauna e da flora.

- Proteger os recursos hídricos, a beleza cênica e a diversidade morfológica de amostras representativas da região sul paraense e, em especial, dos ambientes a serem suprimidos pelo empreendimento.
- Compensar os impactos causados pela implantação do Projeto Ferro Carajás S11D.
- Proteger permanentemente áreas de Savanas Estépicas e Formações Florestais, visando conservar amostras representativas da diversidade de fauna e flora da região sulparaense.

– **Metas**

Estudar áreas alternativas para implantação de Unidades de Conservação.

Apresentar estudo das alternativas para o órgão ambiental.

– **Indicadores Ambientais**

Para a criação de uma UC deverão ser avaliados parâmetros indicadores que estão relacionados às questões-chave para a preservação da biodiversidade, tais como a representatividade da região ecológica natural que será afetada, a presença de espécies da fauna e flora de interesse conservacionista, a fragmentação da área, a diversidade geomorfológica, entre outros atributos.

– **Público - Alvo**

Órgãos públicos e Vale.

– **Metodologia**

Como procedimento inicial deverá ser realizado uma seleção prévia das áreas existentes, que possuam os atributos necessários para conservação, por meio de material cartográfico ou fotográfico. Nessa etapa deverão também ser definidos e analisados os critérios que serão considerados para a avaliação das áreas, bem como determinada a técnica a ser utilizada para essa avaliação.

Após esta seleção prévia, as áreas deverão ser vistoriadas em campo, georreferenciadas e avaliadas quanto às principais características ambientais, de acordo com técnica selecionada e os critérios definidos para essa análise. As áreas analisadas deverão ser hierarquizadas quanto a sua maior adequação para se tornarem uma Unidade de Conservação.

Será criado um banco de dados, que deverá no mínimo apresentar informações sobre riqueza total e relativa, abundância total e relativa, distribuição das espécies, mapeamento das populações, longevidade das populações estudadas, pressões exercidas como ocorrência de caça, fogo e predações (quando evidenciadas) e reprodução (quando evidenciadas).

Essas informações subsidiarão o plano de manejo da Unidade de Conservação e poderão ser aplicadas em modelos matemáticos visando caracterizar a viabilidade das populações ao longo dos anos, bem como elucidar quais medidas poderão ser incrementadas para garantir ou permitir essa viabilidade das populações e manter a diversidade biológica.

Por fim, o responsável pelo empreendimento, deverá transferir seu domínio à entidade do Poder Público responsável pela administração de unidades de conservação, realizando sua manutenção mediante convênio com o órgão competente.



### – Descrição do Programa

Este programa possui caráter compensatório, uma vez que áreas significativas de Savana Estépica e Floresta Ombrófila serão suprimidas, acarretando perdas biológicas não mitigáveis. O estabelecimento de uma Unidade de Conservação, exterior à Flona de Carajás, possibilitará a conservação de áreas que atualmente estão sob pressões antrópicas, incrementando na região sulparaense, a manutenção da diversidade biológica, dos recursos hídricos, da beleza cênica e da diversidade morfológica local.

### – Atividades

Segue abaixo as atividades a serem executadas neste programa:

- Seleção das áreas alternativas para a implantação de uma Unidade de Conservação
- Coleta de dados nas áreas alternativas para a avaliação
- Hierarquização das alternativas estudadas
- Eleição da área alternativa a ser transformada em Unidade de Conservação de Proteção Integral
- Transferência do domínio da Unidade de Conservação à entidade de poder público, responsável pela administração de Unidades de Conservação.

### – Cronograma Físico

O Programa deverá ser iniciado após a emissão da Licença Prévia, com duração mínima de um ano.

### – Equipe Técnica

Será necessária para a execução deste Sub-Programa especialistas em zoologia botânica, geomorfologia bem como de gestores ambientais.

### – Instituições Envolvidas

Para esta implementação deste programa serão envolvidas as seguintes instituições: Vale, ICMBio, Universidades Brasileiras, IBAMA, SEMA e outras que forem atuar ou contribuir com o fornecimento de dados primários, bem como que estiverem envolvidos em projetos de pesquisa com fins conservacionistas e desejarem informações do banco digital.

### – Inter-relação com Outros Programas

Programa do Banco de Dados da Biodiversidade de Carajás Programa de Conservação da Biodiversidade Florística do Projeto Ferro Carajás Programa de Conservação e Biodiversidade Faunística de Carajás Programa de Áreas Prioritárias para a Conservação

### – Requisitos Legais

- **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- **Decreto Nº 6.848**, de 14 de maio de 2009, que regulamenta a compensação ambiental.

### **9.1.3 Meio Socioeconômico**

#### **9.1.3.1 Programa de Acompanhamento da Migração**

##### **– Justificativa**

Os movimentos migratórios fazem parte da dinâmica histórica e demográfica da área de influência do Projeto Ferro Carajás S11D, principalmente em função de iniciativas governamentais voltadas para seu povoamento e devido à atração exercida por empreendimentos minerários na região.

Considerando que a notícia da instalação e 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, é necessário implementar um Programa de Acompanhamento da Migração.

Por outro lado, dada a dinâmica espacial relacionada à presença ou previsão de implantação de grandes projetos na região, caso estes produzam importantes sinergias em termos de demanda de mão-de-obra, bem como impliquem em desenvolvimento das cidades posicionadas na área de interferência do empreendimento, os fluxos migratórios podem não implicar nas interferências comumente esperadas. Ao contrário, a depender de cenário a se configurar, este poderá ser até mesmo incentivado.

##### **– Objetivo**

O objetivo do Programa de Acompanhamento da Migração é avaliar o impacto do incremento do fluxo migratório e demais alterações relacionadas (pressão sobre a infraestrutura básica, equipamentos e serviços sociais; aumento da vulnerabilidade social e da ocupação irregular; propagação de doenças infecto-contagiosas, empregabilidade, entre outros), buscando a partir destes resultados, definir procedimentos específicos orientados para que este processo se desenvolva em sintonia com a capacidade de suporte das áreas receptoras.

##### **– Metas**

Acompanhamento de impactos sobre a infraestrutura básica; sobre os equipamentos e serviços sociais; sobre a vulnerabilidade social; sobre a ocupação irregular; sobre a propagação de doenças infecto-contagiosas; sobre a empregabilidade e sobre a demanda de mão-de-obra.

##### **– Indicadores Ambientais**

- Dados do sistema de saúde;
- Proporção de população urbana e rural vivendo em assentamentos precários;
- Taxa de crescimento do PIB;
- Porcentagem de pessoas com renda de 0,5 a 1 salário mínimo mensal;
- Proporção de pessoas com doenças infecto-contagiosas.
- Comportamento das taxas de desemprego;
- Fluxos de transporte intermunicipal e interestadual.

### – Público-alvo

O público-alvo deste programa são os imigrantes que se mobilizam em direção a Canaã dos Carajás (e suas vilas localizadas ao longo da estrada de acesso ao empreendimento) e Parauapebas, em busca de melhores condições socioeconômicas.

### – Metodologia

Inicialmente, deverão ser realizadas discussões entre os gestores públicos e a coordenação do projeto para definição dos locais de atuação do programa, incluindo as Estações Rodoviárias e Ferroviárias, que representam o local de chegada da grande maioria dos imigrantes, e averiguando os locais, áreas ou bairros que representam espaços de fixação dos imigrantes recém-chegados.

Serão coletados dados junto aos setores de saúde, educação, agências de contratação de mão-de-obra e acompanhamento de forma amostral, das taxas de desembarque de passageiros, nos espaços de interesse de desenvolvimento deste programa.

Nos territórios de atuação definidos, serão realizadas abordagens e entrevistas semi-estruturadas com os imigrantes, registrando os dados coletados em questionários elaborados previamente para esse fim.

O roteiro de entrevista deverá abordar questões como perfil das pessoas (idade, sexo, etc.), condições econômicas (empregado, desempregado, etc.), locais de origem e motivação da migração. Durante a abordagem, a equipe do projeto também deverá fornecer informações sobre as reais possibilidades de emprego e obtenção de renda nos municípios, na tentativa de desestimular sua permanência nas cidades de inserção do projeto.

### – Descrição do Programa

O Programa de Acompanhamento da Migração consiste no planejamento e gestão do fluxo migratório decorrente da influência do Projeto Ferro Carajás S11D, realizado por meios de divulgação de informações reais sobre as efetivas oportunidades de emprego e geração de renda, proporcionando um panorama realista do cenário de oportunidades de emprego na região.

### – Atividades

- a) Designar uma equipe de profissionais da área de comunicação social da Vale para executar as ações de comunicação entre a Empresa/Prefeitura/Comunidade. Esta equipe terá como atribuições, entre outras: informar, ouvir, dialogar e esclarecer informações sobre as oportunidades de emprego do projeto.
- b) Estabelecer um plano de registro e cadastro socioeconômico dos imigrantes;
- c) Preparar material informativo sobre as oportunidades de emprego no projeto, segundo especialidades requeridas de mão-de-obra.
- d) Fornecer os indicativos necessários ao desenvolvimento das ações compatíveis ao controle socioambiental identificado.

– **Equipe Técnica**

Será mobilizada uma equipe de profissionais responsáveis pela coleta, tratamento e interpretação dos dados. Estes profissionais serão responsáveis pela indicação das ações a serem desenvolvidas, que serão apoiadas pela área de comunicação e relacionamento social da Vale.

– **Instituições Envolvidas**

Vale, Prefeitura Municipal de Canaã de Carajás e de Parauapebas, além de outras parcerias institucionais estratégicas julgadas necessárias para a operacionalização do programa.

**Interrelação com Outros Programas**

Este Programa possui interface direta com o Programa de Comunicação Social, Saúde e Segurança e Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos.

– **Abrangência**

As ações do Programa de Acompanhamento da Migração deverão ser implementadas nas sedes municipais de Parauapebas e Canaã dos Carajás, bem como nas vilas localizadas ao longo da estrada de acesso ao empreendimento (Feitosa, Ouro Verde e Mozartinópolis).

– **Cronograma Físico**

As ações do Programa de Acompanhamento da Migração deverão ser mantidas durante toda a etapa de instalação do Projeto Ferro Carajás S11D, pois esta é a fase do empreendimento na qual se pode observar maior incremento do fluxo migratório.

No início da etapa de operação, a Vale deverá avaliar se o programa deverá ser continuado, em função da continuidade ou não do fluxo migratório em direção aos municípios de influência direta (**Tabela 9.1.3.1**).

**TABELA 9.1.3.1**

**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Etapas do Projeto		
	Instalação	Operação	Fechamento
A			
B			
C			
D			

### 9.1.3.2 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 interrelacionam, 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 Ferro Carajás S11D 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.

#### – **Objetivo**

O principal objetivo deste programa é monitorar os aspectos da dinâmica socioeconômica da área de influência do Projeto Ferro Carajás S11D, 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 sob estudo na região.

#### – **Metas**

- Acompanhamento periódico das variações e da dinâmica dos processos socioeconômicos nos municípios da área de influência;
- Adoção de um instrumento norteador do planejamento de ações e procedimentos, tanto de adequação quanto corretivos, que se façam necessários.

#### – **Indicadores Ambientais**

Os principais indicadores para a composição deste Programa de Monitoramento estarão relacionados aos seguintes temas e variáveis: Dinâmica Demográfica; Condições de Infraestrutura; Segurança Pública; Acesso a Serviços de Educação; Acesso a Serviços de Saúde; Atividades Econômicas, entre outros que poderão ser definidos posteriormente.

#### – **Público-alvo**

O público-alvo deste programa são os municípios da área de influência direta do empreendimento, ou seja, Canaã dos Carajás (e suas vilas localizadas ao longo da estrada de acesso ao empreendimento) e Parauapebas.

#### – **Metodologia**

O Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos do Projeto Ferro Carajás S11D considera, 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) e Organizações Não Governamentais (IPAM, AMAZON e outras).

Os dados deverão ser coletados para compor de indicadores socioeconômicos, que representam ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis, cuja associação revele significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem.

O incremento do fluxo migratório usualmente gera o aumento de ocupações irregulares, pois as pessoas que chegam ao município necessitam de locais para residir e, como apresentam condição socioeconômica precária, não têm oportunidade de se fixar regularmente e, no mais das vezes, não apresentam os perfis profissionais requeridos pelo empreendimento. Assim, é necessário realizar também o acompanhamento das ocupações irregulares, que possuem condições inadequadas (barracos com material e área impróprios, sem acesso à infraestrutura básica, etc.) e/ou em desacordo com a legislação urbanística (em terrenos com inclinação acentuada, nas margens de córregos etc).

É importante acompanhar e monitorar os bairros que representam pólos de fixação de imigrantes, como forma de subsidiar a ação da gestão pública para evitar que as ocupações irregulares alcancem um patamar elevado e de planejar ações que possam contribuir para superar os impactos negativos. O crescimento de tais bairros representa um indicador do incremento do fluxo migratório e, portanto, seu acompanhamento permitirá o monitoramento de tal impacto.

O monitoramento das ocupações irregulares não considera ações relacionadas à sua mitigação, mas somente a identificação do grau de sua ocorrência e das motivações subjacentes e, conseqüentemente, da alteração das condições socioeconômicas locais que as ocasionam.

Especificamente no caso das vilas localizadas ao longo da estrada de acesso ao empreendimento (Feitosa, Ouro Verde e Mozartinópolis), é necessário monitorar as pessoas que estiverem se fixando em tais locais, pesquisando também o seu perfil; acompanhar os moradores que porventura saírem das comunidades, além dos motivos que impulsionaram tal saída, e a nova inserção econômica de antigos moradores.

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. Assim, o programa descrito deverá articular-se aos demais planos e programas propostos para o Projeto Ferro Carajás S11D, de forma a nortear ações específicas que respondam às questões identificadas pelo monitoramento.

#### – **Descrição do Programa**

O Programa de Monitoramento Socioeconômico do Projeto Ferro Carajás S11D 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.

– **Atividades**

- a) Contratação de empresa independente para monitorar as atividades do programa;
- b) Elaboração e Monitoramento dos Indicadores de *performance* socioeconômicas. Este monitoramento deverá ser realizado de forma integrada aos objetivos e resultados dos demais programas ambientais;
- c) Acompanhamento periódico dos resultados do monitoramento desenvolvido pela empresa contratada;
- d) Elaboração de um relatório anual de acompanhamento e monitoramento socioeconômico e divulgação dos resultados para a comunidade.

– **Equipe Técnica**

Será mobilizada uma equipe técnica especializada em socioeconomia.

– **Instituições Envolvidas**

O programa é de responsabilidade da Vale, que deverá estabelecer as parcerias com as Prefeituras Municipais de Canaã dos Carajás e Parauapebas, além de outras instituições estratégicas consideradas necessárias para a operacionalização do programa.

– **Interrelação com Outros Programas**

O Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos deverá identificar alterações significativas na dinâmica socioeconômica da área de influência do empreendimento, possibilitando a identificação e mitigação de impactos relacionados a variáveis selecionadas, como fluxo migratório, nível de emprego, pressão sobre a infraestrutura básica, equipamentos e serviços sociais, aumento das vulnerabilidades sociais e da ocupação irregular e propagação de doenças infecto-contagiosas, entre outros. O mapeamento dessas alterações socioeconômicas subsidiará outros programas, tais como: Programa de Acompanhamento da Migração, Programa de Fomento ao Desenvolvimento Local, Programa de Apoio à Infraestrutura, Programa de Capacitação de Mão-de-obra e Programa de Saúde e Segurança.

– **Abrangência**

As ações do Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos deverão ser implementadas nos municípios da área de influência direta do Projeto Ferro Carajás S11D, ou seja, em Parauapebas e Canaã dos Carajás (e suas vilas localizadas ao longo da estrada de acesso ao empreendimento).

– **Cronograma Físico**

Serão realizadas campanhas para coleta de informações, a partir do início da fase de implantação até a fase de operação 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 nos municípios, em decorrência das atividades do Projeto Ferro Carajás S11D.

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 (**Tabela 9.1.3.2**).

**TABELA 9.1.3.2**

**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Etapas do Projeto		
	Planejamento	Instalação	Operação
A			
B			
C			
D			

**9.1.3.3 Programa de Fomento ao Desenvolvimento Socioeconômico Local**

– **Justificativa**

A Vale possui presença relevante no contexto econômico e social da área de inserção do Projeto Ferro Carajás S11D, o Sudeste do Pará. Assim, é importante que a empresa contribua para o surgimento e a permanência de uma conjuntura favorável à realização de investimentos, promovendo benefícios que venham a ser percebidos e efetivamente apropriados pelo conjunto da sociedade local, visto que as conseqüências permanecerão nos municípios e na relação que se estabelece com o empreendedor.

– **Objetivo**

O Programa de Fomento ao Desenvolvimento Socioeconômico Local visa a induzir o desenvolvimento econômico e social local, por meio da integração dos investimentos e de parcerias sociais e econômicas, a serem definidos e implantados na área de influência do Projeto Ferro Carajás S11D.

– **Metas**

- Potencialização dos impactos positivos provenientes do Projeto Ferro Carajás S11D, como a dinamização da economia, o aumento da renda e do poder aquisitivo da população e o aumento da arrecadação municipal das comunidades da área de influência do empreendimento;
- Mitigação de impactos negativos, como o aumento da migração e do desemprego ocasionado pela desmobilização de mão-de-obra.

– **Indicadores Ambientais**

O Programa considera, a princípio, os seguintes indicadores, que poderão ser complementados posteriormente:

- Produto Interno Bruto;
- Nível de Emprego;
- Crescimento Demográfico;
- Nível de Capacitação Profissional;
- Nível de Novos Negócios.



– **Público-alvo**

O público-alvo do Programa de Fomento ao Desenvolvimento Socioeconômico Local é formado pelo Poder Público, pela Iniciativa Privada e pela Sociedade Civil Organizada da Área de Influência do Projeto Ferro Carajás S11D.

– **Metodologia**

Para a implantação do programa, prevê-se a realização de parcerias com as partes interessadas do município de Canaã dos Carajás e de Parauapebas.

Buscar-se-á adequar os macro-objetivos de desenvolvimento, planejados pelos governos Federal, Estadual e Municipal, à realidade de influência do empreendimento, constituindo um plano de desenvolvimento socioeconômico sustentável.

Prevêm-se reuniões periódicas com as partes interessadas da área de influência do projeto para a formação de uma rede de relacionamentos para o desenvolvimento socioeconômico local.

– **Descrição do Programa**

O Programa de Fomento ao Desenvolvimento Socioeconômico Local consiste em formatar redes de relacionamento e comunicação entre a Vale, Instituições Públicas e Privadas e comunidade local, para desenvolvimento dos setores socioeconomicamente viáveis para o contexto de inserção do Projeto Ferro Carajás S11D.

– **Atividades**

O programa considera as seguintes atividades:

- a) Mapeamento das Partes Interessadas no contexto local/regional;
- b) Articulação de parcerias com as partes interessadas, através de reuniões periódicas para delimitação dos objetivos, atuação e alcance do programa. As ações adotadas devem induzir ao empreendedorismo e à otimização dos ativos locais, estimulando iniciativas geradas pelas oportunidades econômicas que o empreendimento propiciará;
- c) Formação de uma rede de comunicação e relacionamento com membros da comunidade local para participação dos setores de interesse da sociedade local no processo de desenvolvimento socioeconômico;
- d) Promoção de ações de comunicação, durante todas as fases do empreendimento, com a transparência da postura institucional da Vale, consolidando sua credibilidade e induzindo à co-responsabilidade por parte de todos os envolvidos.

– **Equipe Técnica**

O programa contará com uma equipe técnica de profissionais, com experiência em comunicação e relacionamento social, desenvolvimento socioeconômico local/regional e meio ambiente.

– **Instituições Envolvidas**

Vale, Prefeitura Municipal de Canaã e Parauapebas, Agências Locais de Desenvolvimento Social e Econômico, além de outras parcerias institucionais estratégicas julgadas necessárias para a operacionalização do programa.

– **Interrelação com Outros Programas**

O programa deverá alinhar-se a outros programas ambientais existentes. Além disso, em função do que for verificado pelo Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos, deverão ser implementadas ações específicas para o fomento ao desenvolvimento local, em Parauapebas, Canaã dos Carajás e vilas localizadas ao longo da estrada de acesso ao empreendimento.

– **Abrangência**

As ações do Programa de Fomento ao Desenvolvimento Socioeconômico Local deverão ser implementadas nos municípios da área de influência direta do Projeto Ferro Carajás S11D (Parauapebas, Canaã dos Carajás e vilas localizadas ao longo da estrada de acesso ao empreendimento).

– **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, acompanhamento e 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.

– **Cronograma Físico**

Será desenvolvido ao longo das fases de implantação, operação e fechamento do Projeto Ferro Carajás S11D (**Tabela 9.1.3.3**).

**TABELA 9.1.3.3**

**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Etapas do Projeto		
	Instalação	Operação	Fechamento
A			
B			
C			
D			

#### **9.1.3.4 Programa de Apoio à Infraestrutura**

##### **– Justificativa**

O aumento do fluxo migratório e o conseqüente incremento populacional ocasionam pressão sobre a infraestrutura básica (água, esgoto, resíduos sólidos e infraestrutura viária) e sobre equipamentos e serviços sociais (saúde, educação, segurança, esporte e lazer e transporte), 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 implementar um Programa de Apoio à Infraestrutura.

##### **– Objetivo**

O objetivo do Programa de Apoio à Infraestrutura é minimizar o impacto da pressão sobre a infraestrutura básica (habitação, água, esgoto, resíduos sólidos e infraestrutura viária).

##### **– Metas**

Mitigação dos efeitos da pressão do empreendimento sobre a infraestrutura básica (habitação, água, esgoto, resíduos sólidos e infraestrutura viária).

##### **– Indicadores Ambientais**

Os indicadores a serem monitorados se referem principalmente aos seguintes setores:

- habitação;
- água;
- esgoto;
- resíduos sólidos;
- infraestrutura viária.

##### **– Público-alvo**

O público-alvo deste programa são as sedes dos municípios da área de influência direta do empreendimento, ou seja, Canaã dos Carajás (e as vilas localizadas ao longo da estrada de acesso ao empreendimento) e Parauapebas.

##### **– Metodologia**

O EIA elaborado para o Projeto Ferro Carajás S11D explicita o status das infraestruturas locais. Se necessário, esses dados deverão ser atualizados. Deverão ser delimitados, a partir de então, os principais problemas estruturais existentes, nos setores antes mencionados dos municípios da área de influência direta, para elaboração de um plano de metas de desenvolvimento da infraestrutura básica. Seu foco estará na necessidade do incremento daqueles serviços, geradas pelo empreendimento.

### – **Descrição do Programa**

O Programa de Apoio à Infraestrutura consiste em ações de apoio à ampliação dos equipamentos urbanos e do sistema de saneamento das localidades influenciadas diretamente pelo empreendimento (Parauapebas, Canaã dos Carajás e vilas localizadas ao longo da estrada de acesso ao empreendimento).

### – **Atividades**

- a) Designação de uma equipe de profissionais da área de Comunicação Social da Vale, para estabelecimento dos contatos com setores públicos de infraestrutura básica e com as partes interessadas;
- b) Mobilização dos setores públicos locais de relação direta com os temas de coleta e disposição de lixo, drenagem e esgotamento sanitário, tratamento e distribuição de água, para estabelecimento das demandas atuais e futuras de atendimento;
- c) Elaboração de projetos específicos, em articulação com o poder público, nas áreas de influência direta do Projeto Ferro Carajás S11D.

### – **Equipe Técnica**

Equipe constituída por profissionais da área de Comunicação Social, bem como profissionais diretamente ligados ao Projeto Ferro Carajás S11D.

### – **Instituições Envolvidas**

Vale, Prefeitura Municipal de Canaã e Parauapebas, além de outras parcerias institucionais estratégicas que forem julgadas necessárias para a operacionalização do programa.

### – **Interrelação com Outros Programas**

Este programa deve manter interação constante com os resultados do Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos, Programa de Acompanhamento da Migração, Programa de Comunicação Social e Programa de Fomento ao Desenvolvimento Social.

### – **Abrangência**

As ações do Programa de Apoio à Infraestrutura deverão ser implementadas nas sedes dos municípios da área de influência direta do Projeto Ferro Carajás S11D, ou seja, em Parauapebas e Canaã dos Carajás (e as vilas localizadas ao longo da estrada de acesso ao empreendimento).

### – **Responsabilidade pela Execução do Programa**

O programa é de responsabilidade da Vale, que deverá estabelecer as parcerias necessárias para sua operacionalização.

### – Cronograma Físico

As ações de Programa de Apoio à Infraestrutura deverão ser implementadas durante a etapa de instalação do Projeto Ferro Carajás S11D, pois esta é a fase do empreendimento na qual se observará o maior incremento do fluxo migratório e, conseqüentemente, ocorrerá maior pressão sobre infraestrutura básica, equipamentos e serviços sociais (**Tabela 9.1.3.4**).

**TABELA 9.1.3.4**

#### **CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Etapas do Projeto		
	Instalação	Operação	Fechamento
A			
B			
C			

### 9.1.3.5 Programa de Capacitação e Formação de Mão-de-Obra

#### – Justificativa

A implantação do Projeto Ferro Carajás S11D demandará um efetivo estimado de cerca de 5.270 trabalhadores no pico das obras, entre mão-de-obra para as obras civis e para a montagem eletromecânica. Para a operação e manutenção do projeto, será necessária a contratação de aproximadamente 2.600 empregados, dos quais 1.957 serão funcionários próprios da Vale e o restante será terceirizado.

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.

Por um lado, 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.

Por outro lado, a demanda expressiva permite gerar oportunidade para novos trabalhadores, que precisam ser formados, tendo em vista que ainda não possuem o perfil necessário.

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 e Formação de Mão-de-Obra do Projeto Ferro Carajás S11D é estabelecer mecanismos de mobilização e habilitação da mão-de-obra regional, visando a seu aproveitamento nas atividades inerentes ao empreendimento.

– **Metas**

Oferta de programa de formação complementar e treinamento, com cursos específicos para áreas de interesse do Projeto Ferro Carajás S11D.

– **Indicadores Ambientais**

- População Economicamente Ativa (PEA);
- População Ocupada (POC);
- Disponibilidade de Mão-de-obra;
- Número de cursos oferecidos e colaboradores formados e treinados.

– **Público-alvo**

O público prioritário deste programa são os moradores dos municípios da área de influência do empreendimento, principalmente Canaã dos Carajás e Parauapebas.

– **Metodologia**

O projeto prevê a contratação de mão-de-obra nos municípios da área de influência do empreendimento, principalmente em Canaã dos Carajás e Parauapebas, visando ao 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 Ferro Carajás S11D deverão envolver entidades como o SINE (Sistema Nacional de Emprego) e a Agência de Desenvolvimento dos municípios de Canaã dos Carajás e Parauapebas. Para implementação do programa, a Vale deverá manter convênios com diversas instituições de capacitação, tais como universidades, escolas técnicas, SENAI, SENAC e SEBRAE, entre outras. Esses convênios considerarão, inclusive, a formação de futuros candidatos a empregos na Vale, nos ensinos fundamental, médio e superior.

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. Tais competências deverão integrar o convênio a ser estabelecido entre a Vale e as agências municipais de desenvolvimento para atingir o objetivo deste programa.

– **Descrição do Programa**

Trata-se de um programa de mobilização, capacitação e habilitação profissional de mão-de-obra local/regional para atendimento à demanda do Projeto Ferro Carajás S11D em sua fase de instalação e operação e que será realizado a partir das atividades a seguir:

– **Atividades**

- a) Realizar reuniões periódicas com as partes interessadas. Elas deverão ser informadas, entre outros assuntos, sobre as etapas e o cronograma das atividades do empreendimento;
- b) Implementar um programa de comunicação social com os colaboradores, com o objetivo de minimizar sua ansiedade e expectativa, considerando suas aspirações profissionais;
- c) Estabelecer parcerias com as escolas técnicas e outras instituições locais e regionais.
- d) Incentivar os colaboradores a se qualificarem tecnicamente, fornecendo bolsas integrais ou parciais de estudo;
- e) Montar um programa de formação complementar e treinamento, promovendo cursos específicos para áreas de interesse do Projeto Ferro Carajás S11D.

– **Equipe Técnica**

Profissionais de Relações com a Comunidade da Vale, além de professores/técnicos especializados em áreas de interesse do empreendimento, atuantes nas diversas instituições formadoras locais.

– **Instituições Envolvidas**

Este programa é de responsabilidade da Vale, que deverá estabelecer os convênios necessários para a execução dos treinamentos, bem como fazer monitoramento e avaliação de seus resultados. As Prefeituras Municipais de Canaã dos Carajás e Parauapebas, além das Associações Comerciais e instituições formadoras estratégicas, deverão ser também envolvidas.

– **Interrelação com Outros Programas**

Este programa possui relação direta com Programa de Desenvolvimento de Fornecedores e Programa de Fomento ao Desenvolvimento Local, além de se fundamentar nos resultados do Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos.

– **Abrangência**

As ações do Programa de Capacitação e Formação de Mão-de-Obra deverão ser implementadas nos municípios de Canaã dos Carajás e Parauapebas.

– **Cronograma Físico**

Em função das ações sequenciais pertinentes ao Programa de Capacitação e Formação de Mão-de-Obra, seu tempo de execução tem início no período anterior às obras de implantação, continuando no curso dessa fase e da etapa de operação e fechamento.

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 (**Tabela 9.1.3.5**).

**TABELA 9.1.3.5**  
**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Etapas do Projeto		
	Instalação	Operação	Fechamento
A			
B			
C			
D			
E			

### 9.1.3.6 Programa de Desenvolvimento de Fornecedores - PDF

#### – Justificativa

As diversas etapas do Projeto Ferro Carajás S11D 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, especialmente as empresas localizadas na área de influência do empreendimento, nos municípios Canaã dos Carajás e Parauapebas.

#### – Objetivo

O programa tem como objetivo contribuir para a dinamização 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.

#### – Metas

- Fortalecimento das empresas locais/regionais, geração de oportunidades de novos negócios e a dinamização da economia;
- Correção de procedimentos e práticas, de modo a que os fornecedores possam obter desempenho superior em seus negócios;
- Desenvolver uma rede de fornecedores locais capacitados.



### – **Indicadores Ambientais**

O Programa de Desenvolvimento de Fornecedores é baseado em indicadores de Desempenho Operacional e Empresarial, como Qualidade, Produção, Recursos Humanos e Tecnologia, entre outros.

### – **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 Ferro Carajás S11D.

### – **Metodologia**

Entre as ações de capacitação de fornecedores e empresários, estão incluídas a realização de workshops, palestras, cursos técnicos e 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 contratação de serviços e aquisição de produtos 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 aquisição ou 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 aprimoramentos no Programa.

### – **Descrição do Programa**

O programa permanecerá em execução ao longo de toda a implantação e operação do Projeto Ferro Carajás S11D, devendo ser adaptado de acordo com 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.

– **Atividades**

- a) Estabelecer parcerias com setores públicos e privados, buscando o envolvimento e cadastro de empreendimentos potenciais para prestarem serviços para a Vale;
- b) Designar ou contratar uma equipe de profissionais especializados, para identificação das necessidades mercadológicas de melhoria;
- c) Realizar ações de treinamento e capacitação dos empresários cadastrados no programa;
- d) Avaliação dos resultados, após intervenção junto aos fornecedores. Os resultados alcançados deverão ser comparados à realidade existente no início do projeto, em termos de sua evolução e aproveitamento pelo fornecedor.

– **Equipe Técnica**

Designar uma equipe de profissionais especializados, de cada área de interesse, para prestação de serviços para a Vale.

– **Instituições Envolvidas**

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.

– **Interrelação com Outros Programas**

Este Programa possui interação direta com o Programa de Capacitação de Mão-de-obra, pois, ao mesmo tempo em que desenvolve a capacitação dos profissionais para áreas específicas do Projeto Ferro Carajás S11D, contribui paralelamente para o treinamento e capacitação do empresariado local, com atuação no fornecimento de serviços para o Projeto.

– **Abrangência**

As ações do Programa de Desenvolvimento de Fornecedores deverão ser implementadas nos municípios em Canaã dos Carajás e Parauapebas.

– **Cronograma Físico**

O programa será desenvolvido durante a implantação e operação do Projeto Ferro Carajás S11D, devendo ser adaptado às alterações de demanda do mercado (**Tabela 9.1.3.6**).

**TABELA 9.1.3.6**  
**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Etapas do Projeto		
	Instalação	Operação	Fechamento
A			
B			
C			
D			

### 9.1.3.7 Programa de Educação Ambiental

#### – Justificativa

A instalação de um empreendimento minerador em determinado território traz consigo transformações ao meio ambiente, principalmente na área de influência direta do empreendimento.

Portanto, todas as pessoas a ele relacionadas devem ser orientadas quanto à melhor maneira de contribuir para a eliminação ou mitigação daqueles aspectos negativos, bem como em relação à potencialização dos impactos positivos.

#### – Objetivo

O Programa objetiva sensibilizar seu público-alvo com relação a aspectos ambientais, desenvolvendo um processo de formação de conceitos, aquisição de competências e adoção de valores que motivem o comportamento de defesa, conservação e melhoria do meio ambiente, tendo como referencial a legislação ambiental vigente.

#### – Metas

- Promoção de agentes multiplicadores para o desenvolvimento ambientalmente sustentável.

#### – Indicadores Ambientais

- Proporção de estudantes e outros membros da comunidade envolvidos nas atividades do Programa;
- Proporção de empregados diretos e terceirizados sensibilizados quanto à proteção e conservação do meio ambiente.

#### – 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:

- Empregados (diretos e terceirizados);
- Comunidades, em especial estudantes, da área de influência direta (Parauapebas, Canaã dos Carajás e as vilas localizadas ao longo da estrada de acesso ao empreendimento).

## – Metodologia

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 em anos 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 sujeito e ator e tenha os espaços de participação garantidos, assumindo as decisões e delineando os caminhos a serem tomados, desde que fundamentados em fatores ambientalmente sustentáveis.

Devem ser programadas ações com resultados de curto prazo, que procurem reduzir os impactos ambientais das atividades do empreendimento e aqueles pertinentes à própria presença humana, como produção e disposição de resíduos, usos e qualidade da água, caça, pesca e coleta de espécies de valor comercial (fauna e flora), perseguição de animais e outros temas pertinentes.

As ações ambientais que são rotina da Vale devem ser estendidas a todas as empreiteiras e consideradas 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 conseqüências 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.

## – Descrição do Programa

O Programa consiste na disseminação do conhecimento sobre questões ambientais, a fim de colaborar na conservação e utilização sustentável dos recursos naturais, além de desenvolver agentes multiplicadores, com vistas a comunicar, sensibilizar e mobilizar em relação à atuação do Homem nos meios socioculturais e biofísicos.

### – Atividades

- a) Designar uma equipe de profissionais da área de comunicação e meio ambiente da Vale, para executar ações de comunicação com a população para promoção de iniciativas de conservação e preservação ambiental;
- b) Identificar os grupos de interesse, caracterizando seu papel perante a comunidade e o empreendimento;
- c) Implementar parcerias com instituições representativas dos grupos de interesse envolvidos, assim como com aquelas cuja atuação esteja relacionada aos temas a serem abordados;
- d) Articular as ações de Educação Ambiental com a Gerência de Meio Ambiente da Vale e com o poder público municipal de Parauapebas e Canaã dos Carajás;

- e) Articular o Programa de Educação Ambiental com os demais programas e projetos ambientais propostos, considerando especialmente os planos de manejo existentes;
- f) Articular o programa com as questões de saúde e segurança da Vale.

– **Equipe Técnica**

Profissionais da área de Comunicação Social e da Gerência de Meio Ambiente da Vale.

– **Instituições Envolvidas**

Vale, IBAMA, ICMbio e Prefeituras Municipais de Canaã dos Carajás e Parauapebas.

– **Interrelação com Outros Programas**

Este Programa possui interface com todo o processo de Comunicação Social desenvolvido pela Vale no projeto, além do Programa de Levantamento, Relocação, Acompanhamento e Controle de Abrigos e Agressões de Quirópteros e do Programa de Monitoramento e Controle de Vetores de Doenças, Projeto de Monitoramento de Aves Corticícolas e Projeto de Monitoramento da Ictiofauna.

– **Abrangência**

As ações do Programa de Educação Ambiental deverão ser implementadas nas sedes municipais de Parauapebas e Canaã dos Carajás, bem como nas vilas localizadas na estrada de acesso ao empreendimento.

– **Responsabilidade pela Execução do Programa**

Este programa é de responsabilidade da Vale, que deverá estabelecer os convênios necessários para sua execução, bem como fazer o 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.

– **Cronograma Físico**

Este programa terá início na fase de implantação e deverá continuar durante as fases de operação e fechamento, em apoio aos demais programas e ações do empreendimento (**Tabela 9.1.3.7**).

**TABELA 9.1.3.7**  
**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Etapas do Projeto		
	Instalação	Operação	Fechamento
A			
B			
C			
D			
E			
F			

### 9.1.3.8 Programa de Saúde e Segurança

#### – Justificativa

Para desempenhar as atividades nas diversas etapas do empreendimento, será necessário mobilizar mão-de-obra. A implantação do Projeto Ferro Carajás S11D demandará um efetivo estimado de cerca de 5.270 trabalhadores no pico das obras, entre mão-de-obra para as obras civis e para a montagem eletromecânica. Para a operação e manutenção do empreendimento, será necessária a contratação de aproximadamente 2.600 pessoas, das quais 1.957 serão funcionários próprios da Vale e o restante será terceirizado.

Tais atividades, realizadas com um grande contingente de pessoas, exigem o estabelecimento de medidas reativas e proativas, visando a garantir a segurança e saúde do corpo efetivo do projeto nas etapas de instalação, operação e fechamento, assim como de toda a comunidade inserida no entorno do empreendimento, haja vista que tais atividades envolvem o contato direto de trabalhadores de nível básico, técnicos e auxiliares com o ambiente silvestre e, conseqüentemente, com vetores de importância médica, podendo propagar doenças como a malária, a dengue e a leishmaniose, entre outras.

Ademais, empreendimentos de grande porte também costumam atrair população de outras áreas, em busca de oportunidades de trabalho e renda. Ou seja, tais efeitos não se restringem aos trabalhadores no empreendimento, pois essas pessoas atraídas pelo projeto também entram em contato com outros grupos populacionais, propagando as enfermidades e gerando pressão sobre a saúde pública.

Sob essa ótica é que se torna necessária a implementação de mecanismos para mitigar os impactos sobre as condições de saúde e segurança do corpo funcional do projeto e da comunidade local.

#### – Objetivos

Este Programa tem como objetivo estabelecer as diretrizes para o desenvolvimento seguro das atividades relacionadas ao empreendimento, atenuando ou eliminando os impactos sobre a saúde e o bem-estar das pessoas envolvidas direta e indiretamente em todas as fases do projeto.

Buscar-se-á educar, capacitar e assegurar o compromisso dos trabalhadores com as questões de saúde e segurança, envolvendo também os fornecedores, comunidades, órgãos competentes, entidades representativas dos trabalhadores e demais partes interessadas.

– **Metas**

- Controle dos riscos associados aos requisitos de atividades críticas, processos, instalações, produtos ou serviços;
- Atuação preventiva no gerenciamento dos riscos à Saúde e à Segurança das pessoas e das instalações;
- Manutenção de canais de comunicação com as comunidades onde atua e com outras partes interessadas, de forma a monitorar a influência das operações na saúde e no bem estar das pessoas envolvidas direta e indiretamente no projeto;
- Redução do impacto sobre as condições de saúde e segurança das comunidades locais, decorrentes do Projeto Ferro Carajás S11D;
- Projeção das instalações industriais para serem operadas com segurança, preservando a saúde e a integridade física dos empregados, como também o meio ambiente, seguindo as regulamentações legais e padrões da Vale;
- Implantação de instalações industriais seguras, a fim de proteger os empregados, procurando continuamente eliminar ou controlar de forma apropriada os riscos identificados, por meio de implementação de processo de gestão preventiva e eficiente;
- Monitoramento contínuo das atividades críticas e, em caso de algum desvio no cumprimento de qualquer item especificado, interrupção da atividade objetivando uma solução conjunta que atenda aos requisitos de S&S;
- Capacitação dos empregados envolvidos no projeto, como forma de identificar os riscos das atividades e estabelecer medidas de controle para mitigá-los;
- Dotação de cada canteiro da obra com a infraestrutura necessária para atendimento às emergências, tais como urgências e emergências médicas, resgate e brigada de incêndio;
- Difusão, para todos os empregados do Projeto, do conceito de que “Se não for seguro, não faça, e não permita que os outros façam”.

– **Indicadores Ambientais**

Os indicadores a serem monitorados estão classificados em três grupos: reativos (medições depois do acidente), pró-ativos (antecipação de eventos e gerenciamento de mudanças) e os Indicadores GRI (Global Reporting Initiative). Estes últimos terão sua utilização avaliada durante o desenvolvimento do processo de instalação do empreendimento.

– **Público-alvo**

Considerando a abrangência e a importância do tema, considera-se como público-alvo:

- trabalhadores nas obras de instalação e operação do empreendimento;
- comunidade residente na área afetada pelo empreendimento;
- fluxo populacional atraído pelo empreendimento.

## – Metodologia

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.

Do ponto de vista dos trabalhadores que atuam diretamente no empreendimento, a Organização Internacional do Trabalho e o Ministério do Trabalho assumem um papel moderador e estabelecem normas regulamentadoras, relativas à segurança e medicina do trabalho, enquanto o Ministério da Saúde apresenta uma listagem de doenças e agentes ou fatores de risco relacionados ao trabalho, sendo o seu conteúdo periodicamente revisto.

A metodologia aqui apresentada se refere ao conceito do Programa, associado à escolha dos procedimentos. No caso deste, ele se subdivide em planos e programas com suas diretrizes e atividades próprias que, agregados, irão constituir um programa geral. Desta forma, torna-se complexo tratar de uma metodologia, posto que serão apresentadas ações que foram concebidas e serão executadas de maneira integrada e simultânea.

Interferir neste cenário, com os determinantes e condicionantes do estado de saúde e de bem-estar das pessoas, nos municípios de Canaã dos Carajás e Parauapebas, bem como atender aos requisitos legais e normativos dos setores Ambiental e de Saúde e Segurança, exige o desenvolvimento de iniciativas de responsabilidade da Vale, das empresas contratadas e dos prestadores de serviços de saúde e segurança, que deverão apoiar ações que visem a fortalecer a estrutura dos serviços públicos de saúde e garantir o bem estar e a segurança das partes envolvidas.

## – Descrição do Programa

O Programa de Saúde e Segurança (S&S) se subdivide em oito subprogramas, a saber:

- Programa de excelência em S&S
- Plano de identificação da cultura local
- Plano de comunicação
- Plano de treinamento
- Plano de atendimento às emergências
- Planos de migração dos riscos de S&S
- Plano de auditorias e inspeções
- Plano de infraestrutura da obra

## – Atividades

- a) Deseguiñar uma equipe de profissionais da área de Saúde e Segurança, para executar as ações específicas do programa;
- b) Implementar parcerias com instituições públicas e privadas para o desenvolvimento das ações do programa;
- c) Realizar as ações de Saúde e Segurança, no que se refere à proteção coletiva da saúde e segurança do trabalhador, da população residente e da população atraída;
- d) Avaliar os resultados, em termos de sua evolução.



– **Cronograma Físico**

O programa deverá ser executado durante as etapas de instalação, operação e fechamento do empreendimento (**Tabela 9.1.3.8**).

**TABELA 9.1.3.8**

**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Etapas do Projeto		
	Instalação	Operação	Fechamento
A			
B			
C			
D			

– **Equipe Técnica**

O Programa será desenvolvido pela área de Saúde e Segurança do Projeto Ferro Carajás S11D, com interface com outras áreas da Vale, como a Comunicação, o Meio Ambiente e a Fundação Vale.

Em apoio à gestão do Projeto, será contratada uma empresa especializada na gestão de S&S para obras.

– **Instituições Envolvidas**

- Instituto Evandro Chagas/IEC (Belém/PA) - Estudos de Ecoepidemiologia;
- Hospital 5 de Outubro (Canaã dos Carajás/PA);
- Prefeituras Municipais de Canaã dos Carajás e de Parauapebas.

– **Interrelações com outros Programas**

- Programa de Formação e Capacitação de Mão-de-obra;
- Programa de Desenvolvimento de Fornecedores;
- Programa de Monitoramento de Indicadores Socioeconômicos;
- Programa de Educação Ambiental;
- Programa de Comunicação Social.

– **Requisitos Legais**

Normas internacionais e requisitos de entidades externas.

- A área de S&S utiliza as normas internacionais de S&S e os requisitos e definições estabelecidos por entidades internacionais externas, para elaborar a Estratégia de S&S:
  - ICMM - International Council on Mining and Metals;
  - OHSAS - Occupational Health & Safety Advisory Services;
  - ISO - International Organization for Standardization;
  - ILO - International Labour Organization;
  - Seveso;
  - API 750.

### – **Legislação de Saúde e Segurança Aplicável**

Todos os participantes do projeto deverão atender a legislação vigente de S&S aplicável no seu nível de atuação, visando à implantação, operação e fechamento do Projeto.

As principais leis aplicáveis à Saúde e Segurança são:

- Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), Decreto-Lei Nº 5.452, de 1º de Maio de 1943;
- Código Penal: Decreto-Lei Nº 2.848, de 7 de Dezembro de 1940;
- Código Civil: Lei Nº 10.406, de 10 de Janeiro de 2002;
- Lei 8.213/91;
- Portaria 3.214/78.

### **9.1.3.9 Programa de Comunicação Social**

#### – **Justificativa**

As ações aqui propostas buscam evidenciar e reforçar o compromisso da Vale com a construção e consolidação de relacionamentos com todas as partes envolvidas neste empreendimento (*stakeholders*). Fundamentam-se na diretriz de que a comunicação é um processo inerente a toda a empresa e que as ações propostas nesse âmbito devem considerar e integrar oportunidades de posicionamento e relacionamento da Vale com todos os públicos sob influência direta e indireta do projeto, com o intuito de contribuir para o pleno conhecimento do empreendimento e de suas reais repercussões.

Desde a fase de pesquisas minerais estão em desenvolvimento diversos estudos voltados ao desenvolvimento do Projeto Ferro Carajás S11D, com base em levantamento de dados primários e secundários, pesquisas quantitativas e qualitativas, mapeamento de *stakeholders*, entre outros. Portanto, as ações aqui propostas foram desenvolvidas a partir das informações levantadas do diagnóstico realizado, bem como nas diretrizes de comunicação da empresa.

É importante ressaltar que este programa poderá ser modificado no decorrer do desenvolvimento do empreendimento, sempre que necessário, uma vez que a proposta deve estar coerente à estratégia da empresa, levando em consideração as expectativas e demandas dos *stakeholders*.

#### – **Objetivos**

O objetivo do programa de comunicação é promover o diálogo social e institucional a partir de ações de posicionamento e de relacionamento da Vale com os diversos *stakeholders* do empreendimento.

#### – **Metas**

- Consolidação de um diálogo social e institucional entre a Vale e as diversas partes interessadas, proporcionando o pleno conhecimento do empreendimento e suas implicações sócio-ambientais;

- Identificação e mapeamento dos grupos e de suas características sociais e culturais para nortear a definição de estratégias de comunicação, as quais deverão privilegiar a ação de agentes multiplicadores de forma a ampliar e facilitar a interação entre o empreendedor e o público de relacionamento.

– **Indicadores Ambientais**

- Quantidade de ações de Comunicação Social desenvolvidas por tipo e público-alvo.

– **Público-alvo**

Diferentes segmentos de interesses e interlocução, proporcionando uma comunicação permanente entre o empreendedor, as instituições governamentais e a comunidade, considerando-se inclusive suas representações políticas e sociais.

– **Metodologia**

A metodologia usada neste programa visa a estabelecer relações interativas baseadas nos princípios de horizontalidade, transparência, ética e foco no território.

Durante o estudo de viabilidade, a Vale já realizou reuniões prévias com a comunidade residente no território de desenvolvimento do projeto, visando a fornecer informações sobre o empreendimento, suas fases e benefícios advindos da atividade de mineração.

As reuniões abrangeram diversos segmentos da sociedade local: poder público, formadores de opinião, comunidades religiosas e associações, meio acadêmico, imprensa e líderes comunitários, entre outros.

Com o objetivo de agilizar o fluxo de informações sobre o empreendimento e orientar a implantação de um banco de dados sobre as principais dúvidas e preocupações da população, a Vale utilizou material institucional, apresentações coletivas e específicas que propiciaram a interatividade entre o empreendedor e os diversos públicos. Desta maneira, as atividades previstas no prosseguimento do programa serão descritas a seguir.

Para o desenvolvimento das novas ações de comunicação, será necessário a identificação e mapeamento dos públicos, estabelecendo-se mecanismos e instrumentos distintos de informação a ser veiculada para cada grupo. As informações sobre os diferentes públicos constantes do EIA deverão ser atualizadas e aprofundadas.

Todos os procedimentos utilizados para tal desenvolvimento serão gerenciados seguindo o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) e demandarão Planejamento, Implementação, Avaliação e Ações Corretivas, em um processo de melhoria contínua.

– **Descrição do Programa**

O Programa de Comunicação Social consiste no estreitamento de relações entre *Stakeholders* e a Vale em relação às possibilidades de desenvolvimento socioambiental, a partir do Projeto Ferro Carajás S11D, por meio de um processo participativo de envolvimento e inclusão das comunidades - direta e indiretamente afetadas -, do poder público / privado e de organizações da sociedade civil.

– **Atividades**

**a) Continuidade do processo de aproximação e auscultação**

Os principais atores sociais que apresentam relação com o projeto (*stakeholders*) compõem um banco de dados, que deve ser atualizado permanentemente, visando a facilitar as interlocuções do empreendedor. Neste sentido, as ferramentas de relacionamento e posicionamento deverão ser, também, constantemente revistas.

**b) Atualização das informações sobre o empreendimento e o território**

Com base nas informações obtidas a partir do estudo de viabilidade e da Matriz de *Stakeholders*, serão analisadas as forças e fragilidades do empreendimento, sob a ótica de comunicação, de forma a permitir a tomada de ações preventivas necessárias e a adequação da estratégia da Vale para o empreendimento.

**c) Comunicação Interna (empregados e equipes contratadas)**

Visa a manter os empregados diretos ou indiretos informados sobre as etapas de planejamento e implantação do S11D, tornando-os multiplicadores de informações e agentes envolvidos com o empreendimento.

- A comunicação interna será apoiada por ações destinadas a todos os empregados e contratados: por meio da comunicação face-a-face – com treinamentos para empregados indiretos e reuniões com os empregados diretos -, e de ferramentas e veículos como boletins informativos, jornal mural, campanhas e eventos internos para empregados e familiares.

**d) Comunicação Externa**

Visa a estreitar o relacionamento com os moradores da região onde o empreendimento será inserido, buscando o entendimento das intervenções da Vale no território, alinhado às iniciativas já desenvolvidas ou em desenvolvimento por parte de outros projetos da empresa e Fundação Vale.

- Em relação às demandas de comunicação externa na fase de desenvolvimento e implantação do projeto, serão ampliadas e diversificadas as ações de comunicação já existentes, visando a consolidação de relacionamentos e do posicionamento institucional. Serão realizadas reuniões periódicas com os diversos segmentos da população local: poder público, formadores de opinião, comunidades religiosas e associações, população residente no entorno da área operacional e outros identificados na Matriz de Stakeholders.
- Considerando sua inserção na região, as ações de comunicação do Projeto podem ser realizadas no âmbito de Reuniões/Visitas de Abordagem Integrada, que têm como objetivo apresentar as informações consolidadas a respeito da Vale no município e, em seguida, focar nas ações do Projeto.

**e) Comunicação com Imprensa**

Os contatos com os profissionais de imprensa, conduzidos pela Gerência Geral de Imprensa do empreendedor, terão o objetivo de atender à demanda externa de informações para promover o correto entendimento acerca do Projeto. Para tal, sugere-se **press releases**.

A atuação da empresa será pautada pela ética nos relacionamentos e gestão, pelo compromisso com a segurança do trabalho, além do respeito ao meio ambiente e cultura locais.

#### **f) Monitoramento**

O monitoramento do programa se dará durante todo o processo de desenvolvimento e implantação, sendo revisado sempre que necessário. Para tal, conta-se com recursos como a observação direta, a “escuta” permanente das equipes de comunicação e de relações com a comunidade, de forma geral, e eventualmente pesquisas de opinião pública.

Também será realizado continuamente durante a implantação de todas as atividades por meio das ferramentas já utilizadas pelo empreendedor, como:

- Documentos provenientes de lideranças comunitárias ou de outras instituições.
- Sistema de monitoramento já existente que registra as demandas da população e que inclui: a natureza da demanda; o encaminhamento e a solução que foram dados, bem como o prazo para resolução. Tal sistema é fundamental para monitorar o desempenho da comunicação social no que diz respeito ao atendimento à população, o que reflete diretamente a imagem do empreendedor.
- Notícias veiculadas na imprensa.
- Formalização e registro de todos os processos de Comunicação Social.

#### **– Equipe Técnica**

Este programa é de total responsabilidade do departamento de Comunicação da Vale, representado em Carajás pela equipe regional de comunicação, alocada no núcleo da unidade.

Serão consideradas as interfaces diretas com outras áreas da empresa, como Relações Institucionais, Fundação Vale, Relações com Comunidades, Meio Ambiente, Engenharia, Recursos Humanos e outras.

#### **– Instituições Envolvidas**

Vale e todas as partes interessadas no âmbito local/regional/estadual/nacional.

#### **– Interrelação com Outros Programas**

Este Programa possui interface com todos os programas desenvolvidos pela Vale nas etapas de Instalação, Operação e Fechamento.

#### **– Abrangência**

Para o desenvolvimento das ações propostas, são consideradas as áreas de influência direta e indireta identificadas no EIA. Quanto à comunicação institucional, a área de atuação se amplia à medida que esse processo atinge instituições de cunho estadual e federal.

#### **– Cronograma Físico**

Essas ações já se encontram em andamento desde o início dos Estudos de Impacto Ambiental, devendo se estender até a conclusão das obras do empreendimento (**Tabela 9.1.3.9**).

**TABELA 9.1.3.9**  
**CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

Atividades	Etapas do Projeto		
	Instalação	Operação	Fechamento
A			
B			
C			
D			
E			
F			

### 9.1.3.10 Programa de Arqueologia Preventiva

#### – Introdução

Toda pesquisa arqueológica numa área com as dimensões do Projeto S11D-Vale precisa ao menos de duas etapas: a do levantamento arqueológico e a das escavações arqueológicas.

O levantamento arqueológico prospectivo (com intervenções no subsolo) permite, segundo White e King (2007):

- inventariar os fenômenos arqueológicos de uma determinada área;
- complementar o conhecimento arqueológico já existente sobre esta área;
- reafirmar algumas das expectativas sobre os padrões de assentamento pretéritos que nela se formaram e desenvolveram;
- identificar bens arqueológicos em locais insuspeitados, trazendo importantes contribuições sobre a idade, a extensão e a variabilidade da atividade humana passada.

É, portanto, um importante instrumento de pesquisa, que deve preceder as escavações arqueológicas, que se direcionam a sítios selecionados em função de sua significância científica, ou seja, seu potencial de responder as problemáticas científicas sobre o passado humano numa determinada área. A esse respeito, a “Carta para a proteção e a gestão do patrimônio arqueológico” (ICOMOS/ICAHM, 1990), da qual o Brasil é signatário, menciona que:

*“A preservação de sítios e monumentos se dará necessariamente de forma seletiva, uma vez que os recursos financeiros são inevitavelmente limitados. A seleção de sítios e monumentos deverá fundamentar-se em critérios científicos de significância e representatividade (...).”*

A idéia por trás da avaliação da significância de um bem arqueológico é exatamente a da impossibilidade de salvar todos os bens arqueológicos da Nação: há que estabelecer critérios para seu estudo e preservação.

Os resultados da prospecção em campo, aliados às análises em laboratório do material coletado e ao conhecimento arqueológico da região, permite elaborar um desenho de pesquisa para as escavações arqueológicas nos sítios selecionados para a próxima etapa do programa, das escavações arqueológicas, em função de sua significância científica. A significância científica de cada sítio deverá ser definida a partir do potencial dos sítios identificados para responder as problemáticas científicas listadas nas **justificativas** abaixo, bem como outras problemáticas científicas formuladas a partir dos resultados de campo.

A escavação arqueológica, que, quando realizada num contexto de mitigação de um projeto potencialmente lesivo a bens arqueológicos, é conceituada como *salvamento arqueológico*, consiste, como diz Ferdière (1980), num momento decisivo da pesquisa arqueológica, já que é dela que saem os documentos que comprovam ou invalidam hipóteses científicas. No entanto, pelo fato de a escavação constituir-se em um ato destrutivo, erros de escavação são em geral irreversíveis, em especial em projetos de salvamento arqueológico, quando a possibilidade de voltar ao sítio é praticamente nula. Por isso, duas questões devem sempre anteceder as intervenções arqueológicas: por que? e como? O “porquê” deve estar sempre ligado à significância do sítio arqueológico para resolver os problemas científicos colocados no projeto. O “como” implica a tomada de decisões sobre os métodos a serem empregados na escavação do sítio, em função dos objetivos propostos. Uma ampla descrição e discussão dos métodos possíveis a serem empregados em escavações arqueológicas é fornecida por Hester (1997).

É pela lógica dos procedimentos de pesquisa numa área da extensão do Projeto S11D-Vale que o Programa de Arqueologia Preventiva aqui proposto dividir-se-á em dois subprogramas, a saber: ***Sub-programa de Prospecções Arqueológicas Intensivas***, e ***Sub-programa de Salvamento Arqueológico***.

– **Justificativa**

O programa recomendado apóia-se nas justificativas abaixo:

- O alto potencial arqueológico da área de do empreendimento, comprovado pelos trabalhos de campo relatados no EIA, que apontam a existência de vários sítios arqueológicos pré-coloniais, alto potencial arqueológico e alta relevância arqueológica.
- A importância arqueológica da Serra dos Carajás, onde diversas problemáticas sobre a pré-história amazônica, brasileira e sul-americana se colocam, a saber:
  - uma seqüência de ocupação bastante longa, iniciada há cerca de 10.000 anos AP, com presença de vários sítios em cavidades com evidências de ocupações do Holoceno Inicial, ca. 10.000-7.000 AP (Kipnis et al.2005; Magalhães 1994, 2005);
  - indícios arqueológicos de uma grande antiguidade para presença de cerâmica (Scientia 2007);
  - diversidade cultural indicada na região da Grande Carajás pela arqueologia de Serra Norte, Níquel do Vermelho, Sossego, e Salobo;
  - ecologia histórica de uma região ecologicamente singular da bacia amazônica.

### – Base Legal

O programa proposto se fundamenta exigências legais brasileiras e em recomendações internacionais. As normas vigentes de proteção ao patrimônio arqueológico nacional (Lei 3.924/1961 e Portaria IPHAN 230/2002) 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 e, posteriormente, providenciado seu salvamento. Já as cartas internacionais de proteção ao patrimônio arqueológico, das quais o Brasil é signatário, consideram que os bens arqueológicos constituem o legado das gerações passadas às gerações futuras, não tendo as gerações presentes o direito de interromper sua trajetória natural, subtraindo a herança aos seus legítimos herdeiros. Portanto, se a destruição do bem for inevitável, seu salvamento será sempre imperativo, de modo a assegurar que sua destruição seja compensada pela produção de conhecimento sobre o bem, para incorporação à Memória da Nação correspondente.

Uma vez que sítios arqueológicos são considerados bens da União (Constituição Federal, artigo 20), o programa precisa necessariamente contar com a aprovação do IPHAN-Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Lei 3.924/1961).

O projeto a ser encaminhado ao órgão para obtenção da autorização/permissão de pesquisa deverá atender as diretrizes expressas nas portarias SPHAN 07/1988 e IPHAN 230/2002.

### – Objetivos

Evitar que o empreendimento destrua bens constituintes do patrimônio arqueológico nacional numa região estratégica para o conhecimento da história pré-colonial da Amazônia, que, além disso, foi palco de importantes eventos históricos, vitais para a elucidação das importantes problemáticas científicas arroladas nas justificativas.

### – Metas

- 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, pré-coloniais e históricos;
- 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 e estabelecimento de uma ampla cronologia da ocupação humana da área de estudo.

#### 9..1.3.10.1 Sub-Programa de Prospecção Arqueológica

### – Objetivos

- levantar, com razoável grau de certeza, a quantidade e diversidade de sítios arqueológicos existentes nas áreas de intervenção do empreendimento, tanto aflorados em superfície quanto enterrados no subsolo;



- estimar, com razoável grau de confiabilidade, os seguintes aspectos relativos aos sítios arqueológicos identificados: limites espaciais de cada sítio; densidade e diversidade da cultura material presente em cada sítio; profundidade e espessura da camada arqueológica de cada sítio; estado de conservação de cada sítio; implantação dos sítios na paisagem;
- fazer as primeiras inferências sobre as relações cronológicas, ambientais, culturais e funcionais entre os diversos sítios registrados nas áreas levantadas;
- relacionar os sítios arqueológicos identificados ao contexto arqueológico pré-colonial e histórico regional conhecido;
- verificar a possibilidade de preservação dos sítios arqueológicos identificados;
- obter parâmetros seguros para o desenho do futuro Projeto de Salvamento Arqueológico a ser implantado, com escavações sistemáticas nos sítios arqueológicos que não puderem ser preservados.

– **Âmbito de aplicação**

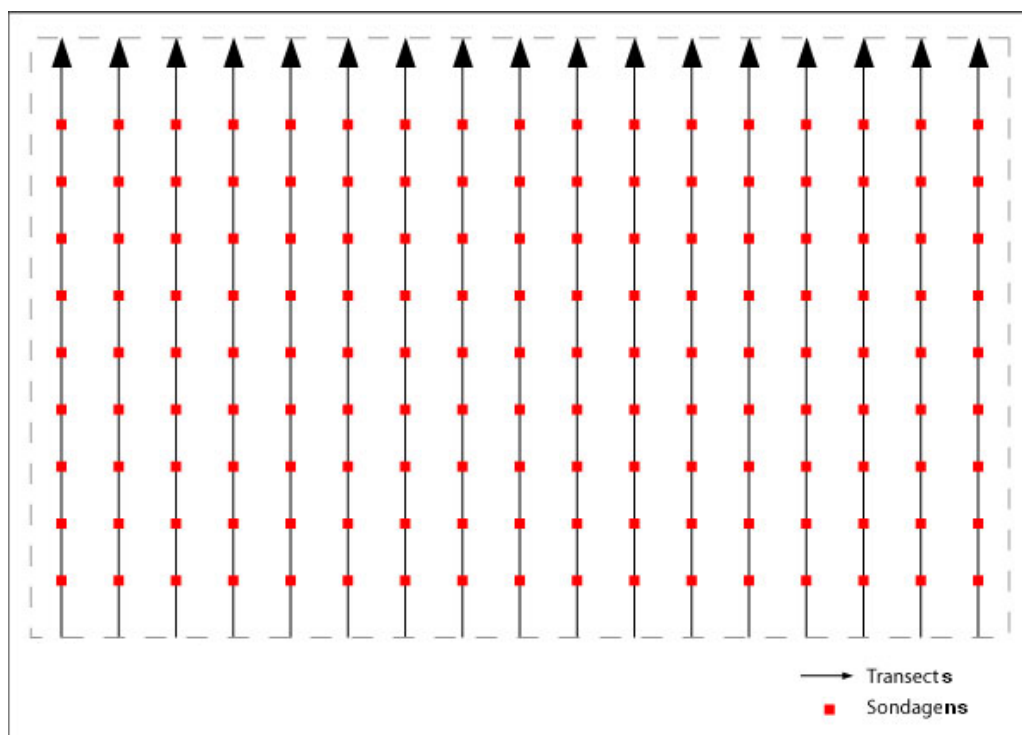
Áreas de intervenção do empreendimento (ADA).

– **Metodologia**

- contratação de um arqueólogo senior 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 recomendados pela Portaria IPHAN 230/2002, sendo recomendáveis as estratégias a seguir apresentadas:

Sítios a céu aberto

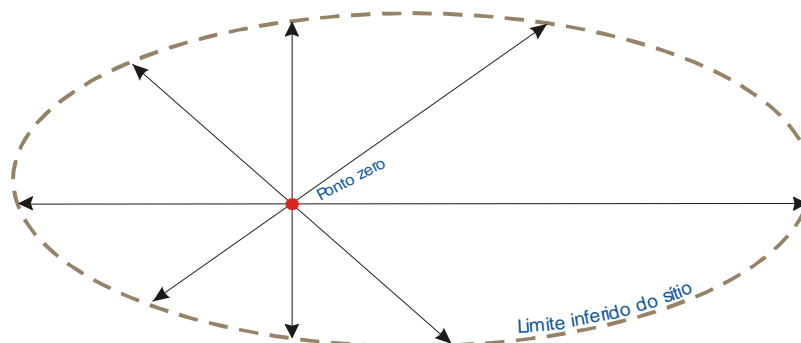
- levantamento total sistemático, por caminhamento em *transects* que cubram toda a superfície da área do empreendimento, para observação de ocorrências arqueológicas afloradas em superfície e sondagens em malha equidistante, para verificação de ocorrências arqueológicas enterradas (**Figura 9.1.3.1**).



Fonte: Scientia, 2009

**FIGURA 9.1.3.1 – Esquema ilustrativo da prospecção para levantamento total sistemático.**

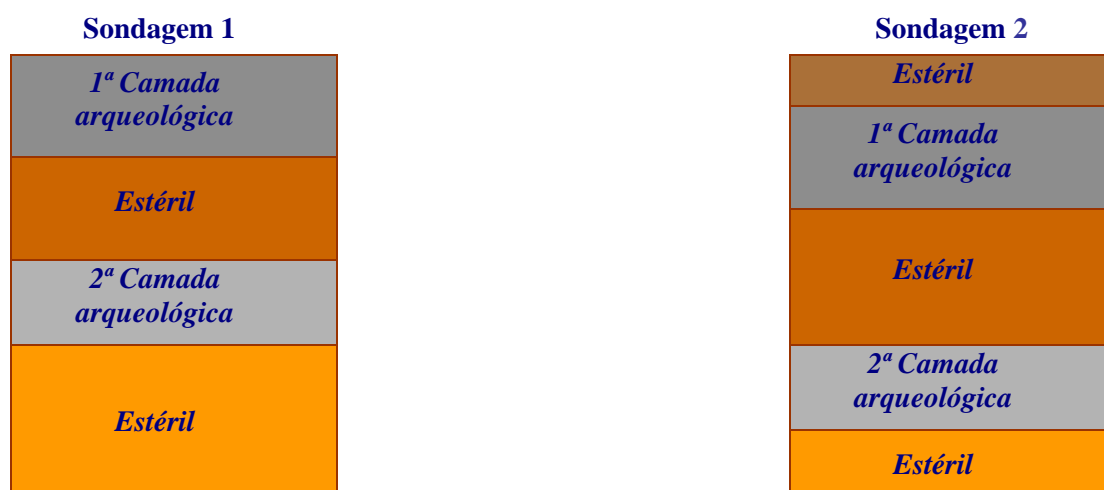
- delimitação dos sítios arqueológicos identificados, a partir de transectos, traçados a partir do(s) artefato(s) encontrado(s), conforme **Figura 9.1.3.2**.



Fonte: Scientia, 2009

**FIGURA 9.1.3.2. Esquema ilustrativo de delimitação de sítio arqueológico por caminhamentos (transects) radiais, traçados a partir de um ponto zero (artefato encontrado)**

- aprofundamento de algumas das sondagens positivas, para verificação da profundidade, espessura e estratigrafia do depósito arqueológico, algumas das sondagens positivas precisarão ser aprofundadas até atingir o limite da camada arqueológica e se ter certeza de que, sob o nível arqueológico mais superficial, não existe um outro nível arqueológico mais profundo, enterrado (**Figura 9.1.3.3**).

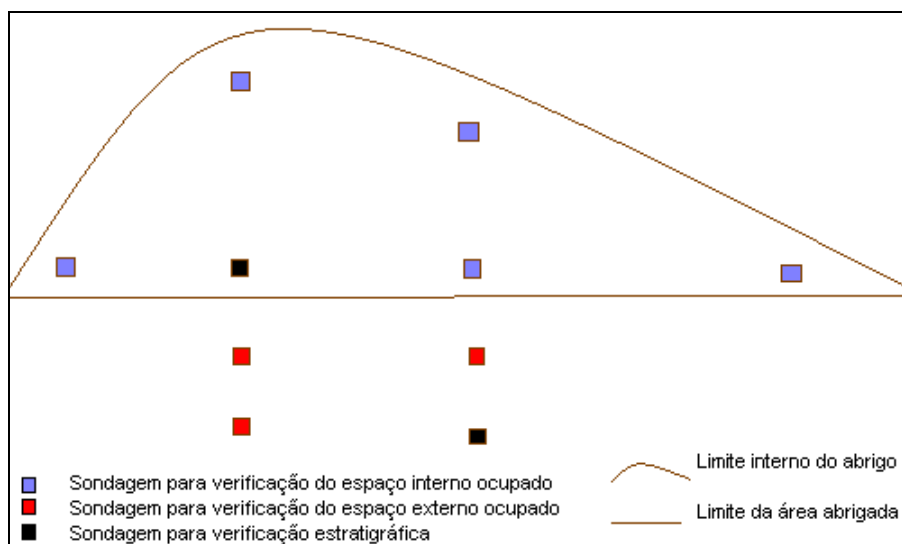


Fonte: Scientia, 2009

**FIGURA 9.1.3.3 – Esquema ilustrativo do perfil estratigráfico de duas sondagens. A diferença de profundidade das camadas arqueológicas entre as sondagens reflete as diferenças topográficas do terreno.**

#### Cavidades

- para o levantamento arqueológico das áreas de formação de cavidades naturais, deverá ser feito um trabalho em conjunto com a equipe de espeleologia, sendo vistoriadas todas as cavidades identificadas, logo após seu registro espeleológico. Portanto, a equipe de arqueologia não participará da etapa de levantamento espeleológico, mas da etapa de estudo das cavidades naturais identificadas, quando todas as cavidades serão sistematicamente prospectadas, com o objetivo de verificar sua ocupação por populações pré-coloniais.
- primeira fase: abertura de sondagens (1X1m), interrompidas assim que vestígios arqueológicos são evidenciados, de modo a não prejudicar escavações sistemáticas. Se na primeira sondagem são evidenciados vestígios arqueológicos, comprovando a ocupação humana pretérita, não são necessárias novas sondagens. Em caso de sondagem estéril (sem vestígios arqueológicos), é aberta uma segunda que, se também for estéril, é seguida por outras sondagens (o número exato varia de acordo com o tamanho da cavidade). Se em nenhuma das sondagens ocorrem vestígios arqueológicos, a cavidade é considerada sem potencial arqueológico.
- segunda fase: deverá ocorrer nas cavidades objeto de salvamento arqueológico, para subsidiar a etapa de escavação. Nesta segunda fase, os sítios arqueológicos em cavidades naturais deverão ser objeto de novas sondagens, para verificação da extensão, espessura, estratigrafia e profundidade da superfície ocupada (**Figura 9.1.3.4**). A intenção, nesta fase é obter subsídios para o planejamento da etapa posterior, de escavação sistemática dos sítios.



Fonte: Scientia, 2009

**FIGURA 9.1.3.4 – Esquema da prospecção preparatória à escavação sistemática de sítio arqueológico em cavidade natural**

Sítios a céu aberto e em cavidades

- coleta sumária de material arqueológico nos sítios identificados, devidamente controlada e registrada, de caráter comprobatório e com a finalidade de permitir inferências preliminares sobre a diversidade de sítios existente na área de estudo, sem desfigurar os sítios arqueológicos nesta primeira etapa do programa.
- coleta de algumas amostras para datação por termoluminescência ou C14, de modo a fornecer alguns dados preliminares sobre a cronologia de ocupação da área de estudo.
- curadoria e análise, em laboratório, do material arqueológico coletado em campo.
- cruzamento dos dados resultantes das análises de laboratório com dados conhecidos da arqueologia regional, que permitam correlacionar os sítios da área de estudo com outros sítios regionalmente conhecidos.
- a partir dos resultados das atividades acima, detalhamento do programa de salvamento arqueológico, já definindo as principais problemáticas arqueológicas que podem ser respondidas pelas pesquisas na área.

#### – Relatórios e Produtos

- Projeto para o IPHAN;
- Relatório de Campo – relativo às prospecções;
- Relatórios de Laboratório;
- Relatório final para o IPHAN (com os resultados das pesquisas e as atividades de divulgação científica realizadas).

### 9.1.3.10.2 Sub-programa de Salvamento de Sítios Arqueológicos Pré-Históricos

#### – Objetivos específicos

- Produzir conhecimento sobre a história da ocupação humana na região, desde seus primórdios até a entrada do colonizador europeu, com a conseqüente desestruturação sócio-econômica-política e cultural das sociedades indígenas que ali se encontravam;
- Verificar as relações entre as alterações nos padrões de assentamento das sociedades que se sucederam na área de estudo e as alterações ambientais registradas durante o holoceno;
- Identificar as alterações na organização econômica, social e política das sociedades que ocuparam a área de estudo, em decorrência do processo de implementação e adoção plena da produção agrícola;
- Estudar a variabilidade funcional e estilística da cultura material recuperada nos sítios arqueológicos;
- Inferir a densidade demográfica dos sítios pesquisados, usando métodos testados pela arqueologia.
- Divulgar o conhecimento produzido às comunidades locais e regionais e à comunidade científica nacional e internacional.

#### – Âmbito de aplicação

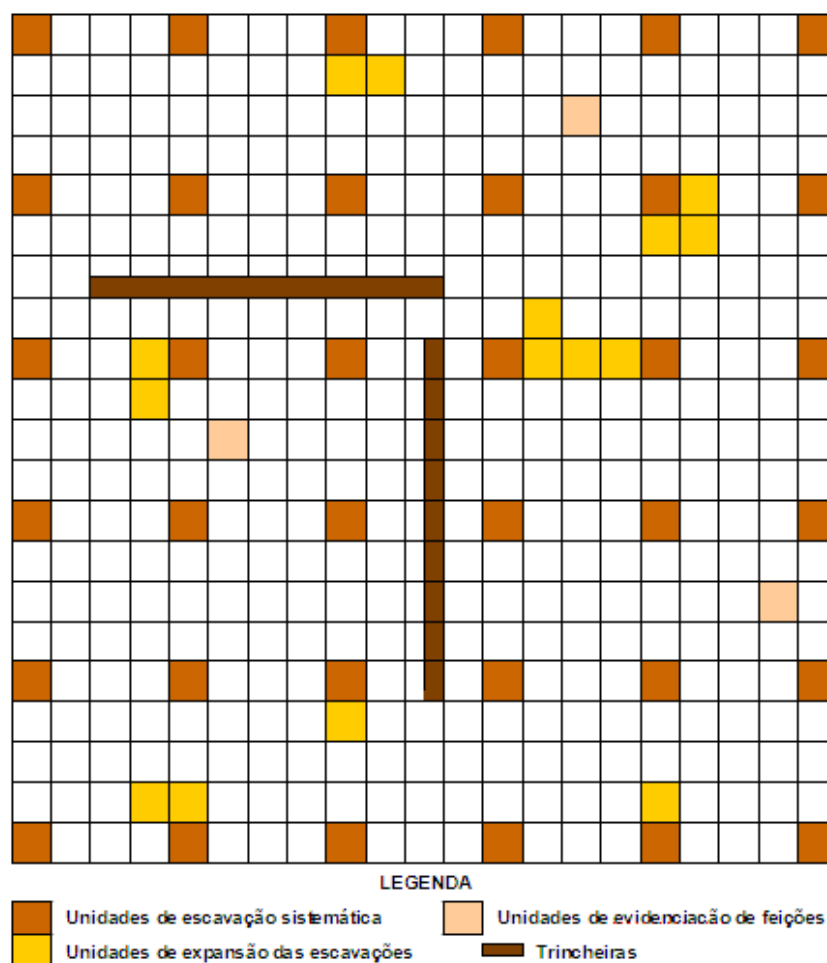
Sítios arqueológicos identificados nas áreas de intervenção do empreendimento e em seu entorno, uma vez que os limites dos sítios não têm relação direta com tais áreas, podendo eventualmente extrapolá-las.

#### – Metodologia

- contratação de um arqueólogo 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 IPHAN 07/88;
- seleção de sítios arqueológicos a serem objeto de escavações sistemáticas, utilizando critérios de significância científica, ou seja, o potencial de cada sítio para esclarecer os processos sócio-culturais pretéritos dos quais eles restaram como testemunhos materiais;
- escavação sistemática dos sítios selecionados, em intensidade compatível com o tipo e grau de informação que se pretende obter de cada sítio, de acordo com as estratégias a seguir:

##### *Sítios a céu aberto*

- levantamento topográfico e quadriculamento de cada sítio selecionado para escavação sistemática;
- coleta de superfície e escavação amostral até esgotar a/s camada/s arqueológica/s, em quadriculas distribuídas por uma malha definida sítio a sítio, em função das características de cada um, para obtenção de dados quantitativamente analisáveis (**Figura 9.1.3.5**);
- ampliação das escavações em áreas de concentração de material ou de estruturas e feições evidentes ou suspeitadas no solo, para obtenção de informações qualitativas (**Figura 9.1.3.5**);



Fonte: Scientia, 2009

**FIGURA 9.1.3.5 – Esquema ilustrativo das unidades de escavação no espaço do sítio, após quadriculamento.**

#### *Cavidades*

- levantamento topográfico e quadriculamento de cada sítio selecionado para escavação sistemática;
- coleta de superfície e escavação exaustiva da superfície ocupada.

#### *Sítios a céu aberto e em cavidades*

- coleta seletiva de material arqueológico diagnóstico em superfície, fora do espaço das quadrículas sistematicamente distribuídas sobre a área do sítio;
- coleta de amostras para datação por termoluminescência ou C14 de todos os sítios selecionados para escavação sistemática.
- envio das amostras coletadas para laboratórios especializados em datação arqueológica.
- curadoria e análise, em laboratório, do material arqueológico coletado.
- curadoria e análise, em laboratório, do material coletado em campo e da documentação produzida.
- sistematização e interpretação dos dados de campo e laboratório.

Aliar a amostragem sistemática com coletas seletivas de superfície e escavações qualitativas em áreas e locais definidos pelo responsável pelas escavações permite trazer subsídios de maior significância sobre a natureza das concentrações, estruturas e feições percebidas durante as escavações. Isso se deve ao fato de que procedimentos estatísticos, embora extremamente confiáveis para a inferência de regularidades, são falhos na observação de singularidades, elementos importantes das organizações sócio-culturais pretéritas. A idéia por trás desse procedimento metodológico é trazer subsídios sobre a natureza e a variação da cultura material de cada sítio, horizontal e verticalmente.

#### – **Relatórios e Produtos**

- Projeto para o IPHAN;
- Relatório de Campo – relativo às pesquisas de salvamento;
- Relatórios de Laboratório;
- Relatório final para o IPHAN (com os resultados das pesquisas e as atividades de divulgação científica realizadas).

#### – **Responsabilidade**

A implantação e desenvolvimento do programa será de responsabilidade do empreendedor, mas deverá contar com a aprovação do IPHAN e a participação de uma instituição responsável pela guarda do material arqueológico coletado em campo, a qual será indicada pelo arqueólogo responsável pelo programa, contratado pelo empreendedor.

#### – **Inter-relação com outros Programas**

O Programa de Arqueologia Preventiva deve manter relação com:

- Programa de Comunicação Social (nos contatos com os proprietários dos terrenos onde se encontrarem sítios arqueológicos);
- Programa de Educação Ambiental (direcionados os profissionais ligados à implantação do empreendimento, devido aos cuidados a serem tomados para evitar interferências com sítios arqueológicos);
- Programa de Educação Patrimonial (para o qual o programa deve fornecer subsídios, relativos à pré-história e história regionais).

### **9.1.3.11 Programa de Educação Patrimonial**

#### – **Introdução**

A Educação Patrimonial está relacionada, comumente, a uma metodologia empregada para a valorização do patrimônio cultural. De acordo com Horta et. al (1999, p.6), a Educação Patrimonial é

*[...] um instrumento de ‘alfabetização cultural’ que possibilita ao indivíduo fazer a leitura do mundo que o rodeia, levando-o à compreensão do universo sociocultural e da trajetória histórico-temporal em que está inserido. Este processo leva ao reforço da auto-estima dos indivíduos e comunidades e à valorização da cultura brasileira, compreendida como múltipla e plural. [...]*

Entende-se que **Educação para o patrimônio** corresponde a uma forma de mediação que propicia aos

*[...] diversos públicos a possibilidade de interpretar bens culturais, atribuindo-lhes os mais diversos sentidos, estimulando-os a exercer a cidadania e a responsabilidade material e imaterial com excelência e igualdade [...]. (Grinspum, 2000).*

É preciso, no entanto, ter em mente que o processo de instrumentalização para a leitura do mundo não deve partir somente de referenciais que o mediador considera como cultura ou patrimônio. Segundo Cândido (2007, p.3),

*“[...] exatamente quando se trata de patrimônio deve prevalecer a idéia do que o grupo estabelece como referência para si, aquilo com o que se identifica, a educação patrimonial necessita se embasar em trocas e na construção coletiva do conhecimento. [...]”.*

Dessa maneira, a educação patrimonial colabora para a salvaguarda do patrimônio material e imaterial, pois tem por objetivo garantir sua identificação, documentação e estudo, além da proteção, promoção, valorização e a transmissão, por meio da educação formal e não-formal (IPHAN, 2000).

#### – **Justificativa**

A preocupação com a Educação Patrimonial se apóia nos seguintes pressupostos:

- de que os bens culturais são os elementos definidores das identidades sociais. Portanto, sua descaracterização constitui um grande impacto sócio-cultural e a única maneira de preveni-la, revertê-la ou compensá-la consiste em fomentar sua valorização.
- de que a valorização e, em consequência, a adoção de atitudes de preservação, dependem do conhecimento e compreensão que se tem do patrimônio cultural latu senso, sendo as ações educativas o mais eficiente meio de promoção de tais atitudes.

#### – **Base Legal**

Ações educacionais que envolvem o patrimônio cultural e o grande público recebem recomendações em Cartas Patrimoniais desde 1931 - Carta de Atenas (Escritório Internacional dos Museus, 1931). Desde então, tais contribuições têm versado sobre a importância da educação, divulgação e valorização do patrimônio cultural para a formação cultural de um indivíduo.

A Carta de Nova Delhi (1956), nas recomendações direcionadas à *Educação ao Público*, recomenda explicitamente

*“[...] empreender uma ação educativa para despertar e desenvolver o respeito e a estima ao passado, especialmente através [...] da participação de estudantes em determinadas pesquisas, da difusão pela imprensa de informações arqueológicas que provenham de especialistas reconhecidos, da organização de circuitos turísticos, exposições e conferências que tenham por objeto os métodos aplicáveis em matéria de pesquisas arqueológicas assim como os resultados obtidos, da apresentação clara dos sítios arqueológicos explorados e [...], da edição [...] de guias em uma redação simples”.* (UNESCO, 1956).



A legislação vigente no Brasil, por sua vez, prevê em seus dispositivos a realização de ações com fins científicos, culturais e educativos, inclusive nos projetos voltados ao licenciamento ambiental de empreendimentos, nas etapas de obtenção de LI e LO.

A Portaria SPHAN nº 07, de 01 de dezembro de 1998, estabelece os procedimentos necessários à comunicação prévia, às permissões e às autorizações para pesquisas e escavações arqueológicas em sítios arqueológicos. No seu art. 5º-IV, alíneas 5-6, a Portaria determina que o plano de trabalho científico contenha “proposta preliminar de utilização futura do material produzido para fins científicos, culturais e educacionais” e “meios de divulgação das informações científicas obtidas”.

No seu art. 6º, parágrafo único, a Portaria diz que a decisão para pedidos de permissão e autorização caberá ao IPHAN, que “considerará os critérios adotados para a valorização do sítio arqueológico e de todos os elementos que nele se encontrem e do seu potencial científico, cultural e *educacional*<sup>1</sup>”.

No art. 11-II e VII, designa que os relatórios técnicos devem ser entregues ao IPHAN acompanhados das seguintes informações:

*II – meios utilizados durante os trabalhos, medidas adotadas para a proteção e conservação e descrição do material arqueológico, indicando a instituição responsável pela guarda e como será assegurado o desenvolvimento da proposta de valorização do potencial científico, cultural e educacional<sup>2</sup>; (...)*

*VII – indicação dos meios de divulgação dos resultados*

A Portaria 230/2002 complementa e avança nessas exigências, explicitando que as atividades de Educação Patrimonial devem ser consideradas nos contratos entre empreendedor e arqueólogo:

*Artº 7º - O desenvolvimento dos estudos arqueológicos acima descritos, em todas as suas fases, implica trabalhos de laboratório e gabinete (limpeza, triagem, registro, análise, interpretação, acondicionamento adequado de material coletado em campo, **bem como programa de Educação Patrimonial**<sup>3</sup>), os quais deverão estar previstos nos contratos entre os empreendedores e os arqueólogos responsáveis pelos estudos, tanto em termos de orçamento quanto de cronograma.*

Portanto, as atividades de Educação Patrimonial aqui propostas procuram dar conformidade legal ao programa a ser apresentado ao IPHAN.

Todas as atividades foram pensadas dentro da perspectiva esposada por Horta et al. (1999: 6):

*A partir da experiência e do contato direto com as evidências e manifestações da cultura, em todos os seus múltiplos aspectos, sentidos e significados, o trabalho da Educação Patrimonial busca levar as crianças e adultos a um processo ativo de conhecimento, apropriação e valorização de sua herança cultural, capacitando-os para um melhor usufruto destes bens, e propiciando a geração e a produção de novos conhecimentos, num processo contínuo de criação cultural.*

<sup>1</sup> Negrito nosso.

<sup>2</sup> Negrito nosso.

<sup>3</sup> Negrito nosso.

*O conhecimento crítico e a apropriação consciente pelas comunidades do seu patrimônio são fatores indispensáveis no processo de preservação sustentável desses bens, assim como no fortalecimento dos sentimentos de identidade e cidadania.*

*A educação Patrimonial é um instrumento de “alfabetização cultural” que possibilita ao indivíduo fazer a leitura do mundo que o rodeia, levando-o à compreensão do universo sociocultural e da trajetória histórico-temporal em que está inserido. Este processo leva ao reforço da auto-estima dos indivíduos e comunidades e à valorização da cultura brasileira, compreendida como múltipla e plural.*

*O diálogo permanente que está implícito neste processo educacional estimula e facilita a comunicação e a interação entre as comunidades e os agentes responsáveis pela preservação e estudo dos bens culturais, possibilitando a troca de conhecimento e a formação de parcerias para a proteção e valorização desses bens.*

## – Objetivo

### **Geral**

Sensibilizar as comunidades situadas no entorno do empreendimento e os profissionais ligados à sua implantação e operação sobre a importância de preservar os bens culturais regionais e valorizar o patrimônio arqueológico e cultural nacional.

### **Específicos**

- Esclarecer as comunidades de entorno do empreendimento e os profissionais ligados à sua implantação e operação sobre o significado dos bens culturais regionais, materiais e imateriais.
- Evitar que, por desconhecimento, profissionais ligados à implantação e operação do empreendimento venham a interferir em sítios arqueológicos.
- Estabelecer estratégias de divulgação dos bens culturais regionais e fomentar as iniciativas locais e regionais de promoção e defesa dos bens culturais regionais
- Incentivar a formação de agentes locais de preservação do patrimônio cultural regional, material e imaterial.
- Capacitar os professores da rede escolar regional a explorar e valorizar os bens culturais regionais, inserindo-os em seu planejamento como atividades paradigmáticas complementares ao ensino básico e secundário.
- Divulgar os resultados das pesquisas arqueológicas, históricas e culturais realizadas na região;
- Colaborar para que o patrimônio arqueológico cultural local e regional seja reconhecido e apropriado pelas comunidades locais.
- Estender o alcance dos produtos mencionados na metodologia (folhetos, vídeos e exposição itinerante) às sedes dos municípios, usando como suporte a mídia local.

## – Metas

- Sensibilizar a população da AID para a importância do patrimônio arqueológico e histórico-cultural da área pesquisada.

– **Âmbito de Aplicação**

Prioritariamente, as comunidades da AID (Mozartinópolis e Canaã dos Carajás) e os profissionais ligados à implantação e operação do empreendimento; secundariamente, moradores e instituições municipais adjacentes (Parauapebas, Curionópolis, etc).

– **Metodologia**

**Para os profissionais ligados à implantação e operação do empreendimento**

Para o público-alvo acima, que deve compreender profissionais das áreas de engenharia, educação ambiental, comunicação social e gestão ambiental, tanto vinculados ao empreendedor quanto às empreiteiras, estão previstos seminários, com o auxílio de data-show. Este recurso proporciona, segundo Farias (2000, p. 142):

*... diálogo e troca de idéias, pois as pesquisas arqueológicas (...), ainda estão em andamento, e a cada escavação surgem novas descobertas. O debate se apresenta como recurso estratégico no confronto de diferentes pontos de vista, em relação à pesquisa arqueológica (...). Esse tipo de ação enriquece o trabalho intelectual, porque permite a análise sob vários pontos de vista, além de ampliar, no ouvinte, habilidade para o desenvolvimento e construção da cidadania.*

Nos seminários, serão distribuídos folhetos, em linguagem acessível, que reforcem os conceitos e idéias apresentados.

**Para as comunidades da AID**

Inicialmente, pretende-se fazer um levantamento das escolas e espaços públicos que possam sediar as atividades educativas. Quanto a espaços públicos, pretende-se verificar a viabilidade de uso das sedes de associações locais (Associação Itakyra).

As comunidades da AID foram divididas em dois públicos-alvo, sendo um a comunidade escolar e outro a comunidade em geral, para a qual estão previstos recursos didáticos distintos em alguns casos e comuns em outros, conforme apresentado abaixo.

- Para a comunidade escolar:
  - *Oficinas educativas:* recomenda-se promover oficinas educativas junto aos professores das escolas dos municípios em que estiverem ocorrendo os trabalhos de resgate, como meio de transmitir ao público-alvo da atividade noções de pré-história, de patrimônio arqueológico e de pesquisa arqueológica, visando o efeito multiplicador professor/aluno. A esses professores, serão dadas demonstrações práticas de como utilizar o material para-didático impresso e o vídeo educativo abaixo mencionados.
  - *Material para-didático:* recomenda-se elaborar material com linguagem voltada ao público infante-juvenil, a ser distribuído para uso dos professores e alunos das escolas que participaram das oficinas educativas.
  - *Visitas guiadas:* sugere-se organizar algumas visitas de alunos e professores durante as escavações em sítios arqueológicos na área industrial, próximo a vila Mozartinópolis, para tornar mais concretas as noções transmitidas pelos outros meios empregados.
- Para a comunidade em geral:
  - *Palestras:* sugere-se a realização de palestras em associações, explicando o que estão fazendo os arqueólogos na região; fornecendo noções de patrimônio cultural e estimulando os participantes a arrolarem bens e manifestações culturais de seu conhecimento.

- *Folhetos de divulgação*: sugere-se a impressão de folhetos ilustrados, em linguagem acessível, que tratem de patrimônio arqueológico e histórico-cultural, com exemplos de casos locais e regionais.
- *Exposições itinerantes*: ao final das pesquisas, sugere-se organizar duas exposições, uma itinerante sobre arqueologia e pré-história regional, que percorrerá as escolas existentes na AID do empreendimento e municípios adjacentes, e uma permanente em Canaã dos Carajás (Casa de Cultura da Associação Itakyra). Os folhetos de divulgação produzidos poderão também ser distribuídos aos visitantes, para reforçar o conteúdo transmitido. Após o encerramento das atividades, a exposição deverá ser entregue à Casa de Cultura da Associação Itakyra, para que possa continuar sua atualização e itinerância.
- Controle e avaliação: as atividades propostas deverão ser controladas e avaliadas através de
  - Controle, em fichas específicas, da presença dos participantes de cada atividade;
  - Exercícios, a cada grupo de atividades, para controle da apreensão do conteúdo pelos participantes e, do grau de satisfação desses participantes pelo tipo de atividade;
  - Análise dos exercícios acima, para avaliar se o escopo de cada uma das atividades foi atingido, identificar as falhas e os sucessos, e aperfeiçoar aquelas atividades cujos resultados não foram plenamente satisfatórios.

#### – **Responsabilidades**

A implantação e desenvolvimento do programa serão de responsabilidade do empreendedor, mas deverá contar com a parceria da 2ª Superintendência Regional do IPHAN/PA e coordenação de profissional devidamente aprovado pelo IPHAN.

#### – **Relatórios e Produtos**

- Programa para o IPHAN;
- Livretos para-didáticos;
- Folhetos de divulgação;
- Exposição itinerante;
- Exposição permanente;
- Relatórios para o IPHAN (um parcial e um final).

#### – **Inter-relação com outros Programas**

O Programa de Educação Patrimonial deverá ter inter-relação com o Programa de Arqueologia Preventiva, dos quais deve receber conteúdo para suas atividades e para os quais apresentará os resultados das avaliações feitas. Além disso, deverá integrar-se com os programas de Comunicação Social (para divulgação das atividades), de Educação Ambiental e, Gestão Ambiental da empresa (para as atividades com os profissionais ligados à implantação do empreendimento, devido aos cuidados a serem tomados para evitar interferências com sítios arqueológicos).

### 9.3.1.12 Outras Ações Corporativas

Ações Corporativas em implementação pela Vale que possam reforçar os resultados esperados dos programas propostos neste EIA deverão ser incorporadas nos trabalhos a serem desenvolvidos nas diversas fases do empreendimento. As mesmas são apresentadas no item Ações Empresariais e no **Anexo XXI-A**.

## 9.1.4 Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD

### 9.1.4.1 Introdução

Este documento apresenta o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD, para as áreas diretamente afetadas pelas estruturas do Projeto Ferro Carajás S11D, a ser implantado no município de Canaã dos Carajás, no estado do Pará (vide **Figura 9.1.4.1**), estando sua área de lavra inserida na porção sudoeste da Floresta Nacional de Carajás, mais especificamente no Bloco D do Corpo S11. A usina será instalada em área externa aos limites da referida unidade de conservação.

### 9.1.4.2 Justificativa

A Constituição da República Federativa do Brasil, no capítulo VI, estabelece no Artigo 225, parágrafo 2º, que “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei”. O Decreto 97.632, de 10/04/1989, regulamentou a Lei 6.938/86, no que se refere à recuperação de áreas degradadas pela atividade de mineração. Segundo o referido decreto, os empreendimentos no setor mineral deverão apresentar ao órgão competente o Plano de Recuperação das Áreas Degradadas pela atividade de mineração como um documento integrante do Estudo de Impacto Ambiental (IBAMA, 1990).

O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, apresentado a seguir, considera as atividades referentes à recuperação, considerando o papel fundamental que a cobertura vegetal ocupa no contexto de reabilitação ambiental e ecológica das áreas interferidas, destacando-se: atividades a serem desenvolvidas anteriormente e conjuntamente à supressão vegetal, criando condições para maximizar as práticas de revegetação; os planos de recuperação e sua execução, descrevendo as práticas de recuperação e estabilização da área; o monitoramento das áreas recuperadas, fechamento e descomissionamento de estruturas com a indicação de seu uso futuro.

Serão levados em conta os recursos naturais inerentes ao ecossistema local, como o (1) sementes, a serem colhidas diretamente da vegetação atualmente existente no local, (2) banco de plântulas e propágulos existentes na área a ser suprimida, que será resgatado anteriormente a supressão vegetal e removido juntamente ao *topsoil* e decapeamento da canga, (3) camada superficial (*topsoil*) e restos vegetais que serão removidos das áreas florestais suprimidas e armazenados na fase de desenvolvimento da lavra para sua posterior utilização no processo de recuperação da mina durante sua operação e após seu fechamento. E por fim, o decapeamento da canga que será removido das áreas cobertos por Savana Estépica, que também serão removidos e estocados até sua utilização final.

Contudo, além da revegetação, outras intervenções serão necessárias, destacando-se a reconformação das superfícies do terreno, a drenagem superficial, a estabilização de taludes das principais estruturas da mina, a implementação de um plano de atrativos para a fauna, assim como a inoculação de micorrizas em sementes de espécies de leguminosas fixadoras de nitrogênio, adubação e preparação do solo previamente a revegetação, criando melhores condições para o estabelecimento das espécies plantadas.

**FIGURA 9.1.4.1 - LOCALIZAÇÃO DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D A3**

Após o fechamento de mina, onde uma nova forma de uso do solo será estabelecida em todas as áreas afetadas pela atividade de mineração, é esperado que a área degradada durante o funcionamento da mina estará recuperada/reabilitada a partir da integração da área ao ambiente local, a partir de medidas que serão inicialmente desenvolvidas no âmbito deste Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e finalizadas no Plano de Fechamento da Mina.

Assim, dentro deste plano, as diretrizes para a recuperação das áreas degradadas do empreendimento são descritas, além de medidas de controle e minimização dos agentes erosivos, evitando impactos desnecessários, reduzindo a abrangência das áreas impactadas e os custos de recuperação de áreas degradadas.

### **9.1.4.3 Aspectos Conceituais da Recuperação e Revegetação**

O conceito de degradação ambiental é bem amplo sendo aplicadas diversas definições para este tema, variando os temas englobados dentro do conceito. O artigo 2º do Decreto nº 97.632/89, que dispõe sobre o PRAD, estabelece como degradação, os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.

O conceito oficial adotado pela *United Nations Food and Agriculture Organization* (FAO, 1993) define que degradação é a perda temporária ou permanente da capacidade produtiva da área. Já Teixeira & Silva Jr. (1994) definem que a degradação ocorre quando a vegetação e fauna originais são destruídas, removidas ou expulsas, a camada fértil do solo é perdida, removida ou enterrada e a qualidade de vazão do sistema hídrico é alterada.

Independentemente dos aspectos considerados e do conceito adotado, um ponto comum das áreas degradadas é a redução da resiliência e conseqüente necessidade de intervenção humana, visando acelerar o processo de recuperação ou guiá-lo para o resultado final que se pretende (Reis, 2006).

No que se refere aos conceitos de recuperação, Carpanezzi (2000) afirma que recuperação ambiental admite os níveis de restauração (obtenção de ecossistema idêntico ao original), reabilitação (parecido com o original, por critérios como porte da vegetação e espécies) e substituição (criação de um ecossistema novo no lugar do antigo, ex: formação de um lago, numa cava de mineração ou pedreira, em local anteriormente formado por um ecossistema florestal).

Tendo em vista as referências acima, o processo de recuperação de uma área minerada tem como objetivo geral a reconstrução de um ambiente o mais semelhante possível ao natural, consideram-se algumas premissas básicas para norteamento das análises.

A primeira delas é que qualquer ambiente é resultante da interação existente entre os meios físico, químico e biológico. A cobertura vegetal e sua fauna associada são respostas das características do solo e do clima a que estão sujeitas.

Desta colocação deriva que os ambientes presentes nas áreas em foco existem porque há um determinado tipo de solo que supre as exigências ambientais das espécies que ali habitam. São também resultados de dinâmicas ecológicas e de diversas interações entre espécies, incluindo possíveis intervenções humanas.



A adaptação das espécies vegetais às condições do ambiente é resultante de um longo processo evolutivo, levando cada uma delas a suportar uma determinada amplitude de variação ambiental. Em geral, espécies pioneiras se desenvolvem sob uma maior amplitude de condições ambientais, sendo menos exigentes nutricionalmente e climaticamente, enquanto as secundárias tardias e clímax são mais exigentes, não suportando deficiências nutricionais e hídricas; e luminosidade excessiva de determinados ambientes. Porém, exceções a esta regra também existem.

O desafio de qualquer ação de reabilitação ambiental é formar um ambiente com o maior número de espécies nativas possíveis e que seja sustentável ao longo do tempo, disponibilizando recursos alimentares e de abrigo para a fauna nativa e, desta forma, interagindo com os ecossistemas naturais do entorno.

Se uma determinada intervenção não resulta na remoção ou alteração do solo, a resiliência ambiental é mantida, garantindo-se a restauração da cobertura vegetal com aspectos semelhantes ao original.

Quando necessário, intervenções físicas para estabilização do solo e formação de nichos diferenciados de colonização são tão importantes quanto o plantio de espécies vegetais. Estas, por sua vez, apresentam duas funções básicas: a de formar uma cobertura do solo, contribuindo assim para a estabilização física do terreno e a de constituir um ecossistema auto-sustentável, propício ao estabelecimento de outras espécies vegetais nativas, ao uso pela fauna e paisagisticamente harmônico com seu entorno. Desta forma acelerando e beneficiando o processo de recolonização da vegetação.

Em alguns casos, a exemplo de taludes inclinados e áreas sujeitas a processos erosivos, é aceitável o uso de espécies forrageiras comerciais, devido à indisponibilidade no mercado brasileiro de sementes e do baixo conhecimento do comportamento ecológico das espécies nativas, no objetivo de uma rápida formação da cobertura vegetal para proteção do solo e formação de biomassa. Estas espécies funcionais, geralmente, pertencem às famílias Poaceae (gramíneas) e Fabaceae (leguminosas) (Griffith. *et al.* 2000).

De forma geral, as técnicas aplicadas na revegetação de ambientes alterados têm utilizado as estratégias “tapete verde”, com espécies forrageiras comerciais e a “sucessional”, com espécies nativas seguindo o padrão sucessional de regeneração da vegetação, separadamente ou, muitas vezes, conjuntamente para uma mesma área. Utilizando-se o “tapete verde” em um primeiro momento para cobertura rápida do solo e melhoria das condições edáficas e o “sucessional” concomitantemente ou posteriormente ao “tapete verde” para substituição das espécies forrageiras por nativas. (Griffith. *et al.* 2000).

Além de técnicas relacionadas a plantios, ou associadas a estas, experiências com uso de serrapilheira e da camada superficial do solo (*topsoil*) em processo de revegetação tem demonstrado a eficiência deste material como fonte de sementes e contribuinte para estruturação do solo, sendo muitas vezes, removido das áreas a serem suprimidas pelo empreendimento. Entre outras vantagens desta técnica de revegetação estão o baixo custo do processo em longo prazo e a qualidade da recuperação, uma vez que a introdução do solo acrescenta uma maior diversidade da biota, não só da flora, mas também de micro e mesofauna, além de fungos e bactérias.

Outra técnica utilizada no processo de recuperação é a criação de atrativos para a fauna nas áreas que estão sendo recuperadas. Com a aplicação desta técnica espera-se que espécies da fauna, antes encontrada no local, voltem a habitar a área após a recuperação. Entre as estratégias criadas para atrair a fauna estão o plantio de espécies utilizadas pela fauna em sua alimentação e a construção de microhabitats, com a colocação de pedras e madeira, recriando ambientes normalmente encontrados na área original que são utilizados pelas espécies da fauna.

#### **9.1.4.4 Objetivos**

O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD tem como objetivo apresentar as diretrizes para a recuperação das áreas degradadas pela exploração mineral do Projeto Ferro Carajás S11D, em estudo, desenvolvendo ações de controle, adotando medidas de minimização da ação dos agentes erosivos e recuperação ambiental das áreas afetadas.

São objetivos específicos deste programa:

- Implementar ações de controle ambiental a serem desenvolvidas anteriormente e conjuntamente à supressão vegetal de forma a enriquecer e acelerar o processo de recuperação proposto;
- Implementar ações de controle e recuperação ambiental, de forma a mitigar ou corrigir processos erosivos que poderão ser acentuados, ou originados com a implantação do empreendimento;
- Promover a recuperação de áreas afetadas pelo empreendimento; obtendo a estabilidade da área de modo a possibilitar o seu uso futuro seguro;
- Criar atrativos para a fauna local nas áreas recuperadas, de forma a atrair populações de animais, encontradas na área do empreendimento anteriormente a sua implantação;
- Monitorar as áreas recuperadas, avaliando a efetividade das ações de recuperação executadas, identificar eventuais desvios no programa de recuperação;
- Garantir que as áreas degradadas pela mina sejam recuperadas e reabilitadas após o fechamento da mina, conforme estabelecido neste PRAD, norteando possíveis ações que necessitem ser executadas no Plano de Fechamento da Mina.

#### **9.1.4.5 Caracterização das estruturas do Projeto**

A área total a ser ocupada pelo Projeto Ferro Carajás S11D é de 2.721,6 hectares. Destes, 2.559,8 ha localizam-se internamente à Flona de Carajás e 161,8 ha externamente. Da área interna, as cavas ocuparão 1.323,00 ha e demandarão a supressão de 1041,2 ha de Savanas Estépicas. As pilhas de Estéril demandarão uma área total de 1.006,1 ha, destes, 2,7 ha são de Savanas Estépicas e o restante de Floresta Ombrófila. Os diques de contenção ocuparão uma área de 18,7 ha de Savanas Estépicas na área interna à Flona e as demais estruturas (acessos, canteiro de obras, ETA, parte das Unidades Administrativas e Industriais, etc.) demandarão 212 há de área interna à Flona.

Das áreas externas à Flona de Carajás, em apenas 34,9 ha haverá a necessidade da supressão de áreas ocupadas por Florestas Ombrófilas alteradas, os demais 126,9 ha são ocupados por pastagens. Sabe-se que a área pretendida para a construção das estruturas administrativas e a usina de beneficiamento de minério apresenta a cobertura vegetal dominada por pastagens, fisionomia que domina na região Sudeste do Pará.

A relação completa das estruturas envolvidas nesse projeto, bem como a quantificação das referidas superfícies e das fitofisionomias a serem suprimidas para sua instalação encontram-se discriminadas na **Tabela 9.1.4.1**.

Entre as atividades previstas para a etapa de instalação estão: a construção da Infra-estrutura administrativa e operacional da Mina (escritório, Usina de beneficiamento, TCLD, edificações de britagem primária, sistema de abastecimento de água), vias de acesso, supressão de vegetação, terraplenagem e decapeamento na área das cavas. Na **Figura 9.1.4.2** é apresentado o Plano Diretor do Projeto com a indicação das estruturas e na **Figuras 9.1.4.3** é apresentado o uso do solo e cobertura vegetal.

Durante a etapa de operação prevê-se a lavra, a formação das Pilhas de Estéril, supressão vegetal e o decapeamento.

No fechamento haverá a desestruturação das obras construídas durante a operação da mina, fechamento das pilhas de estéril e execução dos projetos finais de recuperação, sendo atribuídos os usos futuros pretendidos a cada uma das estruturas do projeto.

TABELA 9.1.4.1

**ESTRUTURAS DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D, ÁREAS E RESPECTIVAS FORMAÇÕES VEGETAIS A SER SUPRIMIDAS PARA SUA INSTALAÇÃO**

<b>Estruturas</b>	<b>Florestas Ombrófilas</b>	<b>Savana Estépica</b>	<b>Ambientes Lacustres</b>	<b>Floresta Estacional Decidual</b>	<b>Pastagem</b>	<b>Área Interna à Flona</b>	<b>Área Externa à Flona</b>	<b>Área total</b>
Cavas	150,4	1041,2	22,9	108,5		1.323,0		1.323,0
Pilha de estéril I	313,9					313,9		313,9
Pilha de estéril II	218,9	2,7				221,6		221,6
Pilha de estéril III	470,6					470,6		470,6
Diques de contenção Externos à Flona	0,4				15,3		15,7	34,4
Diques de contenção Internos à Flona	18,7					18,7		
Acessos Pilhas de Depósito de Estéril	11,4	3,9		2,96		18,3		18,3
Fabrica de explosivos/Paióis	18				3,2	21,2		21,2
Canteiro de Obras	3,1	0,9			25,2	4,0	25,2	29,2
ETA		0,3				0,3		0,3
Oficina da Usina Centralizada e SAO	2,4					2,4		2,4
Unidades administrativas e Industriais Externas a Flona	30,3				53,3		83,6	249,4
Unidades administrativas e Industriais Internas a Flona	135,1	12,91		17,8		165,8		
Estoque de <i>topsoil</i>	1				8,4		9,4	9,4
Portaria e Balança					2,6		2,6	2,6
Acessos Externos	3,2				22,1		25,3	25,3
<b>Total</b>	<b>1.377,4</b>	<b>1.061,9</b>	<b>22,9</b>	<b>129,3</b>	<b>130,1</b>	<b>2.559,8</b>	<b>161,8</b>	<b>2.721,6</b>

#### **9.1.4.6 Plano de Trabalho**

Este Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD visa atender diretamente às áreas diretamente afetadas pelo Projeto Ferro Carajás S11D, decorrentes das atividades minerárias de extração do minério de ferro, localizadas no Bloco D do Corpo S11 da Serra Sul (PA).

O PRAD deverá ser iniciado na etapa de implantação do empreendimento, quando se dará início às atividades de supressão vegetal, cujas diretrizes são descritas no **Subprograma de Acompanhamento da Supressão Vegetal e Resgate de Flora**. Neste Subprograma é proposto que anteriormente a supressão vegetal iniciar-se-á a coleta material biológico resultante da supressão, bem como o resgate das espécies da Flora existentes na área a ser suprimida, para uma posterior utilização na revegetação de áreas degradadas. As coletas de material biológico e resgate de flora estender-se-ão até o encerramento das atividades de supressão, e à medida que áreas forem desmobilizadas ou tiverem suas obras concluídas, práticas de reabilitação conservacionistas apresentadas neste documento serão postas em prática (acessos, taludes, encostas, etc.).

Durante a etapa de operação, continuarão sendo realizadas atividades anteriores e conjuntas à supressão vegetal, assim como o cadastramento das áreas a serem recuperadas, a elaboração dos projetos de recuperação, além das atividades de recuperação de áreas degradadas e de monitoramento das áreas recuperadas na fase de implantação.

Durante a etapa de fechamento da Mina, serão elaborados e executados projetos finais de recuperação da área total do empreendimento e implementação dos usos futuros às estruturas componentes do Projeto Ferro Carajás S11D, bem como a continuação das atividades de monitoramento das áreas recuperadas.

No pós-fechamento da mina, as atividades de monitoramento das áreas recuperadas continuarão sendo executadas e possíveis intervenções executadas.

**FIGURA 9.1.4.2 - PLANO DIRETOR DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D. A3**

**FIGURA 9.1.4.3 - COBERTURA E USO DO SOLO DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D. A3**

#### 9.1.4.6.1 Descrição das Atividades

Para efeito de caracterização e elaboração do PRAD, partiu-se da suposição de um patamar mínimo em termos de condições ambientais nas áreas onde a recuperação será posta em prática, considerando que a atividade biológica do solo terá baixa representatividade, além de pouca estruturação pedológica. Entretanto, fatores ambientais locais como clima e principalmente, fontes de dispersão de propágulos (sementes, regeneração natural e outros), podem auxiliar na reabilitação das áreas pertinentes ao programa, por meio da evolução da cadeia sucessória vegetacional. Dessa forma, o programa deverá fundamentar-se, inicialmente, na estabilidade geotécnica das áreas envolvidas (reconformação), associada às técnicas silviculturais, que permitam criar mecanismos mínimos, para estabelecimento natural e evolutivo de um processo de colonização vegetal.

Mesmo após a devida reconformação, a área ainda se torna passível de ravinamentos e prováveis carreamentos de materiais diversos, principalmente em função da não estruturação do solo e intensas chuvas concentradas. Assim sendo, torna-se imprescindível que naquelas áreas, em que haverá disposição de materiais de solos (serrapilheira, decapeamento e “*top soil*”), a área seja nivelada mecanicamente, ao máximo possível, evitando-se dessa forma, possíveis depressões e conseqüentemente, acúmulos de águas pluviais. Já nos taludes, com ângulos acima de 45<sup>0</sup>, a utilização de biomantas vegetais, torna-se sempre recomendável.

Ao mesmo tempo, evidencia-se que o êxito de qualquer programa de reabilitação ambiental depende, em grande parte, de um acompanhamento técnico quanto ao comportamento da cadeia sucessória (ingressos de novas espécies e evolução das existentes), por meio de monitoramentos constantes, afora aqueles inerentes às atividades de manutenção nos anos seguintes após a implantação, cujas práticas silviculturais recomendadas, são de fundamental importância para a sucessão vegetacional que se deseja.

Para efeito de melhor visualização das etapas operacionais aqui preconizadas, projeta-se a seguir, um esquema simplificado das diferentes atividades que envolvem o Programa de recuperação ambiental em questão (**Figura 9.1.4.4**). Ressalta-se ainda, que em decorrência da dinâmica operacional do programa, o mesmo poderá sofrer modificações técnicas (ajustes) em qualquer momento da implantação e/ou manutenção.



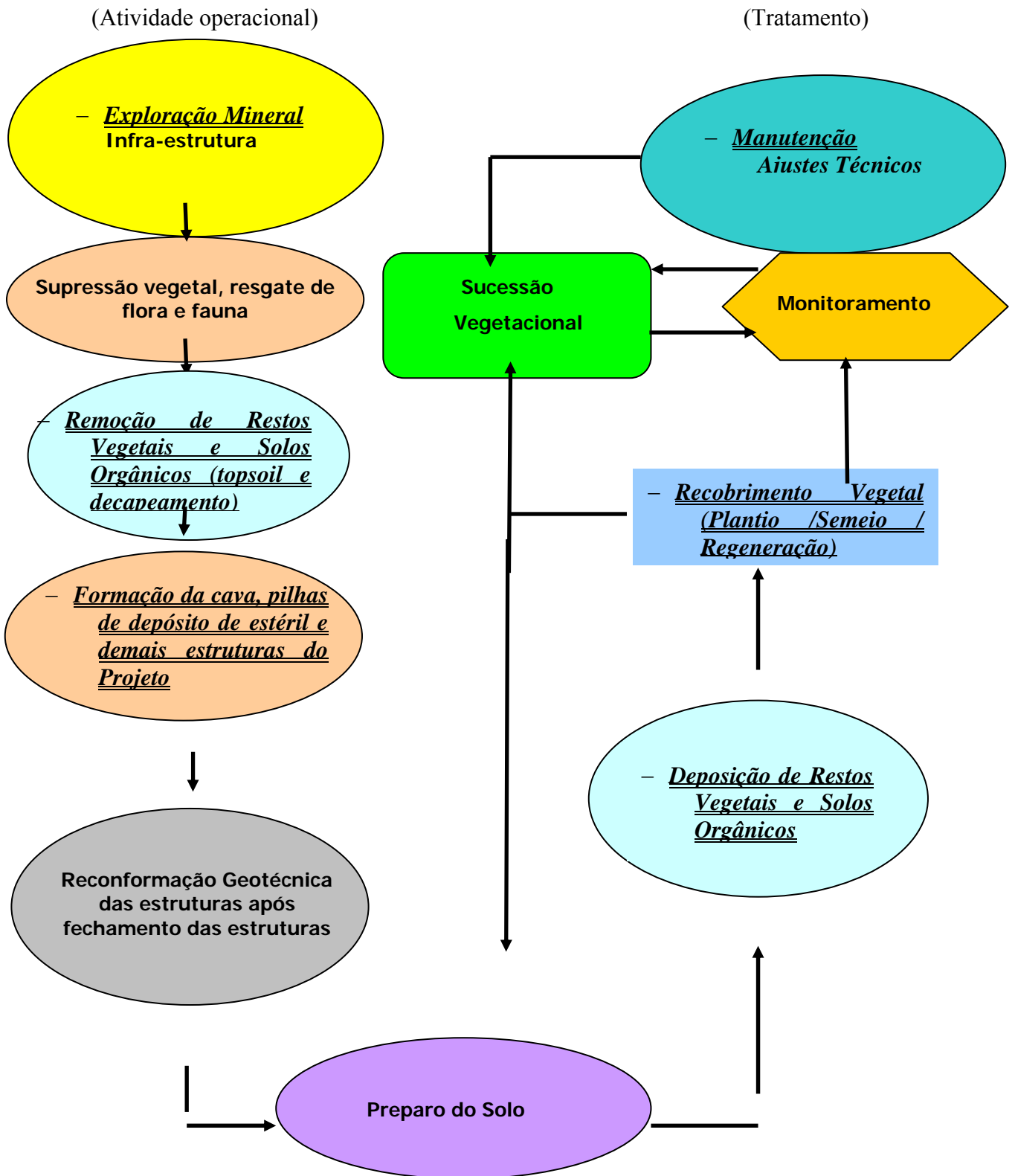


FIGURA 9.1.4.4 - Esquema simplificado do processo de reabilitação ambiental.

Os métodos atualmente utilizados pela Vale em Carajás evoluíram muito nos últimos anos e tendem a ser aperfeiçoados a cada ano, por meio de pesquisas aplicadas, observações e consultorias. As superfícies, quando disponibilizadas pela gerência de mineração, passam por uma vistoria prévia, onde é avaliado o método a ser aplicado, sendo aplicados os tratamentos especificados na **Tabela 9.1.4.2**, de forma acumulada ou isoladamente.

**TABELA 9.1.4.2**

**RESUMO DOS PRINCIPAIS MÉTODOS DE REVEGETAÇÃO UTILIZADOS ATUALMENTE PELA VALE EM CARAJÁS**

<b>Método</b>	<b>Tratamentos</b>	<b>Descrição</b>
Preparo do terreno	Suavização da superfície	Uma vez estabilizado, sob os pontos de vista geotécnico e de drenagem, o preparo do terreno dependerá do tipo de superfície a revegetar. Os tratamentos não são necessariamente excludentes.
	Calagem	
	Confecção de micro-taludes	
	Micro-coveamento ou abertura de sulcos de plantio	
	Criação de Atrativos para a Fauna	Criar estruturas (Galhos amontoados, Abrigos de pedras e poleiros artificiais) para criar condições de auto-sustentabilidade ao processo de recuperação de áreas degradadas, atraindo a fauna residente na região de entorno permitindo a chegada permanente de propágulos de outras áreas.
Revegetação por semeadura direta	Preparação do coquetel de sementes	Consiste no lançamento do coquetel de sementes forrageiras e sementes nativas coletadas na região, sendo que essa mistura deve estar bem homogeneizada com os insumos.
	Aplicação de fosfato natural, cloreto de potássio e adubo orgânico bem curtido	
	Inoculação das sementes com rizóbios específicos	
Semeadura / adubação verde inicial	Aplicação de fosfato natural, cloreto de potássio e adubo orgânico bem curtido	Consiste no lançamento do coquetel de sementes de leguminosas e gramíneas misturadas com o adubo.
	Utilização de sementes comerciais a título de adubação verde;	
	Rastelamento superficial	
Aplicação de tela vegetal	Tela adquirida comercialmente, com finalidade de proporcionar micro-clima favorável à germinação	Aplicação de tela vegetal diretamente sobre a superfície logo após a semeadura, antes da germinação, estendendo-se ao longo da área e fixada com grampo de aço ou madeira, dependendo do tipo do substrato.
Aplicação de decapeamento de canga	Decapeamento da canga coletado em áreas de vegetação arbustiva de Savana Estépica	Aplicação do decapeamento de canga aumenta significativamente a eficiência da recuperação de áreas de vegetação sobre canga, uma vez que o banco de sementes encontrado em meio ao material orgânico e solo aceleram o processo de recuperação com uma maior biodiversidade. Depois de coletado, o material é então espalhado, formando uma manta ou cobertura sobre o substrato a revegetar.

Continua...

...continuação

Método	Tratamentos	Descrição
Aplicação de serapilheira e <i>topsoil</i>	Serapilheira e <i>topsoil</i> coletados de áreas florestadas suprimidas para implantação de empreendimentos pela Vale.	Aplicação de serrapilheira coletada. A serrapilheira transfere parcialmente o plantel de germoplasma da floresta primitiva de entorno. Depois de coletado, o material é então espalhado, formando uma manta ou cobertura sobre o substrato a revegetar.
Plantios por meio de aplicação de almofadas de sementes	- Sacos de fibras ou ráfia manufaturadas, as quais são preenchidas com material orgânico e sementes	Aplicação direta sobre sulcos erosivos, criando barreiras transversais ao fluxo das águas. Os sacos preenchidos são fixados com grampo de aço ou madeira, dependendo do tipo do substrato.
Plantios de enriquecimento	- Abertura de micro-covas	O plantio de enriquecimento consiste no plantio em micro-covas do coquetel de sementes nativas misturado ao adubo orgânico e fosfatado. Essa mistura é aplicada em locais já plantados em anos anteriores.
	- Aplicação de fosfato natural, cloreto de potássio e adubo orgânico bem curtido	
Plantio de mudas	- Roçada, limpeza e capina manual do terreno	As áreas a serem plantadas com mudas são determinadas pela equipe de Vale/IAV por meio de mapas de localização e especificações detalhadas de execução.
	- Definição do alinhamento, abertura e espaçamento das covas	
	- Calagem, adubação e preparo das covas	
	- Controle de formigas cortadeiras	
	- Aquisição de mudas e plantio	
	- Adubação por cobertura	
	Criação de Atrativos para a Fauna	Realizar o plantio de mudas de espécies atrativas de fauna (Bagueiras, frutíferas) de forma a contribuir para a atratividade da fauna encontrada no entorno da área a ser recuperada.
Tratos culturais pós-plantios	- Adubação química por cobertura	São feitas intervenções culturais de três instâncias: primeira manutenção, feita no ano seguinte aos plantios; segunda manutenção, no segundo ano e terceira manutenção, no terceiro ano após revegetação.
	- Ressemeio	
	- Replantios	
	- Controle de formigas cortadeiras	
	- Podas de condução e limpeza	
	- Roçada manual seletiva	
	- Coroamento	
	- Cobertura morta com palha em torno das mudas desenvolvidas	

Fonte: Vale, 2008

A seguir, como ilustração, são apresentadas algumas fotos (**Fotos 9.1.4.1 a 9.1.4.6**), provenientes das áreas revegetadas em Minas do Complexo Minerador de Carajás, com o objetivo de mostrar alguns casos de revegetação com os métodos atuais da Vale.



**FOTO 9.1.4.1 - Plantios sobre bermas proporcionando corredor verde em meio a áreas em mineração.**



**FOTO 9.1.4.2 - Início de revegetação da pilha de estéril Norte, com método de semeadura direta, consorciada com enriquecimento posterior, com mudas.**



**FOTO 9.1.4.3 - Plantio mais antigo sobre o pé da pilha Sul, apresentando sucessão florestal.**



**FOTO 9.1.4.4 - Experimento de semeadura direta, sobre superfície de canga laterítica.**



**FOTO 9.1.4.5 - Áreas mais antigas, com aplicação de semeadura direta, apresentam uma sucessão florestal inicial.**



**FOTO 9.1.4.6 - Apesar da forte influência antrópica esta área, revegetada em 2001, a mesma desenvolve uma sucessão florestal.**

Fonte: Vale, 2008

A seguir é feita uma descrição das atividades a serem desenvolvidas para a implantação deste PRAD, descrevendo as principais diretrizes de cada uma destas atividades. Estas atividades também seguirão diretrizes estabelecidas nos programas de mitigação dos impactos do Projeto da Mina de Ferro Carajás S11D, propostos no EIA. As atividades são divididas de acordo com a etapa do empreendimento em que deverão ser realizadas.

#### **9.1.4.6.2 Execução das atividades dos programas desenvolvidos anteriormente e conjuntamente à supressão vegetal do empreendimento – Etapas de Instalação e Operação**

Estas atividades devem ser desenvolvidas anteriormente e conjuntamente à supressão vegetal. Prevê-se a execução de subprogramas inseridos nos Programas de Mitigação de Impactos, onde será coletado, armazenado, preparado e produzido material biológico que deverá ser utilizando no processo de recuperação da mina.

### **I. Supressão da Vegetação e Resgate de Flora**

A supressão de vegetação envolve as atividades de limpeza, corte, remoção, transporte e estocagem da madeira, além da estocagem de solo orgânico nos pátios de estocagem de materiais – PEM, que serão instalados em áreas pré-definidas no plano diretor do Projeto (vide **Figura 9.1.4.2**). Esta atividade ocorrerá durante as etapas de implantação e operação, de forma gradual, de acordo com o avanço das obras, da lavra e da disposição dos estéreis. É previsto para ocorrerem atividades de supressão de vegetação até o ano de 2029.

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), com as características específicas de cada local. Sendo assim, a implantação desse plano deve ser fiscalizada de modo que a supressão limite-se somente à área de intervenção pré-determinada à supressão vegetal. O detalhamento completo deste procedimento será apresentado, futuramente, no Plano de Controle Ambiental.

O empreendimento ocupará uma área de 2.721,6 hectares, sendo 1.061,9 ha (39 %) de Savana estépica, 1.377,4 ha (50,6 %) de Florestas Ombrófilas, 22,9 ha (8%) de Ambientes lacustres e 130,1 ha (4,8 %) de pastagens (vide **Tabela 9.1.4.1**).

A área a ser ocupada pelas futuras cavas é dominada pela fitofisionomia de Savana Estépica, cuja supressão não demandará na produção de grande volume de madeira, uma vez que tal tipologia é dominada por um estrato arbustivo de pequeno porte, além de formações florestais estacionais decíduais que produzem uma quantidade pequena de material lenhoso, quando comparada à Floresta Ombrófila.

Nas áreas ocupadas por Florestas Ombrófilas haverá a supressão de grande volume de material. É estimada a supressão 1.377,4 ha de ambientes florestais, destes 1.342,5 ha estão inseridos na Flona de Carajás e 34,9 ha são externos à Flona. Na Flona de Carajás, serão suprimidos 307.835,25 m<sup>3</sup> de madeira e resíduos vegetais, destes 118.274,25 m<sup>3</sup> de são de madeira comercial (DAP >30 cm), 68.333,25 ha de madeira não comercial e comercial de DAP <30 cm e 121.227,75 m<sup>3</sup> de galhadas.

Na área externa à Flona, serão suprimidos 6644,96 m<sup>3</sup> de madeira e resíduos vegetais, destes 1207,54 m<sup>3</sup> de são de madeira comercial (DAP >40 cm) e 2362,73 ha de madeira não comercial e comercial de DAP<40 cm e 3.322,48 m<sup>3</sup> de galhadas.

Estas estimativas foram feitas com base nos inventários florestais realizados pelo IAV na área do projeto (vide **Anexo III-D**). No inventário realizado internamente à Flona, a estimativa era de 229,3 m<sup>3</sup>/ha de madeira e galhada, sendo 88,1 m<sup>3</sup>/ha de madeira comercial (fuste >30cm), 50,9 m<sup>3</sup>/ha de madeira não comercial (fuste <30 cm das madeiras comercial e todas não comerciais) e 90,2 ha de galhadas.

No inventário realizado externamente à Flona, a estimativa era de 190,4 m<sup>3</sup>/ha de madeira e galhada, sendo 27,5 m<sup>3</sup>/ha de madeira comercial (fuste >40cm), 67,7 m<sup>3</sup>/ha de madeira não comercial (fuste <40 cm das madeiras comercial e todas não comerciais) e 95,2 ha de galhadas.

Conforme estabelecido na caracterização do empreendimento, esta madeira será depositada em pátios de estocagem de materiais-PEM que serão instalados em áreas pré-definidas no plano diretor do Projeto (vide **Figura 9.1.4.2**), sendo utilizados para o armazenamento de toras de madeira de valor comercial e não-comercial. Áreas também foram destinadas à disposição de galhos, folhas, material lenhoso e solo orgânico de acordo com o plano diretor do Projeto Ferro Carajás S11D, em concordância com as diretrizes proposta no **Subprograma de Aproveitamento da Biomassa Lenhosa**.

Durante a atividade de supressão vegetal também será realizado o resgate de indivíduos vegetais da área diretamente afetada pela instalação do empreendimento S11D, priorizando-se o resgate de espécies epífitas, como orquídeas, bromélias, cactáceas, gesneriáceas e aráceas, além de espécies herbáceas e arbustivas de sub-bosque, incluindo rubiáceas, aráceas, bromeliáceas, orquidáceas e palmeiras. Espécies ameaçadas de extinção, raras, de interesse ornamental, comercial e extrativista encontradas nos ambientes florestais também terão mudas coletadas e transplantadas para uso posterior na recuperação de áreas degradadas. As diretrizes do programa de resgate são apresentadas no **Subprograma de Acompanhamento de Supressão Vegetal e Resgate de Flora**.

Nos ambientes arbustivos de Savana Estépica, também ocorrerá resgate de espécies vegetais, sendo mantido o enfoque em espécies epífitas, além de herbáceas e arbustivas. Porém, um enfoque maior será dado às espécies ameaçadas de extinção, raras, de interesse ornamental, comercial que terão sua germinação e propagação estudadas, uma vez que a propagação e o resgate de espécies desta fisionomia é dificultada pelas restrições que o ambiente impõe às plantas encontradas neste ambiente, que apresentam adaptações fisiológicas e morfológicas para a sobrevivência em um ambiente tão severo. A lista das espécies indicadas a serem estudadas, bem como as diretrizes deste estudo são apresentadas no **Sub-Programa de Pesquisas de Propagação e Reprodução de Espécies Nativas**.

## II. Coleta de Sementes e Produção de Mudanças

As sementes serão coletadas das áreas que terão sua cobertura vegetal removida, preferencialmente anterior a supressão, e durante esta também, além de áreas adjacentes àquelas que serão suprimidas de forma a aumentar o número de espécies e a quantidade de sementes coletadas, aumentando assim a diversidade de espécies a serem utilizadas na recuperação.

De acordo com as diretrizes estabelecidas no **Sub-Programa de Pesquisas de Propagação e Reprodução de Espécies Nativas** será realizada a coleta e o armazenamento de sementes.

- *Viveiro de mudas*

A estrutura do viveiro de mudas existente na Mina do Sossego será utilizada pelo Projeto Ferro Carajás S11D, dada a proximidade entre os dois projetos. Essa estrutura destinar-se-á a produção de mudas a partir de sementes e propágulos coletados durante o resgate de flora, além de armazenar os indivíduos e propágulos resgatados (como samambaias, folhagens típicas de sub-bosque, cactáceas, bromélias e orquídeas, aráceas, plântulas de espécies arbóreas florestais, espécies de valor comercial, ornamental, conservacionista, como raras e ameaçadas).

Porém, indica-se que a estrutura atual encontrada no viveiro seja expandida de forma a receber a enorme quantidade de material que será resgatado na ADA do Projeto Ferro Carajás S11D, garantindo a eficiência do resgate.

Indica-se que o viveiro apresente a seguinte estrutura:

- *Laboratório para triagem e armazenamento das sementes*
  - Separação de sementes e propágulos resgatados
  - Testes de viabilidade e germinação de sementes;
  - Armazenamento de sementes e propágulos em condições ideais
- *Área com telas de sombreamento para germinação e rustificação;*
  - Germinação das sementes em recipientes adequados;
  - Implantação de sistemas de irrigação
  - Irrigação e acompanhamento do desenvolvimento das mudas;
  - Rustificação gradativa das mudas à luz;
  - Monitoramento, separação e replantio das mudas de diferentes tamanhos
- *Galpão para mistura de terra e compostos orgânicos;*
  - Preparação de substrato para plantio das mudas;
- *Pátio para disposição das mudas a pleno sol*
  - Armazenamento e acompanhamento das mudas até o plantio nas áreas a serem recuperadas
- *Área sombreadas para epífitas e pteridófitas;*
  - Fixação das mudas a troncos e escoras;
  - Armazenamento das mudas de espécies típicas de sub-bosque para posterior replantio nas áreas destino

### III. Remoção e Estocagem do Horizonte Orgânico do Solo (*topsoil*)

A camada superficial do solo, incluindo a serrapilheira é um importante componente de um ecossistema florestal, compreendendo o material precipitado ao solo pela biota, o que inclui principalmente folhas, galhos, frutos, flores, raízes e resíduos animais (Dias & Oliveira Filho, 1997). Por meio do processo de decomposição, a serrapilheira libera para o solo elementos minerais que as plantas utilizam, desempenhando assim, um papel fundamental na circulação de nutrientes e nas transferências de energia entre os níveis tróficos (Ribeiro, 1998; Sioli, 1991), contribuindo para manutenção dos processos de um ecossistema (Peres *et al.*, 1983; Silva & Vinha, 1991). Esta importância levou Geisler & Meguro (1993) a concluir que o uso da serrapilheira é bastante efetivo como prática de recuperação de áreas desnudas.

Além de evitar o desperdício dos nutrientes presentes nesse material, nos resíduos vegetais e a serrapilheira estão presentes sementes de espécies do ambiente natural, que vão sendo dispersas de forma natural pelos indivíduos e acabam se acumulando em meio à serrapilheira, formando um banco de sementes, definido como o estoque de sementes viáveis existentes no solo, desde a superfície até as camadas mais profundas (Ferreira & Borguetti 2004). A manutenção do banco de sementes vegetais no meio da serrapilheira contribui para a quebra de dormência de sementes, acelerando sua germinação quando estas são expostas a condições favoráveis, fato que não ocorre com sementes recém colhidas de muitas espécies, que são dispersas apresentando algum tipo de dormência (Vasquez-Yanes *et al.*, 1990). Este banco é uma fonte natural de propágulos, de fundamental importância para o processo de recuperação de áreas degradadas, uma vez que as sementes ali contidas perdem sua dormência e germinam de forma gradativa quando são expostas às condições ideais para o seu desenvolvimento, contribuindo para a melhoria da qualidade ambiental e otimizando a recuperação das áreas degradadas.

Nas áreas florestais, após a retirada da madeira com possibilidade de uso comercial, todo o restante da biomassa vegetal e a serrapilheira devem ser aproveitados na recuperação das áreas florestais degradadas. As madeiras de menor valor comercial podem ser utilizadas para aumentar o volume de material orgânico utilizado na recuperação, bem como para a criação de abrigos e atrativos à fauna para as áreas que estão sendo recuperadas. Tais práticas aceleram e aumentam a eficiência da recuperação das áreas degradadas.

Durante o armazenamento do solo orgânico será observado o cuidado de não misturar a camada orgânica (horizontes O e A) com o subsolo (horizonte C) e também evitar a compactação das pilhas, assim como os cuidados de evitar a lixiviação desta camada de solo e a insolação direta sobre material, de modo a reduzir a eficiência do processo.

A recomendação de que o *topsoil* e solo orgânico sejam retirados e armazenados de acordo com o cronograma de exploração da área e depositados em pátios de estocagem de *topsoil*, que serão instalados em áreas pré-definidas no plano diretor do Projeto Ferro Carajás S11D (vide **Figura 9.1.4.2**). Indica-se que seja estabelecido um prazo máximo de estocagem, já que o tempo de estocagem desse solo implica na perda de qualidade biológica do material, principalmente viabilidade do banco de sementes e manutenção das características físicas.



#### **IV. Remoção e Estocagem do Decapeamento da Canga**

O decapeamento ocorrerá na área das cavas de forma gradual, de acordo com o avanço da lavra. As cavas finais ocuparão uma área de 1.323 hectares. Sua remoção será executada pelo método mecânico, utilizando-se tratores de esteira. Segundo dados fornecidos pela Vale (vide **Caracterização do Empreendimento**), o volume total de material a ser gerado durante o decapeamento foi estimado em 13,1 milhões de m<sup>3</sup>. O volume total de solo orgânico a ser gerado foi estimado em 0,8 milhões de m<sup>3</sup>. Parte do material gerado no decapeamento será utilizado para revestir as vias de acesso internas do Projeto e os pátios. Propõem-se ainda a utilização de parte deste material removido pelo decapeamento na recuperação de áreas degradadas que eram originalmente ocupadas por vegetação sobre canga, por exemplo cavas e acessos as cavas.

Preliminarmente à terraplenagem das áreas suprimidas será realizado o decapeamento que consistirá na remoção mecânica da camada de solo orgânico superficial (*topsoil*), com aproximadamente 30 cm de espessura, excetuando-se as áreas de canga, onde podem ser menores, que deverá ser convenientemente armazenado para posterior aproveitamento na recuperação das áreas impactadas pelo empreendimento.

A recomendação de que decapeamento de canga, seja retirado e armazenado de acordo com o cronograma de exploração da área e depositado em pátios de estocagem de *topsoil*, que serão instalados em áreas pré-definidas no plano diretor do Projeto Ferro Carajás S11D (vide **Figura 9.1.4.2**) sobre as quais não deverá haver tráfego de veículos ou equipamentos para não compactar o material. Portanto os pátios de armazenamento deverão ser operados a partir dos pontos mais afastados do acesso.

##### **9.1.4.6.3 Cadastro de Áreas a serem Recuperadas – Etapa de Operação e Fechamento do Empreendimento**

As áreas diretamente afetadas pela implantação das estruturas do projeto que integram o empreendimento serão, paralelamente, alvo do levantamento de caráter diagnóstico e atividades de recuperação previstas para o acompanhamento em longo prazo, havendo a inspeção de campo para reconhecimento de eventuais processos erosivos, da extensão e estado das áreas degradadas.

O cadastramento das áreas degradadas e de focos erosivos deverá seguir as diretrizes:

- Mapeamento e registro fotográfico de focos erosivos nas diversas fases, de forma a permitir o registro da situação atual e pós-recuperação para que se faça, em outro momento, uma análise comparativa dos processos ao longo do tempo;
- Indicação da solução técnica conceitual a ser adotada para a recuperação.

##### **9.1.4.6.4 Elaboração de Projetos Executivos - Etapa de Operação e Fechamento do Empreendimento**

Após as análises dos dados gerados no cadastro de áreas, serão definidos os recursos técnicos mais adequados à recuperação das áreas degradadas e dos focos erosivos, elaborando-se projetos que devem abordar os seguintes aspectos:

- Necessidade de reconfirmação topográfica;
- Implantação de sistema de drenagem pluvial;

- Correção da camada superficial do solo;
- Deposição da camada superficial de solo orgânico estocado (*topsoil*) e decapeamento;
- Revegetação.

Serão elaborados cronogramas e orçamentos detalhados para o provimento de recursos e implantação das ações de recuperação e de monitoramento. Deverá ser considerado nos cronogramas o início do plantio no período chuvoso, visando o melhor estabelecimento das espécies introduzidas.

Indica-se também o uso espécies vegetais nativas que são atrativas à fauna local na recuperação, fornecendo recursos, como sementes, frutos, abrigo, aos animais favorecendo a dispersão de sementes e o aporte de outras espécies vegetais não utilizadas na recuperação ao local por meio das fezes destes animais.

Os projetos executivos deverão detalhar as espécies vegetais nativas a serem utilizadas e as técnicas de plantio a serem adotadas para cada área específica. O enriquecimento vegetal deverá ser realizado principalmente com mudas de espécies nativas produzidas no Subprograma de Pesquisas de reprodução de espécies nativas, além daquelas resgatadas e produzidas no viveiro de mudas da Mina do Sossego, salvo quando não for possível (ex. áreas muito íngremes com foco de erosão).

#### **9.1.4.6.5 Execução dos Projetos de Recuperação - Etapa de Operação e Fechamento do Empreendimento**

Nesta etapa prevê-se a implantação dos projetos: execução das ações de recuperação complementares compreendendo reconformação topográfica em feições erosivas, correção de solos, adubação, plantio, manutenção em sistemas de drenagem, etc.

Será realizada a implantação de um sistema de drenagem eficiente para desviar as águas pluviais durante a construção das infra-estruturas para a mina, abertura de acessos, áreas de empréstimos, pilhas de estéril, bacias de decantação e diques de contenção de água.

Isso evitará o surgimento de processos erosivos e conseqüentemente perda de material, bem como assoreamento de cursos d'água. O sistema de drenagem será constituído por valetas, canaletas, calhas e/ou tubulações, cujo material, dimensões e sistemas deverão seguir as especificações técnicas associadas a cada projeto. As diretrizes deste sistema deverão seguir os Programas de Monitoramento da Modificação da Morfologia Fluvial, além do Plano de Gestão de Sedimentos.

Quando necessário também será realizada a correção da camada superficial do solo, com possíveis adubações e aplicação de outras técnicas para que o estabelecimento da cobertura vegetal se concretize.

A seguir são apresentadas as diretrizes das técnicas de revegetação e práticas silviculturais que poderão ser aplicadas nos projetos executivos de recuperação das estruturas do Projeto Ferro Carajás S11D:

## **I. Aplicação de solo orgânico e galhadas**

A proposta de aplicação de solo orgânico prevê a desimpermeabilização do substrato por meio de escarificadores “riper” e posterior aplicação do solo orgânico (*topsoil*), transportadas de caminhão para os locais definidos e basculados nos setores escarificados. Após a aplicação do solo orgânico, ainda é prevista uma aplicação de uma camada de restos vegetais sobre esta cobertura. O material terroso orgânico e os restos vegetais serão colhidos nos pátios de estocagem de solo orgânico e galhadas da mina de ferro.

Assim sendo, torna-se imprescindível, nos setores em que haverá disposição de materiais de solos orgânicos, seja nivelada mecanicamente, ao máximo possível, evitando-se dessa forma, possíveis depressões e conseqüentemente acúmulos de águas pluviais. Após a deposição do material orgânico, novamente será previsto também a escarificação da área com riper, com o intuito de facilitar a infiltração e abrir sulcos para os plantios necessários. Para garantir um bom arejamento, bem como o equilíbrio químico nestas superfícies, as mesmas não serão compactadas e deverão receber a aplicação de calcário dolomítico sobre toda a superfície (200g/m<sup>2</sup>).

Durante os trabalhos de aplicação do solo orgânico, na mediada em que forem executadas as disposições de material, será realizada uma escarificação e regularização das suas respectivas superfícies, no intuito de obter uma boa cobertura da área anteriormente impermeabilizada, de forma que permita a cobertura espontânea da vegetação.

### **– Lançamento de solo orgânico**

O solo orgânico deverá ser lançado em camadas de aproximadamente 20 cm de espessura de material não compactado, medida após o nivelamento do material lançado, nas posições de máxima espessura solta. As espessuras das camadas de lançamento poderão variar até 30 cm, em função dos equipamentos de nivelamento e escarificação a serem usados e dos locais de lançamento.

### **– Lançamento de serrapilheira, restos vegetais**

O material retirado das áreas de supressão vegetal e armazenado nos depósitos deverá ser lançado nas áreas degradadas e deverá apresentar características homogêneas, não sendo indicado à ocorrência bolsões e veios de materiais substancialmente diferentes do material circundante. Todo material lançado deverá ser espalhado posteriormente, até que esteja homogeneizado.

Para efeito de obtenção de melhores resultados no processo de regeneração natural, sobretudo com relação à colonização vegetal inicial e mesmo do seu desenvolvimento (estabelecimento e crescimento), recomenda-se que após a deposição do solo orgânico e antes da distribuição dos resíduos florestais, o uso de uma grade niveladora (arrasto), preferencialmente tracionada por tratores de pneus 4 x 4 (baixa compactação), composta de trinta e dois discos e aproximadamente 800 kg de peso. Tal prática, além de promover o nivelamento da área a ser recuperada, evitando dessa forma, erosões laminares e acúmulos de águas concentradas, facilitará a futura estruturação pedológica desejada.

Tanto quanto possível, os equipamentos de transporte deverão ser dirigidos de maneira que se evite passar por outros caminhos. Quando esta operação se tornar impraticável deverão ser construídos aterros provisórios de material solto com espessura não inferior a 0,60 m, que serão posteriormente removidos. As superfícies em recuperação deverão ser permanentemente inutilizadas quanto ao trânsito dos equipamentos.

## II. Criação de Atrativos para a Fauna

As ações propostas com o objetivo de criar atrativos para a fauna deverão ser implantadas em locais previamente delimitados. As áreas destinadas a estruturas, os atrativos deverão ser criados inicialmente em seu entorno imediato, em uma faixa de largura média de 50 metros e assim que for finalizado o uso da área, em seu interior também deverão ser criados os atrativos convenientes.

Ressaltamos que as áreas consideradas como de uso permanente terão seu uso finalizado quando do fechamento da mina. Nesses casos, um plano específico de fechamento de mina deverá ser elaborado, considerando a necessidade da criação de atrativos para a fauna, da forma mais adequada a atender ao proposto no referido plano, considerando as características específicas da área.

### Amontoar Galhos

No caso do ambiente florestal, amontoar galhos das árvores suprimidas das frentes de supressão vegetal em montes de 3 x 3 x 3 m nas áreas a serem revegetadas. No caso da vegetação sobre canga os montes deverão apresentar dimensão menor (1 x 1 x 1m). Essas estruturas deverão ser em número de aproximadamente 3 por hectare. Troncos ocos obtidos durante a supressão vegetal deverão ser intercalados aos galhos amontoados (**Figura 9.1.4.5**). Somente deverão ser utilizadas madeiras consideradas não comercializáveis, obtidas nas operações de supressão.



Fonte: Vale, 2007.

**FIGURA 9.1.4.5 - Amontoado de galhos e troncos ocos**

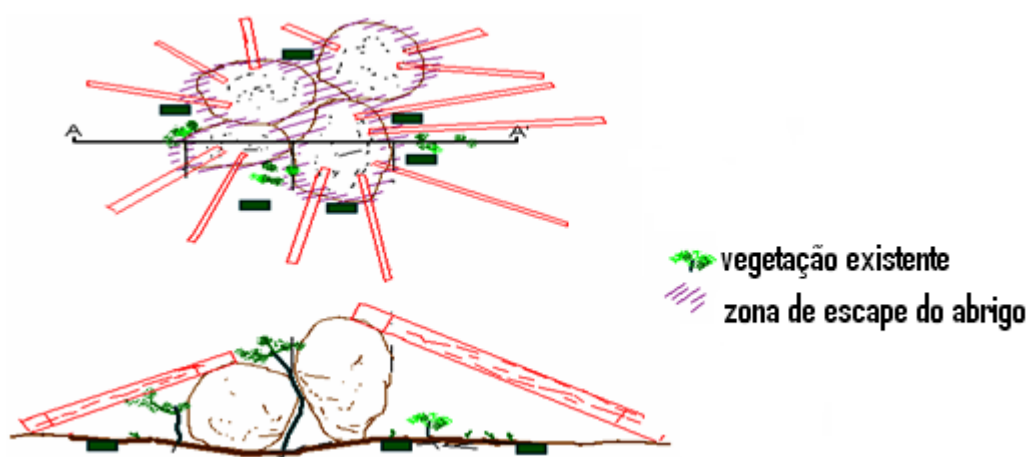
### Aprimoramento de Abrigo de Pedras

No caso de ambiente de lavra entregue para reabilitação é comum a presença de coelhos, répteis e outros pequenos animais que utilizam os amontoados de pedras deixadas no período da exploração, como abrigo de fauna (**Figura 9.1.4.6**). O resultado desta interação abrigo fauna é uma colonização vegetal diferenciada do resto das regiões.

O aprimoramento do abrigo de pedra consiste em colocar troncos sobre os mesmos, presos em seus vértices, para evitar rolamento, e introduzir algumas almofadas (sacos de rafia com matéria orgânica) na periferia.

Os troncos ocos retirados na fase de supressão e que não possibilitem seu aproveitamento comercial deverão ser utilizados nesses amontoados de pedras, servindo de abrigo para a fauna.

Pode-se trabalhar com a hipótese de introduzir iscas fixas para atração de tatus (sardinha, peixes, saco de farinha), roedores (substrato rígido com essência de queijo).



Fonte: Vale, 2007.

**FIGURA 9.1.4.6 - Abrigo de pedras e troncos ocos para pequenos animais**

### Poleiros Artificiais

A colocação de varas secas ao longo de áreas degradadas, oferece opções de pouso para aves com características de locais abertos, ao ficarem pousadas mais tempo nestes poleiros artificiais, deixarão sementes trazidas em seu intestino.

Muitos autores relatam que essas estruturas podem ser utilizadas como ferramentas para a recuperação de áreas degradadas, pois quando a complexidade estrutural de campos recém-abandonados é aumentada com poleiros artificiais, a dispersão de sementes nesses locais é incrementada (McCLANAHAN & WOLFE 1993, GUEDES *et al.*, 1997).

Nessa situação de sinergia, a deposição de sementes por aves influencia a vegetação, e, reciprocamente, a presença de focos de recrutamento na vegetação pode influenciar os padrões de distribuição das aves que dispersam sementes. Portanto, alternativas de atrair de forma artificial as aves para uma área degradada, devem ser prioridade na busca de retornar a resiliência de áreas degradadas (REIS *et al.* 1999).

Deverão se construídos na área, poleiros seguindo-se os modelos apresentados nas **Figuras 9.1.4.7 a 9.1.2.10.**



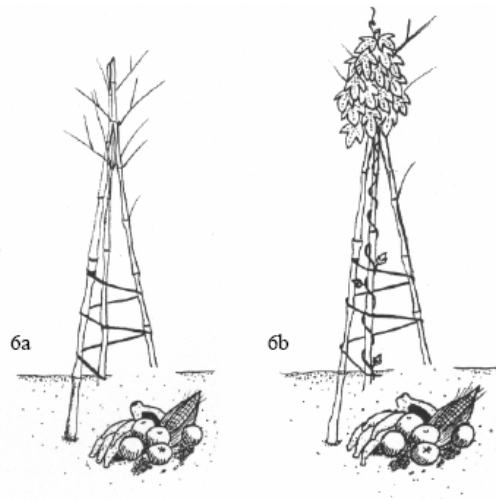
Fonte: Vale, 2007.

**FIGURA 9.1.4.7 - Os poleiros secos imitam galhos secos de árvores para pouso de aves, que os utilizam para repouso ou forrageamento de presas.**



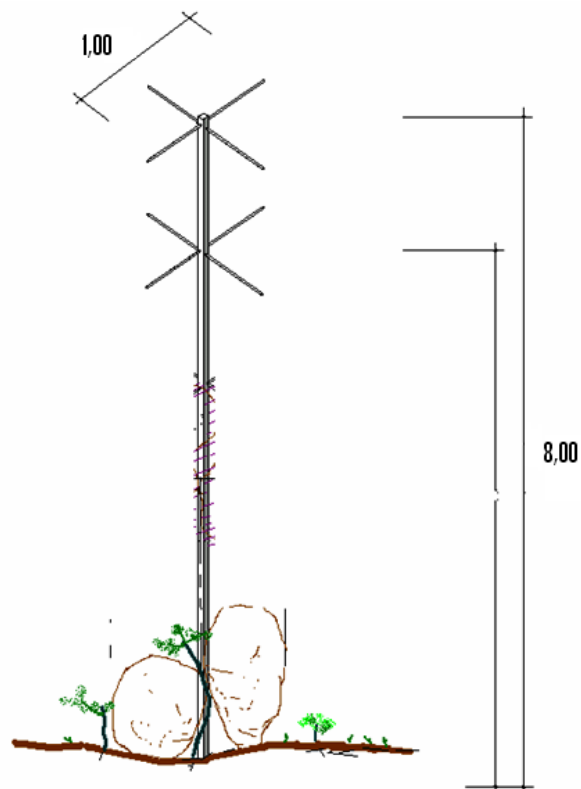
Fonte: Vale, 2007.

**FIGURA 9.1.4.8 - Cabos aéreos ligando os poleiros de galhadas, aumentando com isso as superfícies de poleiros artificiais, bem como a área de deposição de sementes devido ao pouso de aves sob o cabo.**



Fonte: Vale, 2007.

**FIGURA 9.1.4.9 - Cevas podem ser dispostas na base dos poleiros para a atração de animais como mamíferos. 6a: ceva sob poleiro seco; 6b: ceva sob poleiro vivo.**



Fonte: Vale, 2007.

**FIGURA 9.1.4.10 - Poleiro artificial**

### Plantio de Espécies Atrativas de Fauna

As plantas denominadas “bagueiras” e frutíferas (espécies atrativas de fauna) têm um papel fundamental para a recuperação de áreas degradadas (Reis, 1995). A utilização de bagueiras pode aumentar rapidamente o número de espécies dentro de uma área a ser recuperada, representando assim uma grande estratégia para a recuperação da resiliência ambiental.

A observação das bagueiras existentes na área, bem como o conhecimento da população local, deverão ser considerados na escolha das espécies a serem utilizadas. Na **Tabela 9.1.4.3** abaixo estão listadas algumas espécies passíveis de serem utilizadas.

**TABELA 9.1.4.3**

**RELAÇÃO DAS ESPÉCIES VEGETAIS FRUTÍFERAS E BAGUEIRAS A SEREM UTILIZADAS NA ÁREA DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D PARA ATRATIVIDADE DE FAUNA**

<b>Nome científico</b>	<b>Nome popular</b>
<i>Alchornea discolor</i>	Supiarana
<i>Anacardium giganteum</i>	Cajuaçu
<i>Anacardium microcarpum</i>	Cajuí
<i>Bellucia dichotoma</i>	Jambo-da-mata
<i>Byrsonima duckeana</i>	Murici-da-mata
<i>Byrsonima poeppigiana</i>	Murici-da-capoeira
<i>Cecropia distachya</i>	Embaúba-vermelha
<i>Clusia grandiflora</i>	Cebolão
<i>Eugenia cuspidifolia</i>	Azeitona-brava
<i>Guarea guidonea</i>	fruta-de-porco
<i>Inga edulis</i>	Ingá-cipó/ ingá-longo
<i>Inga heterophylla</i>	Ingá-vermelho
<i>Inga laurina</i>	Ingá-de-macaco
<i>Maclura tinctoria</i>	Amoreira Tatajuba
<i>Mutingia calabura</i>	Curumim
<i>Sterculia speciosa</i>	Axixá
<i>Syagrus oleracea</i>	Gueroba
<i>Attalea maripa</i>	Inajá
<i>Socratea exorrhiza</i>	Paxiúba
<i>Euterpe oleracea</i>	Açaí
<i>Oenocarpus distichus</i>	Bacaba
<i>Astrocarium aculeatum</i>	Tucumã
<i>Attalea speciosa</i> (Mart. ex Spreng.)	Babaçu
<i>Pourouma tomentosa</i>	Embaubarana

Fonte: Vale, 2008



Após a estabilização das áreas a serem recuperadas ocorrerá a revegetação destas áreas utilizando diferentes técnicas dependendo da área em questão utilizando-se principalmente de mudas de espécies nativas. Porém, dependendo se a área apresentar relevo muito íngreme, o uso de espécies nativas pode ser inviabilizado, indicando-se assim a revegetação utilizando a técnica de tapete verde, onde são plantadas espécies forrageiras exóticas de rápido crescimento como forma de evitar o surgimento de focos erosivos.

A seguir são apresentados os procedimentos silviculturais aplicados nas áreas onde haverá o plantio de mudas ou semeio:

### **III. Procedimentos Silviculturais**

#### **a) Controle de Formigas Cortadeiras**

Essa prática deverá ser executada em toda a área e seu entorno, antes da operação de plantio, com o uso de iscas granuladas, a razão de 10 g/m<sup>2</sup> de formigueiro, em dias não chuvosos e preferencialmente com baixa umidade relativa do ar. Durante a operação, o trabalhador deverá portar um dosador padrão, garantindo assim, que a isca seja utilizada na quantidade estabelecida. Em dias chuvosos e se for o caso, o controle poderá ser feito com produtos à base de piretróide e por meio de bombas insufladoras manuais. A área de controle, obrigatoriamente, deverá exceder em cerca de 20% do total, objetivando a criação de um sistema de defesa.

Utilizando-se dos mesmos mecanismos de controle, após quarenta e cinco dias decorridos do primeiro combate, deverá ser efetuado um repasse, observando-se as mesmas técnicas e área inicial de trabalho (incluindo-se os 20% excedentes).

#### **b) Subsolagem**

Esta atividade possui as funções de destorroamento, arejamento profundo, orientação da porosidade, nivelamento e arejamento da camada superficial do solo.

A descompactação será feita mecanicamente com implementos apropriados, em forma de gradagem pesada com trator de esteiras, acoplado a um “ripper” hidráulico. O implemento sulcará a terra até uma profundidade máxima de 60 cm, incorporando parcialmente o material de decapeamento “camada orgânica”, quando indicada para a área. Será feita uma única passagem sobre a superfície a tratar.

#### **c) Calagem**

Como objetivo de se corrigir a acidez do substrato e fornecer cálcio e magnésio ao sistema é indicada a realização da calagem. Sendo assim, após a conformação do terreno deve-se proceder a calagem do substrato por meio da aplicação de 1500 kg por hectare de calcário dolomítico, que deverá ser incorporado manualmente com o uso de enxadas e enxadões a uma profundidade de 15 cm. Essa prática deverá ser executada 30 dias antes do plantio, seguida da imediata escarificação da superfície do terreno com o auxílio de ancinhos ou gadanhos, visando à regularização da camada superior do substrato.

#### d) Aplicação de Micro-Terraços

Naqueles locais de baixa compactação do terreno, portanto passíveis de carreamento de sedimentos ou ainda, de ângulos acima de 45°, recomenda-se o uso de “micro-terraços”, cujas especificações técnicas e mecanismos de implantação, encontram-se descritos abaixo.

Os micro-terraços devem ser aplicados diretamente sobre a superfície do talude antes da sementeira /adubação inicial, sendo fixados com estaca de ferro, a cada 1,5 m. O espaçamento entre os micro-terraços irá variar entre 0,50 m e 2 m, conforme as características locais. Esta prática de bioengenharia é geralmente recomendada para taludes com inclinação maior que 45 ° ou para aqueles, independentemente do grau de inclinação, que possuem má qualidade de substrato para a fixação dos insumos, visando proteger a superfície dos taludes contra a ação dos agentes erosivos, em específico da chuva, de forma a se evitar o carreamento de sedimentos e insumos (fertilizante, esterco, sementes, etc.) já convenientemente aplicados sobre os mesmos.

Os micro-terraços deverão ser constituídos de fibras vegetais longas (colmos de capim inteiro) desidratadas ou folhas de palmeira babaçu (no caso de superfícies de taludes homogêneas), dispostas transversalmente, entrelaçadas por meio de fios resistentes de polipropileno. Esses materiais deverão ter uma longevidade variando de 12 a 36 meses, com dimensões padronizadas de acordo com as situações de taludes encontrados, devendo suas características como gramatura, resistência a tração, dimensões, longevidade e natureza do material vegetal estar em função da declividade e qualidade de substrato do talude. Ver exemplo da utilização dos micro-terraços em taludes de aterro na **Foto 9.1.4.7**.



Fonte: Vale, 2008

**FOTO 9.1.4.7 - Talude de aterro em pilha de estéril onde foi implantado os micro-terraços de folhas de babaçu.**

#### e) Preparação do mix de sementes

Ainda, devido ao fato das características pedológicas (estruturação dos materiais de solo) serem ligeiramente superiores aos de cavas, bem como maior suavização dos taludes, preconiza-se uma diminuição do volume de sementes a ser empregado, além de uma leve modificação na composição de espécies, de acordo com a relação da **Tabela 9.1.4.4**. As espécies regionais são apresentadas na **Tabela 9.1.4.5**.

O subprograma de pesquisa de espécies nativas apresenta em seu escopo um item de prospecção de espécies de Leguminosas nativas fixadoras de Nitrogênio com uso potencial na recuperação de áreas degradadas. Sendo indicado, que com o avanço dos estudos espécies de leguminosas nativas comecem a ser utilizadas neste mix de sementes em substituição a algumas das forrageiras usadas atualmente.

TABELA 9.1.4.4

**RELAÇÃO DAS ESPÉCIES COMERCIAIS/REGIONAIS E QUANTIDADES INDICADAS PARA O PLANTIO EM TALUDES DE ATERRO**

Espécie	Quantidade (kg/ha)
Feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> )	60,0
Feijão-de-porco ( <i>Carvalia ensiforme</i> )	60,0
Crotalária ( <i>Crotalaria oroleuca</i> )	50,0
Nabo forrageiro ( <i>Raphanus sativus</i> )	20,0
Aveia ( <i>Avena sativa</i> )	30,0
Espécies Regionais	30,0
Total	<b>250,0</b>

Fonte: Vale, 2008

TABELA 9.1.4.5

**ESPÉCIES REGIONAIS A SEREM UTILIZADAS.**

Família	Nome comum	Nome científico
Anacardiaceae	Cajá	<i>Spondias mombin</i>
Arecaceae	Bacaba	<i>Oenocarpus bacaba</i>
	Inajá	<i>Ataltea maripa</i>
Asteraceae	Vernonia	<i>Lepidaploa muricata</i>
Bignoniaceae	Ipê-rosa	<i>Tabebuia roseo-alba</i>
Caricaceae	Mamuí	<i>Jacaratia spinosa</i>
Cecropiaceae	Embaubarana	<i>Pourouma tomentosa</i>
Cecropiaceae	Embaúba-vermelha	<i>Cecropia</i> sp
Dilleniaceae	Cipó-de-fogo	<i>Davilla kunthii</i>
Erythroxylaceae	Vermelhinha	<i>Erythroxylum mucronatum</i>
Humiriaceae	Uxi-amarelo	<i>Endopleura uchi</i>
	Uxirana	<i>Saccoglottis guianensis</i>
Fabaceae	Burdão-de-velho	<i>Samanea tubulosa</i>
	Caferana	<i>Coussarea revoluta</i>
	Calopogônio	<i>Calopogonium</i> sp.
	Cássia-besouro	<i>Senna silvestris</i>
	Cipó-mucunã	<i>Dioclea</i> sp
	Crotalária	<i>Crotalaria lanceolata</i>
	Espinheiro-preto	<i>Acacia polyphylla</i>
	Fava-tanã	<i>Parkia multijuga</i>
	Fava-camuzê-folha-miúda	<i>Striphnodendron pulcherrimum</i>
	Fava-tamboril	<i>Enterolobium maximum</i>
	Ingá-de-macaco	<i>Inga laurina</i>
	Ingá-de-orelha	<i>Inga stipularis</i>
Jutaí-fruto-miúdo	<i>Hymenaea parviflora</i>	

Continua...

...continuação

Família	Nome comum	Nome científico
Fabaceae	Malícia-dormideira-vagem-pequena	<i>Mimosa dormiens</i>
	Malícia-dormideira	<i>Mimosa</i> sp
	Malícia-trepadeira	<i>Mimosa sensitiva</i>
	Mimosa-peluda	<i>Mimosa pellita</i>
	Mimosa-trepadeira	<i>Mimosa</i> sp
	Mimosinha	<i>Mimosa somnians</i>
	Mucuna-da-canga	<i>Dioclea virgata</i>
	Olho-de-boi	<i>Mucuna urens</i>
	Paricazinho	<i>Aeschynomene sensitiva</i>
	Pata-de-vaca-miúda	<i>Bauhinia pulchella</i>
Malpighiaceae	Pau-preto	<i>Cenostigma tocaninum</i>
	Chuva-de-ouro	<i>Lophantera lactescens</i>
	Murici-comum	<i>Byrsonima crassifolia</i>
	Murici-da-mata	<i>Byrsonima duckeana</i>
Malvaceae	Murici-da-folha-peluda	<i>Byrsonima</i> sp.
	Malva	<i>Urena lobata</i>
Melastomataceae	Axixá	<i>Sterculia spp.</i>
	Goiaba-de-anta	<i>Bellucia grossularioides</i>
	Tinteiro-folha-fina	<i>Miconia cuspidata</i>
Nictaginaceae	Tinteiro-vermelho	<i>Miconia dispar</i>
	João-mole	<i>Neea oppositifolia</i>
Sapindaceae	Saboneteira	<i>Sapindus saponaria</i>
Sapotaceae	Abiu-casca-grossa	<i>Pouteria laevigata</i>
	Cucutiribá	<i>Pouteria manausensis</i>
Solanaceae	Jurubebinha-fruto-peludo	<i>Solanum</i> sp
	Jurubeba-fruto-grande	<i>Solanum crinitum</i>
	Jurubebinha-fruto-rajado	<i>Solanum palinacanthum</i>
Oleocarpaceae	Curumim	<i>Mutingia calabura</i>

Fonte: Vale, 2008

Obs: As espécies variam conforme a disponibilidade sazonal.

Com o objetivo de se obter a população final desejada, visando diminuir os custos e esforços na etapa de replantio, as sementes das espécies indicadas deverão possuir um Valor Cultural mínimo de 70% (percentagem de sementes puras viáveis, isto é, capazes de germinar sob condições favoráveis – %V.C = %Pureza Física vezes %Germinação/100).

Os diferentes tratamentos têm como objetivo a colonização/recobrimento inicial do substrato, que com o passar do tempo, visam provocar melhorias significativas em sua superfície, principalmente, se for levado em consideração a ausência de horizontes do solo, removidos pelos trabalhos de movimentação de terra e que apresentam baixa disponibilidade, ou mesmo, ausência de nutrientes, em especial N, P e K, além de matéria orgânica. Desta forma, espera-se alcançar, no curto espaço de tempo, a proteção do solo contra processos erosivos e, no médio e no longo prazo, o condicionamento do solo, capaz de permitir o desenvolvimento e a regeneração das espécies nativas que surgirão nos locais tratados.

### **f) Plantio de Mudanças**

Nos ambientes caracterizados pelas bermas e áreas planas, utilizando-se o espaçamento já definido no item coveamento, serão plantadas arbustos e arbustivas, cujas espécies, serão indicadas após avaliação da disponibilidade de mudas nos viveiros regionais, principalmente as listadas na **Tabela 9.1.4.5** e aquelas estudadas no **Sub-Programa de Pesquisas e Reprodução de Espécies Nativas**.

Após a colocação de parte da mistura (terra mais fertilizantes) nas covas, as mudas deverão ser posicionadas no centro das mesmas, a uma altura tal, que o coleto não venha a ficar exposto ou mesmo afogado. A operação de plantio tem continuidade com o enchimento do restante da cova e ao mesmo tempo, exercendo uma pressão, com os pés, ao redor das mudas, para melhor fixação. A seguir, deverá ser feito um pequeno abaciamento sobre o substrato, proporcionando com isso, um determinado acúmulo de água ao redor das mudas e por conseqüência, melhor disponibilidade hídrica. Finalmente, recomenda-se que todas as embalagens plásticas, utilizadas na formação das mudas, obrigatoriamente terão que ser retiradas da área e depositadas em locais apropriados.

### **g) Alinhamento e Aplicação de Micro-Terraços**

Se a inclinação das bancadas dos depósitos de estéril for muito alta é recomendada a aplicação da técnica de bioengenharia conhecida com micro-terraçamento. Os micro-terraços são estruturas fixadas à superfície do terreno que propiciam uma barreira ao carreamento de material particulado, insumos e sementes pelas águas pluviais. Para tanto foi desenvolvido na região micro-terraços confeccionados com folhas de babaçu trançadas.

Para a fixação dos micro-terraços, é necessário executar o alinhamento de maneira que as linhas de micro-terraços fiquem eqüidistantes no campo. Tal alinhamento é feito pela utilização de simples gabaritos de madeira. As linhas podem variar conforme a declividade do terreno, condições de drenagens e substrato. Após a realização do alinhamento, os micro-terraços de folha de babaçu devem ser fixados ao solo por meio de grampos de ferro em forma de bengala com o auxílio de pequenas marretas.

### **h) Semeadura e Adubação**

O micro-covemaneto consiste na abertura de pequenas covas ou covetas sobre toda a superfície do solo/substrato exposto de taludes, a uma profundidade variando 3 a 5 cm, ligeiramente inclinados para dentro do talude. As covetas deverão ser dispostas sobre o talude de forma desencontrada, ou seja, em quincôncio, com espaçamento de 15 cm entre elas. Na semeadura utiliza-se o “mix” de sementes e insumos preparados em quantidade suficiente para o seu uso imediato, não devendo este ser armazenado.

A proporção do “mix” está apresentada na **Tabela 9.1.4.6**. O adubo químico a ser utilizado tem a fórmula comercial NPK 04-14-08 e a adução orgânica serão realizadas utilizando o composto proveniente do processo de compostagem da central de resíduos da mina de ferro. Para a preparação do “mix” o adubo químico deve ser destorroado previamente, caso haja a necessidade. Os demais componentes devem ser adicionados e homogeneizados.

**TABELA 9.1.4.6****QUANTIFICAÇÃO DOS ITENS NECESSÁRIOS PARA A PREPARAÇÃO DO “MIX” DE SEMENTES E INSUMOS**

Insumos	Quantidade por hectare
Composto orgânico	2000 kg
NPK (04-14-08)	600 kg
Micronutrientes	10 kg
Sementes comerciais	250 kg
Sementes regionais	30 kg

Fonte: Vale, 2008

O processo deve ser realizado no início do período chuvoso para se obter os melhores resultados. Essa semeadura visa à indução da sucessão natural das espécies vegetais locais e a formação de um novo substrato, garantindo a sustentabilidade da área e a sua integração à paisagem local (**Foto 9.1.4.8**).



Fonte: Vale, 2008

**FOTO 9.1.4.8 - Exemplo de aplicação do mix por meio do método de semeadura manual, após a prévia implantação de micro-terraços e o microcoveamento.**

### **i) Ressemeio e Enriquecimento**

Nas áreas onde o índice de cobertura vegetal for inferior a 80%, devido às falhas na germinação ou ao carreamento de insumos, deverá ser realizado o ressemeio. Esta operação deverá ser executada 45 dias após o semeio, utilizando-se para tal um coquetel idêntico ao original, sendo as práticas silviculturais idênticas ao semeio.

Em relação ao enriquecimento com espécies de difícil germinação e desenvolvimento por meio da semeadura direta, prevê-se após o terceiro ano de plantio, a implantação por mudas de indivíduos arbóreos.

### j) Adubação de Cobertura

A adubação de cobertura visa corrigir possíveis deficiências nutricionais, devendo ser feita no segundo mês (60 dias) após o plantio, por meio da aplicação de 100 kg por hectare da formulação NPK 20-00-20.

### k) Aplicação de Tela Vegetal

Nos locais caracterizados por um ângulo de repouso acentuado ou mesmo, sob material de solo pouco compactado, quase sempre, existe a necessidade de utilização de tela vegetal como fator de prevenção de ravinamentos e retenção de sedimentos (**Foto 9.1.4.9**).



Fonte: Vale, 2008

#### **FOTO 9.1.4.9 - Exemplo de aplicação de tela vegetal em talude de corte.**

A tela deverá ser constituída de materiais vegetais fibrosos, costurada com fios resistentes, totalmente degradáveis, com gramatura e resistência variáveis, a depender das condições a serem aplicadas. As características básicas dessas telas deverão apresentar uma estrutura tal, que permita com facilidade, a passagem dos folíolos entre o solo e a tela vegetal, principalmente em se tratando de leguminosas.

Após o preparo do solo, coveamento, fertilização e semeio, a tela vegetal será estendida ao longo dos taludes ou áreas a serem cobertas. A mesma deverá ser desenrolada a partir da crista, com recobrimento total do solo, sendo que a área de superposição entre elas terá que se aproximar dos 10 cm. A fixação da tela poderá ser efetuada por meio de grampos de madeira (preferencialmente), em forma de estacas pontiagudas. Os tamanhos serão variáveis, de acordo com a dureza do terreno, cuja densidade deverá variar entre 3 e 4 grampos/m<sup>2</sup>, procurando-se sempre, deixar a tela o mais rente possível ao solo, impedindo dessa forma, o escorrimento concentrado de água pluviais e sedimentos sob a mesma.

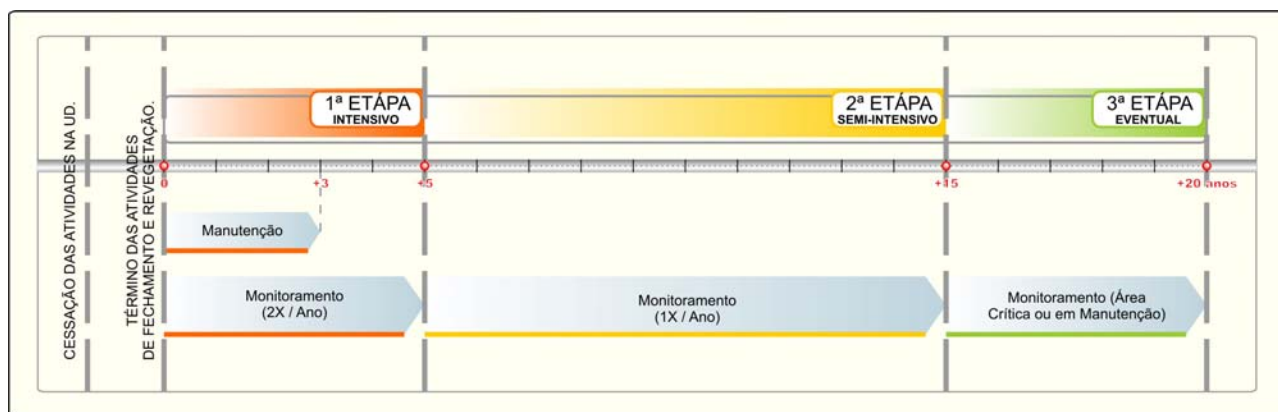
### 9.1.4.7 Monitoramento e manutenção das áreas recuperadas – Etapa de Implantação, Operação, Fechamento e Pós-Fechamento

O monitoramento das áreas já revegetadas é fundamental para o sucesso do plantio e da recuperação ambiental, uma vez que a maioria das técnicas adotadas na recuperação precisam ser acompanhadas, no mínimo por um período, até que estejam estabelecidas e não necessitem mais de acompanhamento. Sendo fundamentais as práticas de tratos culturais como rega em períodos de estiagem, replantio de mudas, controle de formigas, adubação, etc.

Um cuidado que deve ser tomado nas áreas que já foram revegetadas também é o controle das espécies exóticas invasoras, provindas de áreas vizinhas. Estas espécies têm suas sementes normalmente dispersas pelo vento, presas ao pêlo de animais ou pelo homem, como por meio de locomoção de veículos e máquinas, podendo assim chegar às áreas em recuperação ambiental facilmente, iniciando uma colonização. Como iniciativa para evitar problemas indica-se um monitoramento das áreas em recuperação com intuito de evitar a propagação dessas espécies e sua retirada manual caso sejam encontradas.

O programa de monitoramento tem como objetivo verificar e acompanhar a recuperação e estabilização física e biológica das áreas em processo de reabilitação, acrescentando-lhe as correções e intervenções demandadas para o alcance da meta projetada.

O monitoramento da revegetação será detalhado posteriormente à fechamento da estrutura e consistirá em 3 etapas distribuídas temporalmente conforme demonstra o esquema a seguir, referindo-se aos anos após a fechamento de determinada área. Note que as áreas poderão ser fechadas em períodos anteriores ao fechamento do empreendimento. A **Figura 9.1.4.11** apresenta o encadeamento entre as etapas.



Fonte: Vale, 2008

**FIGURA 9.1.4.11 – Encadeamento das Etapas do Programa de Monitoramento das áreas recuperadas no PRAD S11D.**

As etapas podem ser definidas da seguinte maneira:

#### – Etapa Intensiva

Aqui o monitoramento será dividido em campanhas semestrais, por especialistas em reabilitação/revegetação de áreas degradadas e botânico, ao longo dos primeiros três anos após término da lavra nas respectivas áreas.



Os parâmetros de análise em campo, sob ponto de vista de reabilitação, serão:

- porcentagem de mortalidade entre as mudas plantadas;
- sintomas de deficiência nutricional ou toxidez pelo excesso de alguns elementos;
- verificação de eventuais pontos de erosão, laminar ou em sulco;
- identificação e controle de pragas e doenças;
- identificação de demandas de manejo nas áreas.

Os parâmetros de análise em campo, sob ponto de vista de flora (botânico), serão:

- Levantamento das principais espécies invasoras;
- Identificação das espécies florestais (lenhosas) ou de canga (arbustivas) instaladas;
- Verificação do estágio geral da sucessão natural presente nas áreas;
- Identificação de espécies promissoras para o fomento da sucessão natural;
- Identificação da necessidade de enriquecimento com novos plantios.

#### – **Etapa Semi-Intensiva**

Nesta etapa as visitas técnicas serão anuais, com intervenções onde necessário, considerando os mesmos parâmetros de análise indicados para a etapa intensiva. Este trabalho será feito por técnicos especializados em reabilitação, flora e fauna, verificando a eficiência das técnicas aplicadas.

Neste caso as operações de intervenção, em geral, referem-se aos tratos culturais que deverão ser executados de maneira a não coibir o desenvolvimento da regeneração natural, eliminando somente a vegetação invasora que compete e interfere no desenvolvimento das mudas plantadas ou introduzindo novos plantios.

Para consolidação dos dados serão elaborados relatórios após cada visita, incluindo documentação fotográfica.

#### – **Etapa Eventual**

A etapa eventual receberá vistorias mensais somente nas áreas consideradas críticas ou ainda em desenvolvimento efêmero. Os critérios de análise serão os mesmos indicados para as etapas anteriores. Um ecólogo, com visão mais ampla avaliará a inserção das áreas reabilitadas no contexto ecológico da área.

Toda essa sistemática de recuperação será intensivamente monitorada e caso seja necessário qualquer alteração na condução do programa (enriquecimento florestal, semeio direto e outros), a mesma poderá ser levada a efeito em qualquer das fases de manutenção.

#### **9.1.4.7.1 Procedimentos a serem adotados para a recuperação das Estruturas do Projeto Ferro Carajás S11D**

A seguir, para cada estrutura a ser recuperada, caracterizar-se-ão as operações propostas, os procedimentos prescrevem diferentes tratamentos silviculturais, para cada uma das situações identificadas, desde a implantação, operação e fechamento, considerando ainda atividades de monitoração posteriores.

#### **9.1.4.7.2 Cavas (Taludes e Bermas)**

De acordo com o plano de lavra serão implantadas duas cavas (Cava Leste e Oeste) no Projeto Ferro Carajás S11D, ocupando uma área de 1.323 ha, representando 49 % de toda a área impactada (vide **Figura 9.1.4.2** para o Plano diretor e as **Figuras 6.1.2.20 e 6.1.2.21** no **Anexo XVIII-F** para visualizar o uso do solo e cobertura vegetal). A cobertura vegetal atualmente encontrada na área é dominada “Savana Estépica”.

O Projeto Ferro Carajás S11D irá operar com método de lavra a céu aberto convencional, iniciando em meia encosta e avançando para lavra em cava com a evolução dos trabalhos minerais. O seqüenciamento da lavra prevê a retirada de material a leste do corpo de minério de ferro, progredindo em direção a oeste.

As bancadas terão 15 metros de altura. Os demais parâmetros geotécnicos das dimensões dos bancos foram definidos, para cada litologia, são eles:

- ângulo geral: de 30 a 50 graus;
- ângulo de face: de 40 a 70 graus; e
- largura das bermas: de 7,2 a 10 metros.

Quanto aos acessos, a rampa máxima praticada será de 10%, com a largura dos acessos de 35 m.

Como premissa assumiu-se que as cavas serão mantidas abertas com previsão de formação de lagos de acordo com a configuração topográfica das cavas na sua geometria final.

As cavas serão retaludadas onde necessário, visando à obtenção de estabilidade geotécnica de longo prazo e sem necessidade de intervenções operacionais de manutenção preventivas e corretivas, considerando a paralisação completa das atividades de lavra.

Após o processo de estabilização e reconformação geotécnica, toda a área passará por um processo de regularização da drenagem e implantação de leiras, fundamentais na prevenção de processos erosivos e finalmente, a deposição quando possível de solo orgânico, galhadas e decapeamento da canga, principalmente nas superfícies das bermas. Em seguida, inicia-se o programa de revegetação propriamente dito, conforme descrição a seguir.

As áreas em solo e a serem mantidas acima do nível da água serão revegetadas utilizando espécies típicas da fisionomia de Savana Estépica, listadas na **Tabela 9.1.4.5** e aquelas estudadas no **Sub-Programa de Pesquisas e Reprodução de Espécies Nativas**.

Nos taludes acima referenciados, haverá apenas um tipo de coveamento, conforme já descrito, aquele inerente às plantas herbáceas e arbustivas, enquanto que nas bermas, o mesmo acha-se associado ao plantio de mudas de espécies típicas da vegetação sobre canga. Nesse caso, torna-se importante o uso de espécies de baixo porte (arvoretas e arbustos) e que não desenvolvam raízes pivotantes.

Na face do talude de corte a revegetação será feita com o auxílio de microterraços e por meio de espécies da flora regional, selecionadas no **Sub-Programa de Pesquisas e Reprodução de Espécies Nativas**, dando-se preferência às herbáceas com características de recobrimento do solo. Considera-se que as áreas em conformação final serão entregues com estabilização geotécnica adequada à revegetação pretendida, inclusive com a disposição da rede de drenagem (veja **Figura 9.1.4.10**).



Fonte: Vale, 2008.

**FOTO 9.1.4.10 - Detalhe de talude em conformação final, onde está sendo implantado um tipo de vegetação predominantemente herbáceo e arbustivo, semeado em algumas ocasiões com o auxílio de microterraços.**

O cenário final das cavas consistirá em cortinas densas de vegetação sobre a borda de todas as bermas, formando um corredor que poderá contribuir com o estabelecimento faunístico. As faces dos taludes receberão nos primeiros anos vegetação herbácea rala, sujeita ao avanço de invasoras e conseqüente início da sucessão secundária.

Esta reabilitação visa à criação de uma mescla de diferentes biótopos na área das cavas (superfícies vegetadas, rocha sã, superfícies de água) e proporcionar uma base para que se implantem processos de sucessão natural na área, recomenda-se a criação atrativos para a fauna no entorno imediato das cavas, em uma faixa de largura média de 50 metros, utilizando-se as técnicas descritas no **item 9.1.4.6.4 (ii)**

As práticas silviculturais, de monitoramento e manutenção das áreas revegetadas também deverão ser aplicadas na área das cavas, como descrito previamente neste PRAD.

### 9.1.4.7.3 Pilha de Estéril

Os estéreis provenientes das frentes de lavra serão dispostos na forma de pilhas, de modo a atender as especificações de estabilidade, conformação e reabilitação ambiental. Para dispor os 1,74 Bt de estéril a serem gerados serão implantadas 3 pilhas de estéril, denominadas PDE1, PDE2 e PDE3, cuja localização pode ser observada na **Figura 9.1.4.2**.

As Pilhas de Estéril ocuparão uma área de aproximadamente 1006,1 ha, representando 37,00 % das áreas a serem recuperadas no Projeto Ferro Carajás S11D. A cobertura vegetal atualmente encontrada na área é dominada por Florestas Ombrófilas.

As pilhas de estéril serão implantadas de acordo com a necessidade, ou seja, conforme o desenvolvimento da lavra. Portanto, cada uma das pilhas será construída em anos distintos.

O fechamento das pilhas de estéril seguirá dois conceitos recomendados pelas melhores práticas: projetando para o fechamento (*design for closure*) e fechamento progressivo (*progressive rehabilitation*) (Austrália, 2006 e Golder, 2008). Prevê-se o início do fechamento das pilhas a partir do ano 2014.

Todas as pilhas de estéril foram projetadas com inclinação suave (inclinação do talude individual 1V:2H e inclinação média da pilha 1V:2,7 H). Os ângulos projetados correspondem ao ângulo final de talude, ou seja, não está previsto o retaludamento das pilhas durante o fechamento.

Comparativamente ao ambiente de cavas, a reconformação geotécnica das pilhas deve ser executada por meio da superposição de camadas de solos estéreis, formatada por meio de bermas e taludes, obviamente com ângulos e largura das plataformas compatíveis com o processo de revegetação. A pilha formada deverá receber a devida compactação, associada a uma eficiente construção da rede de drenagem e por último, implantação da cobertura vegetal objeto deste plano.

Paralelamente à deposição de materiais estéreis (solo orgânico e galhadas), faz-se necessário, a sistematização e/ou regularização da superfície dos terrenos, objetivando promover uma melhor vazão hídrica, de maneira a se evitar possíveis acúmulos e/ou escoamentos concentrados de água. Esta prática, por sua vez, deverá ser estendida para todos os taludes e bermas das pilhas de estéril do Projeto Ferro Carajás S11D, o que contribuirá para otimização da implantação e estabelecimento da cobertura vegetal.

Para se evitar rupturas das arestas dos taludes, por descargas d'água, bem como para minimizar o carreamento de sedimentos e o escoamento livre de água sobre o leito das bermas e/ou áreas aluviais, serão previstas leiras de proteção, dispostas no sentido transversal à declividade do terreno, tanto nas cristas dos taludes quanto ao longo dos leitos, bermas e acessos. As leiras deverão ser feitas na etapa de regularização, utilizando-se o material do próprio terreno.

Em relação à revegetação, as práticas silviculturais (atividades e insumos) são quase idênticas ao ambiente anterior (cavas), inclusive com a utilização de micro-coveamento e de um coquetel de sementes semelhante, diferenciando-se apenas na indicação de plantio de essências florestais nas faces dos taludes, uma vez que a fisionomia originalmente existente na área era de Florestas Ombrófilas. O uso de *topsoil* na área das pilhas de estéril também será uma prática.

Indica-se também a criação atrativos para a fauna no entorno imediato das pilhas utilizando-se as técnicas descritas no **item 9.1.4.6.4 (ii)**, na tentativa de retornar o ambiente o mais próximo da vegetação original.

Os topos da pilha receberão subsolagem (descompactação do terreno antes da revegetação), acomodação de solo estéril e por fim indica-se o plantio de mudas ou semeio de sementes de espécies nativas de Floresta Ombrófila com porte arbustivo e arbóreo de baixo porte, de forma a não comprometer a estabilidade geotécnica da pilha.

Eventuais necessidades de reconformação topográfica das pilhas serão definidas por meio de análise de vistoria de campo. Será instalado um sistema de monitoramento a ser mantido durante o período de pós fechamento cujas informações deverão ser interpretadas e servirão como indicativo da eficácia dos procedimentos adotados. O período de pós-fechamento, durante o qual o monitoramento deverá ser mantido, foi considerado como sendo de 5 anos.

#### **9.1.4.7.4 Diques de Contenção de Finos**

Para efeito de planejamento da desativação e fechamento, os diques de contenção de sedimentos instalados a jusante das pilhas de estéril, ocupando uma área de 34,4 ha (0,01 %) da área total do empreendimento. Estes foram divididos em três estruturas, a saber:

- Barramento;
- Reservatório;
- Vertedouro final.

O plano de fechamento considera que deverá ser feito um estudo prévio com objetivo de avaliar a necessidade de manutenção dos diques de contenção de sedimentos no período pós-fechamento. Em função da recuperação progressiva das pilhas, existe a hipótese de que a geração de sedimentos a partir das pilhas também diminua progressivamente fazendo com que algumas dessas estruturas percam sua função.

##### **a) Barramentos**

Caso sejam mantidos os maciços serão reforçados, visando à estabilidade física das estruturas de contenção e dos materiais dispostos nos reservatórios. Onde dispensáveis, os diques serão reconformados visando a não formação de lagos nos reservatórios (construção de brechas e outras obras visando o escoamento adequado das águas).

##### **b) Reservatórios**

Os lagos existentes poderão ser drenados ou não a depender da necessidade de manutenção dos barramentos. Como regra geral as áreas de praia serão revegetadas, utilizando mudas de espécies arbóreas típicas da fisionomia vegetal original, Floresta Ombrófila.

##### **c) Vertedouros finais (abandono)**

Caso necessário, serão implantados ou reconformados vertedouros para funcionar como dispositivos de proteção e serão dimensionados de acordo com a legislação e normas vigentes e serão construídos em solo/rocha de modo a não necessitem de manutenção e intervenções futuras.

As técnicas de revegetação previstas para estas estruturas de diques de contenção de sedimentos, após a drenagem e estabilização das estruturas (quando for o caso), são apresentadas a seguir e já foram descritas para as etapas anteriores:

- Reconformação técnica das estruturas
- Fertilização (adubos químicos e aplicação de solo orgânico e galhadas);
- Deposição de *topsoil*;
- Semeadura direta (quando for o caso);
- Criação de Atrativos para Fauna, incluindo plantio de mudas de bagueiras e frutíferas
- Plantio de mudas (obedecendo a distribuição por grupos ecológicos e cobertura nativa local);
- Replantio (nas áreas onde a revegetação não apresentar resultados significativos);
- Adubação de cobertura;
- Monitoramento e Manutenção.

#### 9.1.4.7.5 Unidades Industriais e Administrativas

Todas as estruturas relacionadas à área industrial (BSM, TCLD, usina e toda a infraestrutura operacional de apoio), instalações administrativas e acessos serão desmontados, desmantelados, removidos e a área remanescente será reabilitada conforme premissa de uso futuro.

Serão retirados todos os componentes, equipamentos, materiais e resíduos resultantes da demolição e da limpeza (*clean up*) da área. A identificação (inventariamento), caracterização e classificação destes materiais irão definir os procedimentos de coleta, transporte e destinação final, evitando-se a manutenção de estruturas na área da mina.

Após a remoção deste material, haverá também a necessidade de investigação de possível alteração da Qualidade do Solo e Água e, caso necessário, a realização da remediação e/ou Descontaminação de Áreas Potencialmente Contaminadas - Solo e Água.

As áreas ocupadas pelas unidades industriais e administrativas, consideradas acima, localizadas internamente à Flona de Carajás, que totalizam 211,8 ha (8%) da área total do empreendimento, deverão ser revegetadas obedecendo à cobertura vegetal original. Para as áreas localizadas externamente à Flona, que totalizam 146,1 ha (5%) da área total do empreendimento, após a remoção das unidades industriais e administrativas propõe-se um uso futuro agrosilvopastoril (uso do solo atual).

Prevê-se para os terrenos em questão, após seu descomissionamento, que os mesmos apresentarão uma superfície relativamente exposta por se tratarem de taludes de cortes de acessos, antigos pátios e canteiros de obras, entre outras, o que determina uma recuperação vegetal pautada no estabelecimento de uma vegetação compatível com o uso atual e futuro.

Entretanto, após a finalização e desmonte dessas unidades, a área a ser disponibilizada terá uma maior extensão e deverá ser nivelada por meio de equipamentos específicos, regularizada a drenagem, caso seja necessário, retorno do solo orgânico e finalmente dos resíduos florestais. Por último, será implementado o enriquecimento com espécies florestais regionais, iniciando-se dessa forma, o processo de recuperação ambiental por meio da denominada cadeia sucessória.

No que diz respeito às práticas silviculturais básicas, com vistas à revegetação de taludes e ao enriquecimento florestal, encontram-se abaixo relacionadas, sendo que os mecanismos de implantação e mesmo quantificação dos insumos, serão aqueles definidos para a semeadura direta e o plantio de mudas descritos anteriormente descritos.

- Combate a formigas cortadeiras;
- Alinhamento (espaçamento 2 x 3 metros);
- Coveamento (dimensão 30 x 30 cm);
- Microcoveamento;
- Aplicação de micro-terraços;
- Aplicação de biomantas;
- Fertilização (adubos químicos e orgânicos);
- Plantio de mudas (obedecendo a distribuição por grupos ecológicos);
- Semeadura direta;
- Replantio;
- Adubação de cobertura;
- Criação de Atrativos para Fauna
- Manutenção.

#### **9.1.4.8 Uso Futuro**

Em função da inserção de grande parte do empreendimento (cavas, pilhas de estéril e diques de contenção de sedimentos) na Flona de Carajás, considerou-se para estas áreas o uso futuro de conservação ambiental. As áreas de cavas, pilhas de estéril e diques de contenção de sedimentos deverão ser submetidas à reabilitação visando à integração ao ambiente local, a partir de medidas descritas no âmbito do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (vide **Figura 9.4.1.12**).

Para as áreas do empreendimento localizadas fora da Flona (usina de beneficiamento e parte das estruturas administrativas) propõe-se um uso futuro agrosilvopastoril (uso do solo atual).

Indica-se que nas futuras revisões/atualizações do plano conceitual de fechamento seja realizado um estudo de alternativas de uso futuro mais aprofundado. Este estudo deverá levar em conta inclusive as expectativas das partes interessadas (comunidades do entorno, órgãos ambientais) sobre o futuro da área.

#### **9.1.4.9 Responsabilidade da Execução**

A responsabilidade pela execução do programa será do empreendedor, podendo contratar empresas terceirizadas para a execução de todo plano ou de partes deste.

#### **9.1.4.10 Instituições Envolvidas**

As seguintes Instituições e gerências do empreendedor estão envolvidas no desenvolvimento das atividades do programa de recuperação de áreas degradadas:

- Vale
- IBAMA
- ICMBio

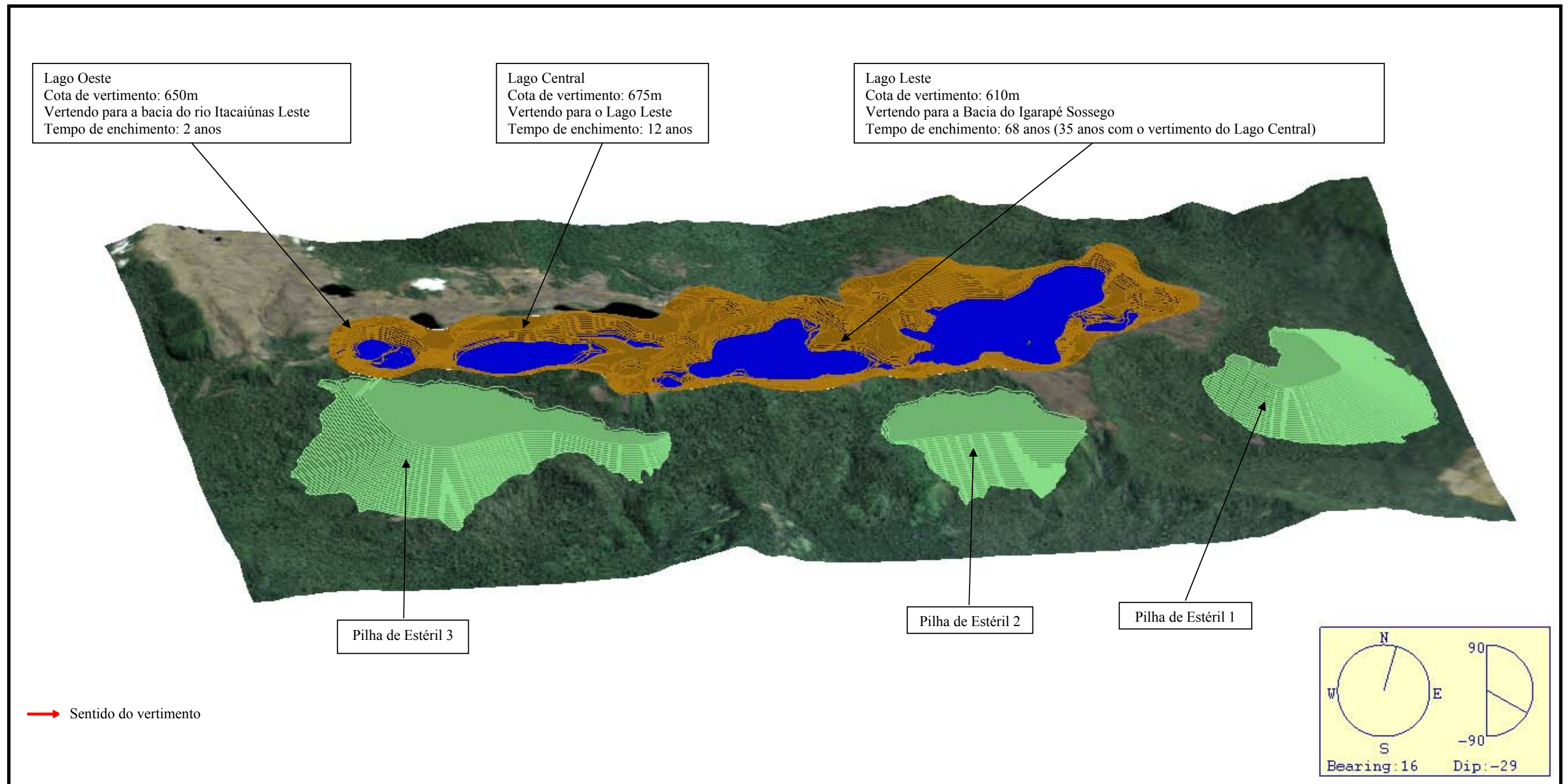


FIGURA 9.1.4.12 - Expectativa da paisagem final da área das cavas e pilhas de estéril do Projeto Ferro Carajás S11D.



#### **9.1.4.11 Fase de Execução/Cronograma**

As atividades de Recuperação das Áreas Degradadas deverão ser executadas imediatamente após a liberação das estruturas do projeto, uma vez que a não execução imediata destas práticas pode comprometer a estabilidade e gerar impactos ambientais na área do Projeto.

Por último, em decorrência da necessidade de rigidez em cumprimento ao cronograma proposto, obrigam-se a um planejamento rígido quando do encerramento das atividades minerárias, principalmente nas interações entre o clima e a época de execução das práticas silviculturais propostas.

Sabe-se que o Projeto Ferro Carajás S11D tem previsão de 40 anos de operação, assim ao fim deste período espera-se recuperar 2.721,5 ha de áreas degradadas.

O cronograma abaixo **Tabela 9.1.4.7** descreve as atividades a serem desenvolvidas para a implantação deste Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, bem como a etapa do empreendimento em que serão realizadas as atividades acima descritas.

#### **9.1.4.12 Desempenho Esperado**

- Minimização ou eliminação de processos erosivos, reduzindo o impacto relacionado à alteração da paisagem.
- Recuperação da totalidade das áreas afetadas pelo empreendimento,
- Garantir que pós-fechamento da mina a recuperação e reabilitação das áreas degradadas pelo empreendimento estejam em conformidade com o estabelecido neste documento e no Plano de Fechamento da Mina.

Na **Figura 9.1.4.12** é apresentada a expectativa da paisagem final da área do Projeto Ferro Carajás S11D interna à Flona de Carajás.

#### **9.1.4.13 Abrangência**

O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas deverá considerar todas as áreas utilizadas desde a implantação do empreendimento, operação, fechamento e pós-fechamento, principalmente aquelas onde houve a remoção da cobertura vegetal para abertura de estradas, cortes e aterros e mesmo aquelas para construção de infra-estrutura.

#### **9.1.4.14 Responsabilidade pela Execução do Programa**

A responsabilidade pela execução do programa será da Vale, podendo contratar empresas terceirizadas para a execução de todo plano ou de partes deste.

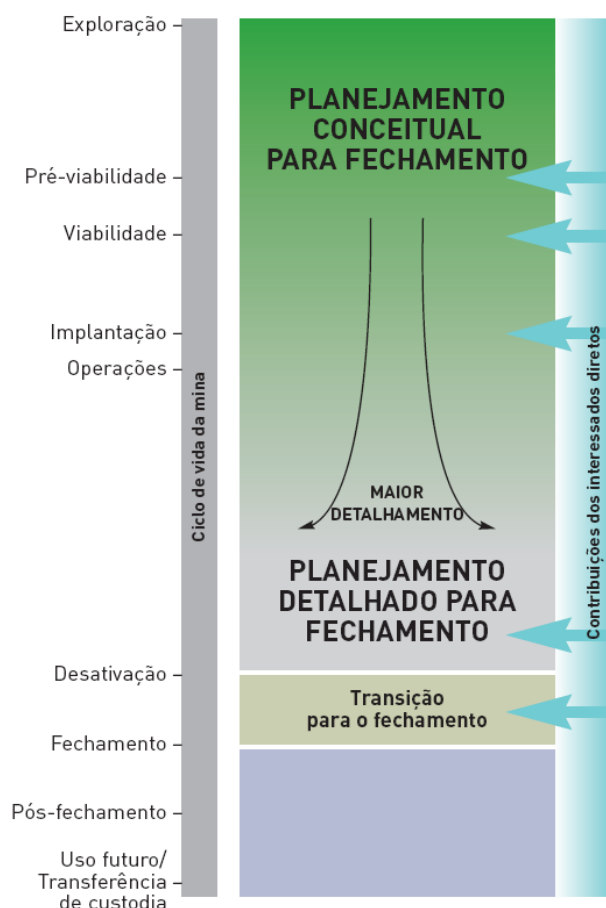


## 9.1.5 Plano de Fechamento

### 9.1.5.1 Introdução

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, 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 S11D, e durante a fase inicial de sua operação, o plano apresenta uma abordagem prognóstica e conceitual (**Figura 9.1.5.1**). Com o transcorrer da operação plena e definido o horizonte de fechamento, os estudos e projetos evoluem para o caráter executivo e regulatório. Portanto, indica-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.



**FIGURA 9.1.5.1 – Planejamento para Fechamento (Fonte: ICM, 2008).**

As soluções de fechamento apresentados neste plano conceitual refletem o conhecimento e planejamento atual do Projeto Ferro Carajás S11D. 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.

### 9.1.5.2 Objetivo

O Plano de Fechamento visa orientar os profissionais envolvidos no projeto, no planejamento e na operação do Projeto Ferro Carajás S11D sobre as melhores práticas atualmente recomendadas para o seu fechamento.

O Plano de Fechamento tem como 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.

### 9.1.5.3 Metodologia

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 e Austrália, 2006).

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 do Projeto Ferro Carajás S11D, 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

O Projeto Ferro Carajás S11D foi dividido nas seguintes estruturas típicas:

- Cavas Leste e Oeste;

- Pilhas de estéril;
- Diques de contenção de sedimentos;
- Planta Industrial (BSM, TCLD, Usina);
- Pátios e Acessos;
- Infraestrutura de apoio operacional como oficinas, subestações;
- Instalações Administrativas.

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.

#### **9.1.5.4 Uso Futuro**

Em função da inserção de grande parte do empreendimento (cavas, pilhas de estéril e diques de contenção de sedimentos) na Flona de Carajás, considerou-se para estas áreas o uso futuro de conservação ambiental. As áreas das cavas, pilhas de estéril e diques de contenção de sedimentos 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.

Para as áreas do empreendimento localizadas fora da Flona (usina de beneficiamento e parte das estruturas administrativas) propõe-se um uso futuro agrosilvopastoril (uso do solo atual).

Indica-se que nas futuras revisões/atualizações do plano conceitual de fechamento seja realizado um estudo de alternativas de uso futuro mais aprofundado. Este estudo deverá levar em conta inclusive as expectativas das partes interessadas (comunidades do entorno, órgãos ambientais) sobre o futuro da área.

#### **9.1.5.5 Plano Conceitual de Fechamento**

O presente Plano Conceitual de Fechamento considerou que as atividades a serem desenvolvidas visando o fechamento adequado das diversas áreas do Projeto Ferro Carajás S11D, 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 5 anos, a partir da elaboração do Plano Conceitual Inicial);
- Detalhamento do Plano de Fechamento (mínimo 2 anos antes da efetiva desativação da unidade).

O Plano Conceitual Inicial de Fechamento, elaborado nesta fase, foi desenvolvido visando ao estabelecimento de solução conceitual de fechamento com viabilidade ambiental, técnica e econômica e que atendessem as exigências legais e demais condicionantes aplicáveis.

As atividades de fechamento previstas, nesta fase, consideram a realização das seguintes etapas, a serem realizadas de forma seqüencial 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 asseguramento 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, pilhas) e/ou estruturas que serão mantidas visando um uso futuro (sistema de energia elétrica, subestações).
- Estruturas a serem removidas: são aquelas que serão desmanteladas e removidas integralmente da área.

Em função do uso futuro proposto, adotou-se a premissa de que as áreas industriais serão desmontadas, desmanteladas e removidas e a área remanescente será reabilitada. Algumas estruturas poderão permanecer, caso não representem riscos ambientais. No entanto, como a definição das estruturas que poderão permanecer só será realizada em época próxima ao encerramento da mina, no presente plano conceitual de fechamento considerou-se que todas as estruturas administrativas serão removidas.

#### **9.1.5.5.1 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.

#### a) Cava

As cavas da mina serão retaludadas onde necessário, visando a obtenção de estabilidade geotécnica de longo prazo e sem necessidade de intervenções operacionais de manutenção preventivas e corretivas, considerando a paralisação completa das atividades de lavra.

As necessidades de retaludamento serão definidas por meio de análise setorial (setorização geológico-geotécnica), vistoria de campo e interpretação do plano de lavra existente, considerando a previsão de configuração final das cavas.

Como premissa assumiu-se que as cavas serão mantidas abertas com previsão de formação de um lago de acordo com a configuração topográfica das cavas na sua geometria final.

As áreas em solo e a serem mantidas acima do nível da água serão revegetadas. Os procedimentos de revegetação a serem seguidos se encontram descritos no PRAD da Mina S11D.

Será instalado um sistema de monitoramento a ser mantido durante o período de pós fechamento cujas informações deverão ser interpretadas e servirão como indicativo da eficácia dos procedimentos adotados.

As principais atividades previstas neste Plano Conceitual e a serem desenvolvidas para o fechamento das Cavas da Mina são:

- Levantamento de dados/atualização topográfica da área;
- Caracterização geoquímica do minério e encaixantes (amostragem, testes e análises);
- Avaliação do futuro impacto (hidrológico e hidrogeológico) da formação de lago nas cavas, com investigação de possível alteração da qualidade do solo e da água;
- Execução do Programa detalhado;
- Execução de obras de encerramento:
  - Obras de solos e rochas (obras de retaludamento, 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.

#### b) Pilhas de Estéril

O fechamento das pilhas de estéril seguirá dois conceitos recomendados pelas melhores práticas: projetando para o fechamento (*design for closure*) e fechamento progressivo (*progressive rehabilitation*) (Austrália, 2006 e Golder, 2008).

Todas as pilhas de estéril foram projetadas com inclinação suave (inclinação do talude individual 1V:2H e inclinação média da pilha 1V:2,7 H). Os ângulos projetados correspondem ao ângulo final de talude, ou seja, não está previsto o retaludamento das pilhas durante o fechamento. Além disso, as pilhas serão recuperadas ao longo da vida útil da mina, por meio de revegetação e implantação de sistema de drenagem superficial.

Eventuais necessidades de reconformação topográfica das pilhas serão definidas por meio de análise de vistoria de campo, do inventário de materiais dispostos e da análise do por meio executivo *as built*, considerando a sistemática construtiva utilizada e a geometria final das estruturas.

Será instalado um sistema de monitoramento a ser mantido durante o período de pós fechamento cujas informações deverão ser interpretadas e servirão como indicativo da eficácia dos procedimentos adotados. O período de pós-fechamento, durante o qual o monitoramento deverá ser mantido, foi considerado como sendo de 5 anos.

As principais atividades previstas neste Plano Conceitual e a serem desenvolvidas para o fechamento das Pilhas de Estéril são:

- Levantamento de dados/atualização topográfica da área;
- Caracterização dos materiais dispostos nas pilhas (amostragem, testes e análises) e investigação de possíveis alterações da qualidade do solo e da água;
- Execução do Programa detalhado;
- Execução de obras de encerramento:
  - Obras de solos e rochas (reconformação de bermas e adequação de acessos);
  - Adequação do sistema de drenagem superficial de entorno;
  - Revegetação;
  - Implantação de sistema de monitoramento.
- Asseguramento da estabilidade pós-fechamento:
  - Monitoramento e manutenção das áreas revegetadas;
  - Monitoramento de águas superficiais/subterrâneas.

### c) Diques de Contenção de Sedimentos

Para efeito de planejamento da desativação e fechamento, os diques de contenção de sedimentos instalados a jusante das pilhas de estéril foram divididos em 3 estruturas, a saber:

- Barramento;
- Reservatório;
- Vertedouro final.

O plano de fechamento considera que deverá ser feito um estudo prévio com objetivo de avaliar a necessidade de manutenção dos diques de contenção de sedimentos no período pós-fechamento. Em função da recuperação progressiva das pilhas, existe a hipótese de que a geração de sedimentos a partir das pilhas também diminua progressivamente fazendo com que algumas dessas estruturas percam sua função.

#### - **Barramentos**

Caso sejam mantidos os maciços serão reforçados, visando à estabilidade física das estruturas de contenção e dos materiais dispostos nos reservatórios. Onde dispensáveis, os diques serão reconformados visando a não formação de lagos nos reservatórios (construção de brechas e outras obras visando o escoamento adequado das águas).

#### - **Reservatórios**

Os lagos existentes poderão ser drenados ou não a depender da necessidade de manutenção dos barramentos. Como regra geral as áreas de praia serão revegetadas.



### – Vertedouros finais (abandono)

Caso necessário, serão implantados ou reconformados vertedouros para funcionar como dispositivos de proteção e serão dimensionados de acordo com a legislação e normas vigentes e serão construídos em solo/rocha de modo a não necessitarem de manutenção e intervenções futuras.

As principais atividades previstas neste Plano Conceitual e a serem desenvolvidas para o fechamento dos diques de contenção de sedimentos são:

- Levantamento de dados/atualização topográfica da área;
- Caracterização dos materiais dispostos (amostragem, testes e análises) e investigação de possíveis alterações da qualidade do solo e da água;
- Execução do Programa detalhado;
- Execução de obras de encerramento;
  - Obras de solos e rochas (reforço dos maciços ou abertura de brechas);
  - Adequação do sistema de drenagem superficial de entorno (onde necessário);
  - Adequação do vertedouro de abandono (onde necessário);
  - Revegetação das praias de sedimentos;
  - Implantação de sistema de monitoramento;
- Asseguramento da estabilidade pós-fechamento;
  - Monitoramento e manutenção das áreas revegetadas;
  - Monitoramento de águas superficiais/subterrâneas.

#### 9.1.5.5.2 Estruturas a serem removidas

Conforme premissa de uso futuro adotada todas as estruturas relacionadas à área industrial (BSM, TCLD, usina e toda a infraestrutura operacional de apoio), 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 e 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.

Na **Figura 9.1.5.2** é apresentada a expectativa da paisagem final da área das cavas e pilhas de estéril do Projeto Ferro Carajás S11D.

#### **9.1.5.5.3 Socioeconomia**

Programas socioeconômicos serão realizados no entorno da área do Projeto Ferro Carajás S11D visando reduzir a importância relativa deste empreendimento na economia dos municípios e comunidades inscritos em sua área de influência. Esses programas deverão envolver uma grande participação social: o Poder Público, a classe empresarial, os sindicatos e a comunidade.

#### **9.1.5.5.4 Cronograma**

O cronograma da Etapa de Fechamento encontra-se apresentado no **Capítulo 5** (*Descrição do Empreendimento*).

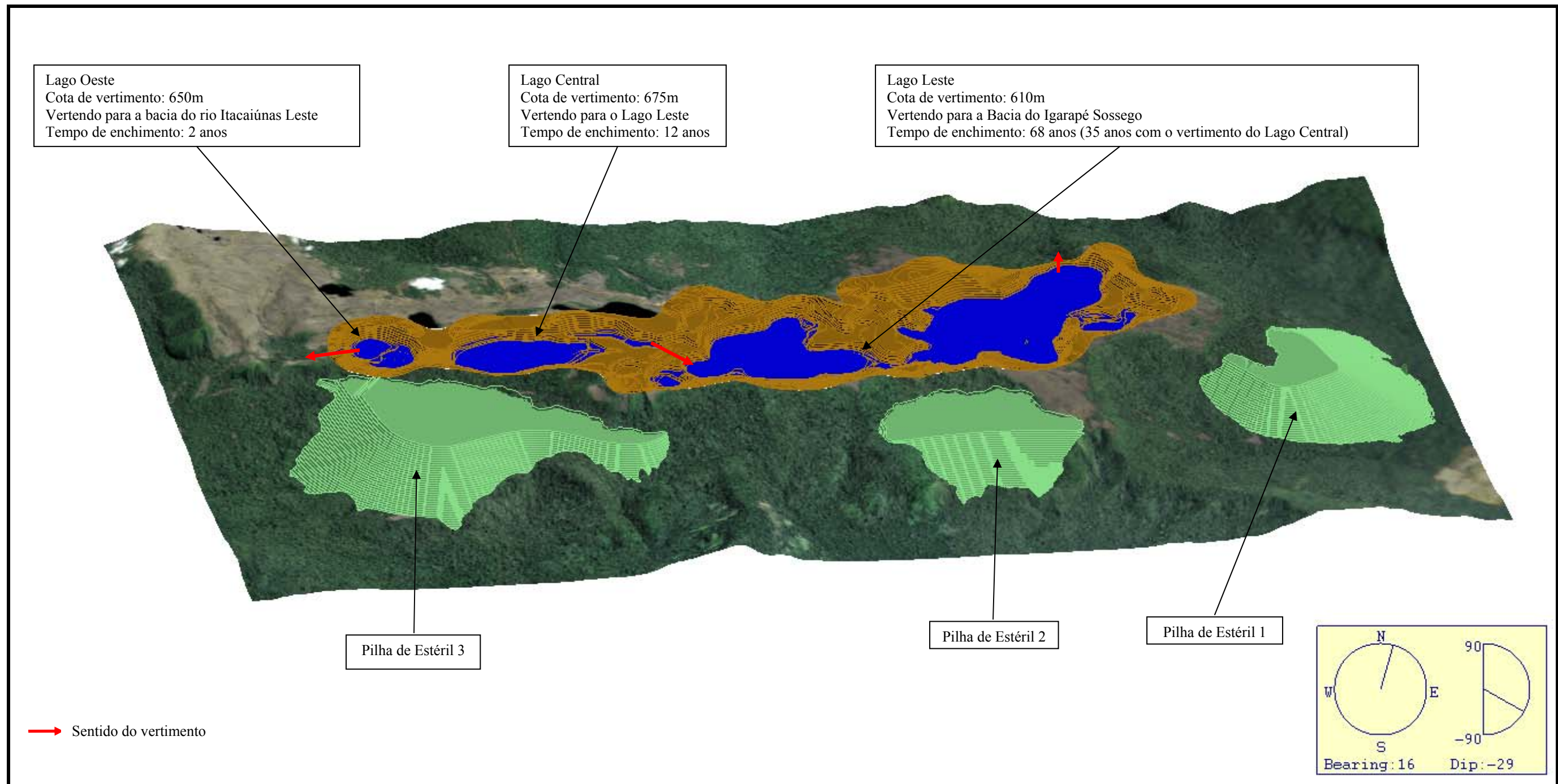


FIGURA 9.1.5.2 - Expectativa da paisagem final da área das cavas e pilhas de estéril do Projeto Ferro Carajás S11D.

## 10. ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCO

### 10.1 Análise Histórica de Acidentes

Este capítulo apresenta os resultados da análise histórica realizada visando a identificação das tipologias de acidentes ocorridos em minas. A **Tabela 10.1.1** 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 10.1.1

## 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

Continua...

...continuação

Ano	Mina	Local	Tipo
1910	Jumbo (asfalto)	Durant, OK	Explosão de gás
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

Continua...

...continuação

Ano	Mina	Local	Tipo
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
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

Continua...

...continuação

<b>Ano</b>	<b>Mina</b>	<b>Local</b>	<b>Tipo</b>
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

Fonte: NIOSH, 2009.



A **Tabela 10.1.2** 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 10.1.2**

**NÚMERO MÉDIO ANUAL DE MORTES E FERIDOS EM ACIDENTES EM MINAS NOS ESTADOS UNIDOS**

<b>Período</b>	<b>Número médio anual de mortes</b>	<b>Número médio anual de feridos</b>
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
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. 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.

## **10.2 Identificação dos Perigos**

### **10.2.1 Descrição das Instalações**

Os sistemas, unidades e procedimentos considerados para análise dos riscos incluem as operações e estruturas principais, auxiliares e de controle ambiental das etapas de instalação e operação descritas no item 5 de descrição do empreendimento.

### 10.2.2 Descrição dos Produtos (Insumos)

Os insumos a serem utilizados nas atividades estão descritos no item 5 de descrição 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), aço, areia, brita, concreto usinado, laje pré-fabricada, pré-moldados de concreto, fôrma, oxigênio, acetileno, argônio, estruturas metálicas.

Dentre esses, a **Tabela 10.2.1** 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 10.2.1**

#### 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
Carbonato de sódio	Sólido	Precipita Dissolve	Monitoramento do produto na água
Desengraxante	Líquido inflamável	Flutua Evapora Dissolve	Contenção e recolhimento Monitoramento dos vapores no ar Monitoramento do produto na água
Fluorsilicato de sódio	Sólido	Precipita Dissolve	Monitoramento do produto na água
Hipoclorito de sódio	Líquido tóxico	Dissolve	Monitoramento do produto na água
Óleo diesel	Líquido inflamável	Flutua Evapora	Contenção e recolhimento Monitoramento dos vapores no ar
Óleo lubrificante	Líquido combustível	Flutua Evapora	Contenção e recolhimento Monitoramento dos vapores no ar
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

### 10.2.3 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 Ferro Carajás S11D é a Análise Preliminar de Perigos (APP), conforme descrito no item 1.6. 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 é montada de forma a indicar os possíveis cenários acidentais resultantes.

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 1
<b>Empreendimento:</b> Projeto Ferro Carajás S11D								
<b>Fase:</b> Instalação								
<b>Atividade/Sistema:</b> Terraplanagem								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Vazamento de combustível e óleo lubrificante	- Acidentes rodoviários durante a movimentação de máquinas e equipamentos	- Visual - Olfativo	- Contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas	C	II	Não crítico	R1) Estabelecer limites de velocidade para tráfego e operação máquinas e equipamentos. R2) Exigir das empresas contratadas o emprego de motoristas devidamente capacitados, habilitados e treinados em direção defensiva.	1
Vazamento de combustível e óleo lubrificante	- Falta de manutenção preventiva nas máquinas e equipamentos			B	I	Não crítico	R3) Exigir das empresas contratadas 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.	2
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	R5) Exigir das empresas contratadas o fornecimento prévio dos projetos de terraplenagem. R6) Estabelecer e implementar rotina de inspeção para fiscalização da execução de serviços de terraplenagem.	3

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 2
<b>Empreendimento:</b> Projeto Ferro Carajás S11D								
<b>Fase:</b> Instalação								
<b>Atividade/Sistema:</b> Decapeamento mecânico e com uso de explosivos								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Escorregamento de taludes	- Chuvas excepcionais - Falha na execução do Plano de Lavra	- Visual	- Alteração na qualidade das águas - Assoreamento de cursos d'água	B	II	Médio	R7) Estabelecer e implementar rotina de inspeção para fiscalização da execução de serviços de decapeamento.	4
Detonação descontrolada	- Operação inadequada do plano de fogo	- Visual - Auditivo	- Alteração nos níveis de vibração e ruídos - Afugentamento da fauna - Rachadura nas residências situadas no entorno do empreendimento	D	III	Não crítico	R8) Estabelecer e implementar adequadamente o plano de fogo. R9) Seguir as normas de manuseio de produtos explosivos do Ministério da Defesa.	5

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 3
<b>Empreendimento:</b> Projeto Ferro Carajás S11D								
<b>Fase:</b> Operação								
<b>Atividade/Sistema:</b> Lavra a céu aberto								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Escorregamento de taludes	- Chuvas excepcionais - Falha na execução do Plano de Lavra	- Visual	- Alteração na qualidade das águas - Assoreamento de cursos d'água	B	II	Médio	R10) Estabelecer e implementar rotina de inspeção na execução dos desmontes mecânicos e detonações. R11) Estabelecer e seguir as orientações do plano de lavra. R12) Realizar avaliações geotécnicas periódicas dos taludes durante a lavra.	6
Detonação descontrolada	- Operação inadequada do plano de fogo	- Visual - Auditivo	- Alteração nos níveis de vibração e ruídos - Afugentamento da fauna - Danos às instalações e pessoas das propriedades do entorno	D	III	Não crítico	R13) Estabelecer e implementar adequadamente o plano de fogo. R14) Seguir as normas de manuseio de produtos explosivos do Ministério da Defesa.	7

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 4
Empreendimento: Projeto Ferro Carajás S11D								
Fase: Operação								
Atividade/Sistema: Disposição do estéril em pilha								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Escorregamento de taludes das pilhas de estéril	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuvas excepcionais</li> <li>- Projeto geotécnico inadequado</li> <li>- Falha na execução do projeto geotécnico</li> </ul>	- Visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteração na qualidade das águas</li> <li>- Assoreamento de cursos d'água</li> </ul>	C	II	Não crítico	R15) Seguir as orientações do plano geotécnico. R16) Realizar avaliações geotécnicas periódicas dos taludes das pilhas de estéril.	8

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 5
Empreendimento: Projeto Ferro Carajás S11D								
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteração na qualidade do ar</li> <li>- Danos às instalações e pessoas das propriedades do entorno</li> </ul>	B	I	Não crítico	R17) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica nos sistemas de aspersão fixos.	9

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 6
<b>Empreendimento:</b> Projeto Ferro Carajás S11D								
<b>Fase:</b> Instalação e Operação								
<b>Atividade/Sistema:</b> Sistema de Distribuição 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	- Supressão da vegetação - Afugentamento e morte de indivíduos da fauna - Alteração na qualidade do ar	C	II	Não Crítico	R18) Serão utilizados cabos isolados com baixa emissão de fumaça e anti-chama em rede de dutos e bandeijamentos. R19) Realizar manutenção periódicas nas subestações e linhas de distribuição.	10

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 7
Empreendimento: Projeto Ferro Carajás S11D								
Fase: Operação								
Atividade/Sistema: Sistema de Descarregamento de Combustíveis dos Vagões e Carregamento dos Tanques de Armazenamento								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Vazamento de combustíveis	- Falha na vedação de bombas, juntas, flanges e conexões	- Visual - Olfativo	- Contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas	B	I	Não crítico	R20) A área de descarregamento de combustíveis dos vagões e de carregamento dos tanques deverá ter piso de concreto e canaletas de drenagem direcionadas para um SAO.	11
Vazamento de combustíveis	- Furo ou ruptura dos tanques ou tubulação			C	III	Médio	R21) Os tanques de armazenamento deverão estar contidos em bacias de contenção. impermeabilizadas, interligadas a um SAO. R22) Estabelecer e implementar procedimentos para manuseio do sistema de descarregamento e carregamento do combustível. R23) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica.	12
Incêndio/Explosão	- Fontes de ignição diversas	- Visual - Olfativo - Auditivo	- Alteração na qualidade do ar pela geração de gases	C	II	Não crítico	R24) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis. R25) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio	13



ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 8
Empreendimento: Projeto Ferro Carajás S11D								
Fase: Operação								
Atividade/Sistema: Sistema de Armazenamento (tancagem) e Abastecimento de Combustíveis								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Vazamento de combustíveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Furo ou ruptura de mangote ou tubulação</li> <li>- Vazamento em bombas, válvulas ou conexões</li> <li>- Furo ou ruptura dos tanques ou tubulação</li> <li>- Falha operacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Olfativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas</li> </ul>	B	II	Médio	<p>R26) A área de abastecimento deverá ter piso de concreto e canaletas de drenagem direcionadas para um SAO.</p> <p>R27) Os tanques de armazenamento deverão estar contidos em bacias de contenção impermeabilizadas, interligadas a um SAO.</p> <p>R28) Estabelecer e implementar procedimentos para manuseio do sistema de descarregamento do combustível.</p> <p>R29) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica.</p>	14
Incêndio/Explosão	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falha operacional</li> <li>- Fontes de ignição diversas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Olfativo</li> <li>- Auditivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteração na qualidade do ar</li> </ul>	C	II	Não crítico	<p>R30) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis.</p> <p>R31) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.</p>	15

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 9
<b>Empreendimento:</b> Projeto Ferro Carajás S11D								
<b>Fase:</b> Instalação e Operação								
<b>Atividade/Sistema:</b> Supressão da 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 - Supressão da vegetação - Alteração na qualidade do ar	C	III	Médio	R32) Instalar sistemas e programas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis.	16

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 10
<b>Empreendimento:</b> Projeto Ferro Carajás S11D								
<b>Fase:</b> Instalação e Operação								
<b>Atividade/Sistema:</b> Tráfego de Veículos e Equipamentos nos Acessos Internos								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Vazamento de combustível e óleo lubrificante	- Acidentes rodoviários durante a movimentação de máquinas e equipamentos - Falta de manutenção preventiva nas máquinas e equipamentos	- Visual - Olfativo	- Contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas	B	II	Médio	R33) Estabelecer limites de velocidade para tráfego e operação máquinas e equipamentos. R34) Exigir das empresas contratadas o emprego de motoristas devidamente capacitados, habilitados e treinados em direção defensiva. R35) Exigir das empresas contratadas um programa periódico de manutenção preventiva de veículos, máquinas e equipamentos das empresas contratadas. R36) Estabelecer diretrizes e fornecer orientações de segurança no trânsito para os motoristas de veículos, máquinas e equipamentos.	17

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 11
<b>Empreendimento:</b> Projeto Ferro Carajás S11D								
<b>Fase:</b> Instalação e Operação								
<b>Atividade/Sistema:</b> Operação das Instalações do Apoio Administrativo – Restaurante Central								
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	Não crítico	R37) Estabelecer e implementar procedimento de inspeção e manutenção de cilindros, tubulações, válvulas e conexões.	18
Incêndio/Explosão	- Fontes de ignição diversas	- Visual - Olfativo - Auditivo	- Alteração na qualidade do ar	C	II	Não crítico	R38) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis. R39) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.	19

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS							Folha 12	
Empreendimento: Projeto Ferro Carajás S11D								
Fase: Instalação e Operação								
Atividade/Sistema: Fabricação de Explosivos e Armazenamento de Explosivos e Acessórios em Paióis								
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 - Supressão da vegetação - Afugentamento e morte de indivíduos da fauna	D	IV	Médio	R40) 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. R41) 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). R42) Todos os paióis de armazenamento serão construídos dentro dos padrões e especificações do Exército Brasileiro. R43) Os paióis de armazenamento de nitrato de amônio e explosivos encartuchados contarão com arruamento, instalações para iluminação, monitoramento e drenagem. R44) 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. R45) 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. R46) Será instalado um sistema de separador água e óleo - SAO para o tratamento de efluentes oleosos gerados nesta área. R47) 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.	20

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 13
<b>Empreendimento:</b> Projeto Ferro Carajás S11D								
<b>Fase:</b> Instalação e Operação								
<b>Atividade/Sistema:</b> Operação dos Canteiros de obras								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Geração de resíduos perigosos no ambulatório médico	- Falha durante manuseio, transporte e disposição de resíduos de serviços de saúde	- Visual	- Contaminação do solo e das águas	C	II	Não crítico	R48) Estabelecer e implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde. R49) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde.	21
Vazamento de GLP na cozinha	- Furo ou ruptura de cilindros ou tubulações	- Visual - Olfativo	- Alteração na qualidade do ar pela geração de gases	C	II	Não crítico	R50) Estabelecer e implementar procedimento de inspeção e manutenção de cilindros, tubulações, válvulas e conexões. R51) Treinar as pessoas envolvidas na transferência e manuseio dos cilindros	22

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 14
Empreendimento: Projeto Ferro Carajás S11D								
Fase: Operação								
Atividade/Sistema: Operação das Oficinas de Manutenção								
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	Não crítico	R52) Elaborar e implementar rotina de fiscalização dos sistemas de manutenção preventiva de veículos, máquinas e equipamentos das empresas contratadas. R53) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica. R54) A área das oficinas deverá ter piso de concreto e canaletas de drenagem direcionadas para um SAO. R55) Os tanques de armazenamento de óleos deverão estar contidos em bacias de contenção impermeabilizadas, interligadas a um SAO. R56) A área do lavador terá uma caixa para decantação e recolhimento da lama contaminada e um SAO para tratamento do efluente dessa caixa. O efluente final desse SAO seguirá posteriormente para um sistema de areia e carvão ativado.	23
Incêndio/Explosão	- Fontes de ignição diversas	- Visual - Olfativo - Auditivo	- Alteração na qualidade do ar	C	II	Não crítico	R57) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis. R58) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.	24

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 15
<b>Empreendimento:</b> Projeto Ferro Carajás S11D								
<b>Fase:</b> Operação								
<b>Atividade/Sistema:</b> Operação do Ambulatório Médico								
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	Não crítico	R59) Estabelecer e implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde. R60) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde.	25

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 16
<b>Empreendimento:</b> Projeto Ferro Carajás S11D								
<b>Fase:</b> Instalação e Operação								
<b>Atividade/Sistema:</b> Sistemas de Drenagem e de Contenção de Sedimentos								
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	Não crítico	R61) Assegurar a elaboração de projetos adequados para a construção dos sistemas de drenagem. R62) Elaborar e implementar procedimento para inspeção, manutenção e limpeza do sistema de drenagem.	26

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 17
<b>Empreendimento:</b> Projeto Ferro Carajás S11D								
<b>Fase:</b> Instalação e Operação								
<b>Atividade/Sistema:</b> Sistema de Tratamento de Efluentes Oleosos - 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 de efluentes	- Contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas	C	II	Não crítico	R63) Seguir as normas técnicas aplicáveis para o projeto e operação de SAO. R64) Elaborar e implementar procedimento para coleta de óleo e da borra oleosa.	27
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	R65) Implementar procedimentos para inspeção e manutenção periódica e sistemática do sistema separador água e óleo. R66) Implementar programas periódicos de monitoramento dos efluentes bruto e tratado.	28

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 18
<b>Empreendimento:</b> Projeto Ferro Carajás S11D								
<b>Fase:</b> Instalação e Operação								
<b>Atividade/Sistema:</b> Sistema de tratamento de águas residuárias - ETE								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Vazamento de efluente fora de conformidade legal	- Falha na operação da estação. - Falta de manutenção e limpeza da estação. - Dimensionamento inadequado.	- Visual de efluentes	- Contaminação das águas superficiais e subterrâneas	B	II	Médio	R67) Seguir as normas técnicas aplicáveis para o projeto, construção e operação da estação de tratamento de efluentes. R68) Estabelecer e implementar programa de monitoramento do efluente final e do corpo hídrico receptor.	29



ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 19
<b>Empreendimento:</b> Projeto Ferro Carajás S11D								
<b>Fase:</b> Instalação								
<b>Atividade/Sistema:</b> Sistema de Coleta e Disposição de Resíduos – DIR e 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	Não crítico	R69) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis. R70) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.	30
Geração de resíduos perigosos	- Falha durante manuseio, transporte e disposição de resíduos	- Visual	- Contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas	C	II	Não crítico	R71) Manter os resíduos perigosos armazenados em áreas apropriadas, cobertas e com solo impermeabilizado. R72) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos.	31

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 20
<b>Empreendimento:</b> Projeto Ferro Carajás S11D								
<b>Fase:</b> Instalação								
<b>Atividade/Sistema:</b> Sistema de Coleta e Disposição de Resíduos – Aterro Sanitário e ETEQ								
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	I	Não crítico	R73) Seguir as normas técnicas aplicáveis para o projeto de aterros sanitários (NBR 8419/NB 843). R74) Implementar programa de monitoramento da qualidade dos efluentes e da das águas. R75) Implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos.	32

### 10.2.3.1 Resultados

A Análise Preliminar de Perigos resultou na identificação de 32 cenários acidentais com possíveis efeitos para o público externo e para o meio ambiente. A **Tabela 10.2.2** apresenta a distribuição dos cenários acidentais por classe de risco. Da tabela observa-se que 22 cenários resultaram em risco não crítico (células verdes) e 10 em risco médio (células amarelas).

**TABELA 10.2.2**

#### DISTRIBUIÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS POR CLASSE DE RISCO

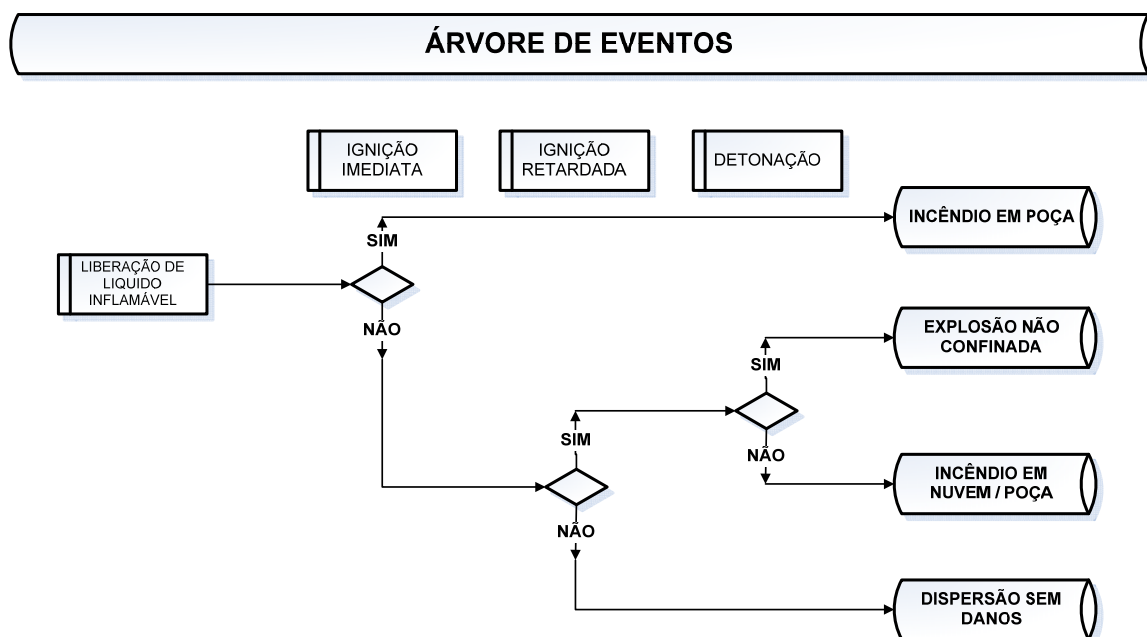
		Gravidade			
		I – Baixa	II – Moderada	III – Séria	IV – Crítica
Frequência	A – Muito provável	-	-	-	-
	B – Provável	3	7	-	-
	C – Pouco provável	2	15	2	-
	D – Remota	-	-	2	1

A **Figura FG-079515-5020-0027-01-J (Anexo XXIV-A)** apresenta a planta do projeto identificando os cenários acidentais de severidade séria ou crítica identificados na Análise Preliminar de Perigos.

### 10.3 Estimativa das Frequências

#### 10.3.1 Árvore de Eventos

Para os cenários acidentais considerados de severidade séria ou crítica 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.

### 10.3.2 Cálculos das Frequências

É apresentada a seguir a estimativa da frequência de ocorrência dos eventos relacionados aos cenários acidentais considerados de severidade séria ou crítica 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  $1 \times 10^{-4}$  /ano e de ruptura catastrófica de  $6 \times 10^{-6}$  /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:

- a) Corrosão interna;
- b) Corrosão externa;
- c) Sobrepressão durante bombeio por deslocamento positivo;
- d) Sobrepressão devido à dilatação térmica de líquido confinado;
- e) 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.

### 10.4 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 ou explosão não confinada.

Para explosão não confinada, foi utilizado o modelo TNT, com uma eficiência de explosão de 10%. Para incêndio em nuvem, foi considerado o alcance máximo do limite inferior de inflamabilidade.

A **Tabela 10.4.1** apresenta os tipos e níveis de efeitos físicos pesquisados na modelagem para estimativa das áreas vulneráveis, de acordo com os cenários acidentais.

**TABELA 10.4.1**

**EFEITOS FÍSICOS PESQUISADOS PARA ESTIMATIVA DAS ÁREAS VULNERÁVEIS**

Cenário	Efeito físico	Níveis pesquisados
Incêndio em poça	Radiação térmica	- 7,3 kW/m <sup>2</sup> , valor correspondente a uma probabilidade de 1% de morte para o tempo de exposição de 30 segundos - 14,4 kW/m <sup>2</sup> , valor 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
Explosão não confinada	Sobrepessão	- 0,1 bar, valor associado ao colapso parcial de paredes e tetos de casas, assumido como correspondendo a uma probabilidade de 1% de morte de pessoas expostas - 0,3 bar, valor associado ao colapso parcial de paredes e tetos de casas, assumido como correspondendo a uma probabilidade de 50% de morte de pessoas expostas

Os níveis de radiação térmica para incêndio em poça foram calculados a partir da seguinte equação de Probit (CPR, 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<sup>2</sup>

Os níveis de sobrepessão se baseiam em danos a estruturas (Mannan, 2005, Vol. 2, p. 17/190, Tabela 17.43).

#### 10.4.1 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 10.4.2**.

**TABELA 10.4.2**  
**CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS**

<b>Cenário 1 – Ruptura catastrófica de tanque</b>
Substância envolvida: Diesel Substância representativa: N-octano Tanque atmosférico Capacidade: 700 m <sup>3</sup> Temperatura ambiente  Cenários: Incêndio em poça, incêndio em nuvem, explosão não confinada
<b>Cenário 2 – Furo em tanque</b>
Substância envolvida: Diesel Substância representativa: N-octano Tanque atmosférico Capacidade: 700 m <sup>3</sup> Temperatura ambiente Diâmetro equivalente do furo: ½”  Cenários: Incêndio em poça, incêndio em nuvem, explosão não confinada
<b>Cenário 3 – Ruptura de tubulação</b>
Substância envolvida: Diesel Substância representativa: N-octano Diâmetro: 1” Pressão: 2 kgf/cm <sup>2</sup> Diâmetro equivalente do furo: 1”  Cenários: Incêndio em poça, incêndio em nuvem, explosão não confinada
Substância envolvida: Diesel Substância representativa: N-octano Diâmetro: 1” Pressão: 2 kgf/cm <sup>2</sup> Diâmetro equivalente do furo: ¼”  Cenários: Incêndio em poça, incêndio em nuvem, explosão não confinada

### 10.4.2 Resultados

As **Tabelas 10.4.3, 10.4.4 e 10.4.5** apresentam as distâncias alcançadas pelos níveis de efeitos físicos pesquisados para cada cenário acidental. Os relatórios da modelagem estão apresentados no **Anexo XXIV-B**.

**TABELA 10.4.3****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 <sup>2</sup>	14,4 kW/m <sup>2</sup>
1	Ruptura catastrófica de tanque	249	209
2	Furo em tanque	48	33
3	Ruptura de tubulação	60	43
4	Furo em tubulação	32	19

**TABELA 10.4.4****DISTÂNCIA ALCANÇADA PELO LIMITE INFERIOR DE INFLAMABILIDADE (LII)  
– INCÊNDIO EM NUVEM**

Cenário acidental		Distância (m) até o LII
1	Ruptura catastrófica de tanque	76
2	Furo em tanque	30
3	Ruptura de tubulação	31
4	Furo em tubulação	6

**TABELA 10.4.5****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 de tanque	138	112
2	Furo em tanque	47	39
3	Ruptura de tubulação	50	40
4	Furo em tubulação	9	8

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/m<sup>2</sup>) é de 249 metros e para o nível correspondente a 50% de letalidade (14,4 kW/m<sup>2</sup>) é de 209 metros. No caso de incêndio em nuvem, o limite inferior de inflamabilidade alcança a distância de 76 metros. No caso de explosão não confinada, o nível de sobrepressão correspondente a 1% de letalidade (0,1 bar) alcança 138 metros e o nível correspondente a 50% de letalidade (0,3 bar) chega a 112 metros.

Os maiores alcances dos efeitos físicos relativos aos cenários acidentais modelados estão apresentados na **Figura FG-079515-5020-0040-00-J** do **Anexo XXIV-C** (alcance dos níveis de radiação térmica – incêndio em poça; alcance do limite inferior de inflamabilidade – incêndio em nuvem; e alcance dos níveis de sobrepressão – explosão não confinada).

## 10.5 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).

## 10.6 Medidas para Redução e Reavaliação dos Riscos

Estão reunidas a seguir as recomendações resultantes da Análise Preliminar de Perigos (item 10.2.3), visando à redução da probabilidade de ocorrência e/ou da magnitude das conseqüências dos cenários acidentais postulados.

### Fase: Instalação

#### Atividade/Sistema: Terraplanagem

##### Perigo: Vazamento de combustível e óleo lubrificante

R1) Estabelecer limites de velocidade para tráfego e operação máquinas e equipamentos.

R2) Exigir das empresas contratadas o emprego de motoristas devidamente capacitados, habilitados e treinados em direção defensiva.

R3) Exigir das empresas contratadas 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.

##### Perigo: Escorregamento de taludes

R5) Exigir das empresas contratadas o fornecimento prévio dos projetos de terraplanagem.

R6) Estabelecer e implementar rotina de inspeção para fiscalização da execução de serviços de terraplanagem.

### Fase: Instalação

#### Atividade/Sistema: Decapeamento mecânico e com uso de explosivos

##### Perigo: Escorregamento de taludes

R7) Estabelecer e implementar rotina de inspeção para fiscalização da execução de serviços de decapeamento.

##### Perigo: Detonação descontrolada

R8) Estabelecer e implementar adequadamente o plano de fogo.



R9) Seguir as normas de manuseio de produtos explosivos do Ministério da Defesa.

**Fase: Operação**

**Atividade/Sistema: Lavra a céu aberto**

Perigo: Escorregamento de taludes

R10) Estabelecer e implementar rotina de inspeção na execução dos desmontes mecânicos e detonações.

R11) Estabelecer e seguir as orientações do plano de lavra.

R12) Realizar avaliações geotécnicas periódicas dos taludes durante a lavra.

Perigo: Detonação descontrolada

R13) Estabelecer e implementar adequadamente o plano de fogo.

R14) Seguir as normas de manuseio de produtos explosivos do Ministério da Defesa.

**Fase: Operação**

**Atividade/Sistema: Disposição do estéril em pilhas**

Perigo: Escorregamento de taludes das pilhas de estéril

R15) Seguir as orientações do plano geotécnico.

R16) Realizar avaliações geotécnicas periódicas dos taludes das pilhas de estéril.

**Fase: Operação**

**Atividade/Sistema: Beneficiamento**

Perigo: Geração de material particulado

R17) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica nos sistemas de aspersão fixos.

**Fase: Instalação e Operação****Atividade/Sistema: Sistema de Distribuição de Energia Elétrica**Perigo: Incêndio

R18) Serão utilizados cabos isolados com baixa emissão de fumaça e anti-chama em rede de dutos e bandejamentos.

R19) Realizar manutenção periódicas nas subestações e linhas de distribuição.

**Fase: Operação****Atividade/Sistema: Sistema de Descarregamento de Combustíveis dos Vagões e Carregamento dos Tanques de Armazenamento**Perigo: Vazamento de combustíveis

R20) A área de descarregamento de combustíveis dos vagões e de carregamento dos tanques deverá ter piso de concreto e canaletas de drenagem direcionadas para um SAO.

R21) Os tanques de armazenamento deverão estar contidos em bacias de contenção impermeabilizadas, interligadas a um SAO.

R22) Estabelecer e implementar procedimentos para manuseio do sistema de descarregamento e carregamento do combustível.

R23) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica.

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: Operação****Atividade/Sistema: Sistema de Armazenamento (tancagem) e Abastecimento de Combustíveis**Perigo: Vazamento de combustíveis

R26) A área de abastecimento deverá ter piso de concreto e canaletas de drenagem direcionadas para um SAO.

R27) Os tanques de armazenamento deverão estar contidos em bacias de contenção impermeabilizadas, interligadas a um SAO.

R28) Estabelecer e implementar procedimentos para manuseio do sistema de descarregamento do combustível.

R29) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica.

*Perigo: Incêndio/Explosão*

R30) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis.

R31) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.

### **Fase: Instalação e Operação**

#### **Atividade/Sistema: Supressão da Vegetação**

*Perigo: Incêndio florestal ou nos estoques de madeira proveniente de áreas desmatadas*

R32) Instalar sistemas e programas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis.

### **Fase: Instalação e Operação**

#### **Atividade/Sistema: Tráfego de Veículos e Equipamentos nos Acessos Internos**

*Perigo: Vazamento de combustível e óleo lubrificante*

R33) Estabelecer limites de velocidade para tráfego e operação máquinas e equipamentos.

R34) Exigir das empresas contratadas o emprego de motoristas devidamente capacitados, habilitados e treinados em direção defensiva.

R35) Exigir das empresas contratadas um programa periódico de manutenção preventiva de veículos, máquinas e equipamentos das empresas contratadas.

R36) Estabelecer diretrizes e fornecer orientações de segurança no trânsito para os motoristas de veículos, máquinas e equipamentos.

### **Fase: Instalação e Operação**

#### **Atividade/Sistema: Operação das Instalações do Apoio Administrativo – Restaurante Central**

*Perigo: Vazamento de GLP*

R37) Estabelecer e implementar procedimento de inspeção e manutenção de cilindros, tubulações, válvulas e conexões

Perigo: Incêndio/Explosão

R38) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis.

R39) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.

**Fase: Instalação e Operação**

**Atividade/Sistema: Fabricação de Explosivos e Armazenamento de Explosivos e Acessórios em Paióis**

Perigo: Incêndio/Explosão

R40) 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.

R41) 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).

R42) Todos os paióis de armazenamento serão construídos dentro dos padrões e especificações do Exército Brasileiro.

R43) Os paióis de armazenamento de nitrato de amônio e explosivos encartuchados contarão com arruamento, instalações para iluminação, monitoramento e drenagem.

R44) 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.

R45) 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.

R46) Será instalado um sistema de separador água e óleo - SAO para o tratamento de efluentes oleosos gerados nesta área.

R47) 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.

**Fase: Instalação e Operação**

**Atividade/Sistema: Operação dos Canteiros de obras**

Perigo: Geração de resíduos perigosos no ambulatório médico

R48) Estabelecer e implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde.

R49) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde.

Perigo: Vazamento de GLP na cozinha

R50) Estabelecer e implementar procedimento de inspeção e manutenção de cilindros, tubulações, válvulas e conexões.

R51) Treinar as pessoas envolvidas na transferência e manuseio dos cilindros.

**Fase: Operação**

**Atividade/Sistema: Operação das Oficinas de Manutenção**

Perigo: Geração de resíduos perigosos

R52) Elaborar e implementar rotina de fiscalização dos sistemas de manutenção preventiva de veículos, máquinas e equipamentos das empresas contratadas.

R53) Estabelecer procedimento de inspeção e manutenção periódica.

R54) A área das oficinas deverá ter piso de concreto e canaletas de drenagem direcionadas para um SAO.

R55) Os tanques de armazenamento de óleos deverão estar contidos em bacias de contenção impermeabilizadas, interligadas a um SAO.

R56) A área do lavador terá uma caixa para decantação e recolhimento da lama contaminada e um SAO para tratamento do efluente dessa caixa. O efluente final desse SAO seguirá posteriormente para um sistema de areia e carvão ativado.

Perigo: Incêndio/Explosão

R57) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis.

R58) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.

**Fase: Operação**

**Atividade/Sistema: Operação do Ambulatório Médico**

Perigo: Geração de resíduos perigosos

R59) Estabelecer e implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde.

R60) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos de serviços de saúde.

### **Fase: Instalação e Operação**

#### **Atividade/Sistema: Sistemas de Drenagem e de Contenção de Sedimentos**

*Perigo: Rompimento do sistema de drenagem em pontos localizados*

R61) Assegurar a elaboração de projetos adequados para a construção dos sistemas de drenagem.

R62) Elaborar e implementar procedimento para inspeção, manutenção e limpeza do sistema de drenagem.

### **Fase: Instalação e Operação**

#### **Atividade/Sistema: Sistema de Tratamento de Efluentes Oleosos – SAO**

*Perigo: Vazamento de efluente fora de conformidade legal / Geração de resíduos perigosos*

R63) Seguir as normas técnicas aplicáveis para o projeto e operação de SAO.

R64) Elaborar e implementar procedimento para coleta de óleo e da borra oleosa.

R65) Implementar procedimentos para inspeção e manutenção periódica e sistemática do sistema separador água e óleo.

R66) Implementar programas periódicos de monitoramento dos efluentes bruto e tratado.

### **Fase: Instalação e Operação**

#### **Atividade/Sistema: Sistema de tratamento de águas residuárias – ETE**

*Perigo: Vazamento de efluente líquido fora de conformidade legal*

R67) Seguir as normas técnicas aplicáveis para o projeto, construção e operação da estação de tratamento de efluentes.

R68) Estabelecer e implementar programa de monitoramento do efluente final e do corpo hídrico receptor.

**Fase: Instalação****Atividade/Sistema: Sistema de Coleta e Disposição de Resíduos – DIR e CMD**Perigo: Incêndio/Explosão

R69) Instalar sistemas de prevenção e combate a incêndio conforme normas técnicas aplicáveis.

R70) Elaborar e implementar programa de treinamento em combate a incêndio.

Perigo: Geração de resíduos perigosos

R71) Manter os resíduos perigosos armazenados em áreas apropriadas, cobertas e com solo impermeabilizado.

R72) Treinar as pessoas envolvidas na estocagem, transferência e manuseio de resíduos.

**Fase: Instalação****Atividade/Sistema: Sistema de Coleta e Disposição de Resíduos – Aterro Sanitário e ETEQ**Perigo: Percolação de chorume no solo

R73) Seguir as normas técnicas aplicáveis para o projeto de aterros sanitários (NBR 8419/NB 843).

R74) Implementar programa de monitoramento da qualidade dos efluentes e da das águas.

R75) Implementar procedimentos para estocagem, preservação, transferência e manuseio de resíduos.

**10.7 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 conseqüências 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

### **10.7.1 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.

### **10.7.2 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 implementação.

### **10.7.3 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.

#### **10.7.4 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.

#### **10.7.5 Procedimentos Operacionais**

Devem estar estabelecidos os requisitos para a elaboração e implementação 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.

#### **10.7.6 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.

#### **10.7.7 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.

### **10.7.8 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.

### **10.7.9 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.

## **10.8 Plano de Ação de Emergência (PAE)**

### **10.8.1 Objetivo**

Estão apresentadas a seguir as diretrizes do Plano de Ação de Emergência – PAE a ser implantado no Projeto Ferro Carajás S11D durante as etapas de implantação e operação.

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.

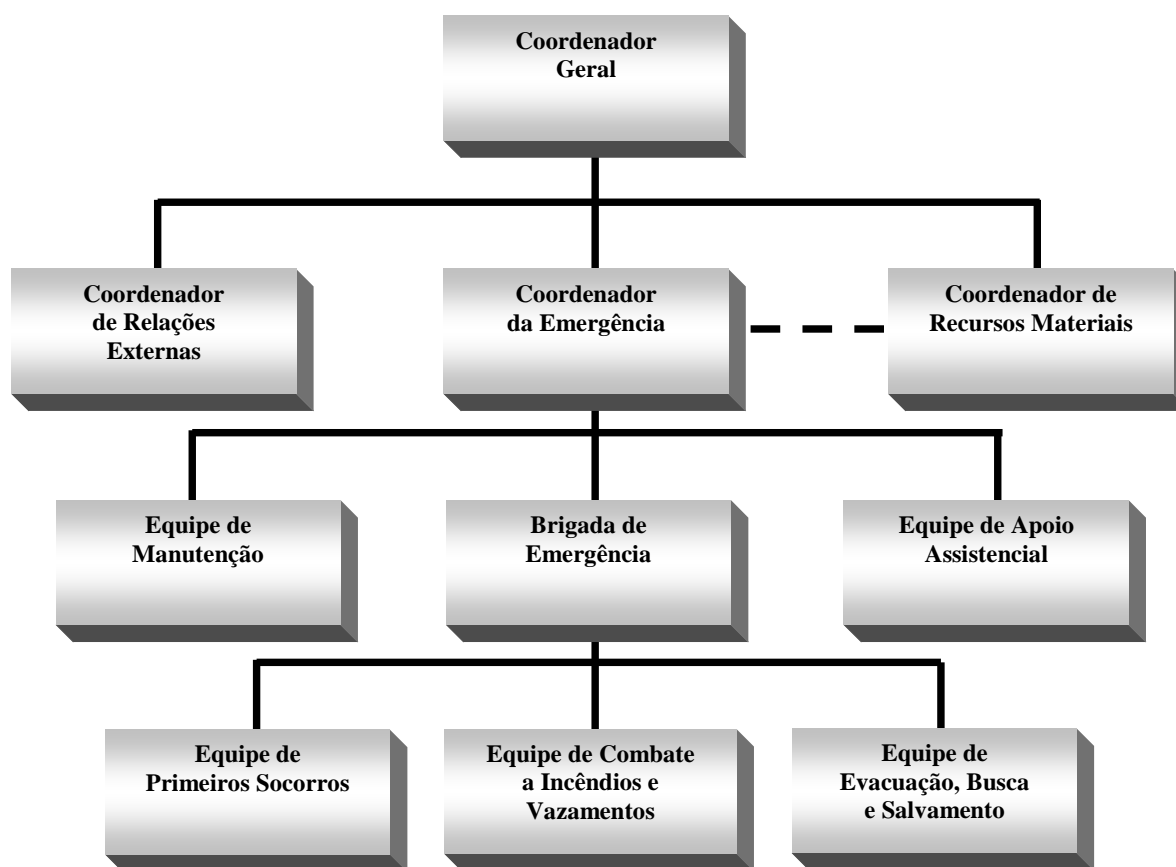
### **10.8.2 Cenários Acidentais**

Os seguintes cenários acidentais foram identificados na Análise Preliminar de Perigos – APP e servem de base para este plano:

- Acidentes rodoviários durante a movimentação de veículos, máquinas e equipamentos.
- Escorregamento dos taludes dos cortes e aterros, da cava a céu aberto ou das pilhas de estéril.
- Geração de resíduos perigosos no ambulatório médico, ETE (lodo), DIR, SAO e CMD.
- Percolação de chorume no solo na área do aterro sanitário.
- Detonação descontrolada no decapeamento ou na lavra a céu aberto.
- Geração de material particulado por falta de manutenção preventiva nos sistemas de aspersão fixos da usina.
- Rompimento do sistema de drenagem.
- Incêndio nos sistemas de fornecimento de combustíveis e de energia elétrica, na fábrica de explosivos e paíóis, nos postos de combustíveis, nas oficinas mecânicas, no DIR ou no CMD.
- Vazamento de GLP nos restaurantes.
- Vazamento de combustível nos sistema de abastecimento e de armazenamento de combustíveis ou nos veículos e equipamentos.
- Vazamento de efluentes fora da conformidade legal nas ETEs, SAOs ou fossa séptica.

### **10.8.3 Organização de Emergência**

A Estrutura Organizacional de Resposta (EOR) está apresentada na **Figura 10.8.3.1**.



**FIGURA 10.8.3.1 - 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 haja necessidade.
- 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.

#### **10.8.4 Comunicação de Emergência e Acionamento do PAE**

A ocorrência de qualquer situação anormal nas instalações do Projeto Ferro Carajás S11D 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 10.8.4.1**.



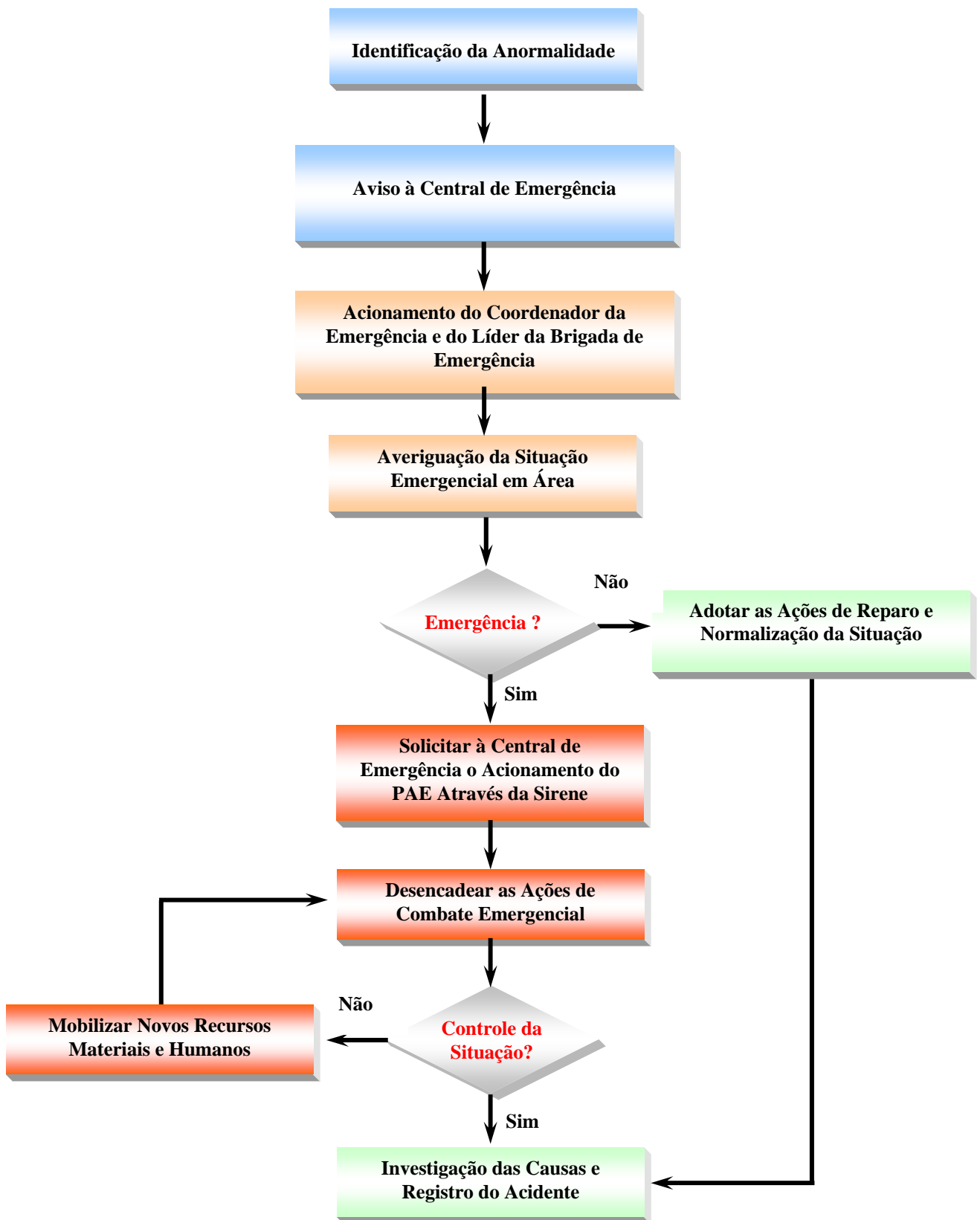


FIGURA 10.8.4.1 - Fluxograma de acionamento do PAE.

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.

### **10.8.5 Procedimentos Emergenciais**

#### **10.8.5.1 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 mão-de-obra, equipamento e insumos
- 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 e alojamentos (refeitórios/cozinhas)

- 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 no sistema de fornecimento de energia elétrica (subestação)

- Coordenador da Emergência
  - Avaliar o incidente e, se necessário, acionar 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
  - Efetuar o combate ao incêndio seguindo as orientações do Coordenador da Emergência;
  - Utilizar preferencialmente extintores de CO<sub>2</sub>, ou extintores de pó químico seco. Somente utilizar água com a garantia de que os equipamentos estão desenergizados;
  - 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;

• Se possível, providenciar a interrupção do abastecimento de combustível do sistema.  
d) Cenário acidental: Incêndio florestal ou nos estoques de madeira proveniente de áreas desmatadas

- 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 e nas cavas da lavra a céu aberto

- 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 oleosos no sistema de tratamento de efluentes oleosos (SAO)

- 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 e óleo lubrificante no sistema de fornecimento de combustíveis ou nas oficinas de manutenção

- 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: Incêndio no depósito intermediário de resíduos (DIR), sistema de coleta e disposição de resíduos ou canteiro de obras (almoxarifado)

- 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.
  - 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.
  - Providenciar o desligamento da energia elétrica do local afetado;
  
- i) Cenário acidental: Vazamento de resíduos perigosos no depósito intermediário de resíduos (DIR), no sistema de coleta e disposição de resíduos, na enfermaria ou no ambulatório médico
  - 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 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.
  
- j) Cenário acidental: Percolação de chorume
  - Coordenador da Emergência
    - Avaliar o incidente e tomar as ações necessárias para interrupção do vazamento.
    - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.
  
- k) Vazamento/percolação de efluentes fora da conformidade legal na fossa séptica, no sistema de tratamento de águas residuárias, no alojamento (vestiários e sanitários) ou no canteiro de obras
  - Coordenador da Emergência
    - Avaliar o incidente e tomar as ações necessárias para interrupção do lançamento.
    - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.

l) Cenário acidental: Detonação descontrolada durante o decapeamento mecânico e com uso de explosivos, na fábrica de explosivos e depósitos de explosivos e acessórios ou na lavra a céu aberto

- 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: Escorregamento de taludes das pilhas de estéril na lavra a céu aberto ou na disposição do estéril em pilha / Escorregamento de taludes das pilhas de minério durante o beneficiamento

- Coordenador da Emergência
  - Avaliar o incidente e, se necessário, acionar os demais componentes da Estrutura Organizacional de Resposta.
  - Providenciar o isolamento da área.
  - 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.

n) Cenário acidental: Derramamento de minério na lavra a céu aberto ou durante o beneficiamento

- Coordenador da Emergência
  - Avaliar o incidente e, se necessário, acionar os demais componentes da Estrutura Organizacional de Resposta.
  - Providenciar o isolamento da área.
  - Providenciar a retirada do material e a recuperação das áreas afetadas.
  - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.

o) Cenário acidental: Vazamento de polpa ou água de lavagem na usina de 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.
  - Identificar a fonte e, se possível, providenciar a interrupção do vazamento.
  - Orientar a Brigada de Emergência nas ações de contenção e recolhimento do material 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 material vazado seguindo as orientações do Coordenador da Emergência.

p) Cenário acidental: Rompimento do sistema de drenagem

- Coordenador da Emergência
  - Avaliar o incidente e tomar as ações necessárias.
  - Solicitar ao Coordenador de Relações Externas a notificação às autoridades competentes.

q) Cenário acidental: Incêndio no sistema de fornecimento de combustíveis

- 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 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.
  - 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.
  - Providenciar o desligamento da energia elétrica do local afetado;
  - Se possível, providenciar a interrupção do abastecimento de combustível do sistema.



### 10.8.5.2 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.

<b>REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE EMERGÊNCIA</b>		<b>Folha 1/2</b>
<b>VALE</b>		
<b>PROJETO FERRO CARAJÁS S11D</b>		
<b>Local:</b>		
<b>Data:</b> /    /	<b>Dia da semana:</b>	<b>Hora:</b>
<input type="checkbox"/> Houve acionamento do PAM		<input type="checkbox"/> Não houve acionamento do PAM
<b>Descrição:</b>		
<b>Causa provável do acidente:</b>		
<b>Descrição da ação de combate:</b>		
<b>Substâncias envolvidas:</b>		
<b>Duração do acidente:</b>		
<b>Áreas internas afetadas:</b>		
<b>Danos ao meio ambiente:</b>		

<b>REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE EMERGÊNCIA</b>		<b>Folha 2/2</b>
<b>VALE</b>		
<b>PROJETO FERRO CARAJÁS S11D</b>		
<b>Vítimas:</b>		
<b>Entidades externas de apoio acionadas:</b>		
<b>Análise das ações de combate:</b>		
<b>Gerenciamento de resíduos:</b>		
<b>Informações adicionais:</b>		
<b>Assinaturas/Nomes:</b>		
_____	_____	_____
<b>Coordenador Geral</b>	<b>Coordenador da Emergência</b>	<b>Coordenador de Relações Externas</b>

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.

<b>Lista de Acionamento Externo</b>			
<b>Hospitais</b>			
<b>Nome</b>	<b>Endereço</b>	<b>Telefone</b>	<b>Horário</b>
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
Hospital São Luiz de Parauapebas	Rua Araguaia nº 20 Bairro Rio Verde	(94) 3356-1448	24h
<b>Corpo de Bombeiros</b>			
<b>Nome</b>	<b>Endereço</b>	<b>Telefone</b>	<b>Horário</b>
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
<b>Prefeitura Municipal</b>			
<b>Nome</b>	<b>Endereço</b>	<b>Telefone</b>	<b>Horário</b>
Canaã dos Carajás	Rua Tancredo Neves S/Nº	(94) 3358-1404	Administrativo
Parauapebas	Rua F, 244 – Bairro União	(94) 3346-2141	Administrativo
<b>Órgão de Controle Ambiental</b>			
<b>Nome</b>	<b>Endereço</b>	<b>Telefone</b>	<b>Horário</b>
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

Continua...

...continuação

<b>Lista de Acionamento Externo</b>			
<b>Órgão de Controle Ambiental</b>			
<b>Nome</b>	<b>Endereço</b>	<b>Telefone</b>	<b>Horário</b>
SEMA	Travessa Lomas Valentina, 2717	(91) 3184-3318 / 3319 (91) 3341-3360	Administrativo
<b>Polícia</b>			
<b>Nome</b>	<b>Endereço</b>	<b>Telefone</b>	<b>Horário</b>
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

<b>Lista de Acionamento Interno</b>		
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		
<b>Vale - Belo Horizonte</b>		
<b>Nome/Cargo</b>	<b>Correio Eletrônico</b>	<b>Telefone</b>
Galdino Santana - Coord. do Projeto	<a href="mailto:galdino.santana@vale.com">galdino.santana@vale.com</a>	(31)9974-8901
Antônio Maria Coutinho - téc. Segurança	<a href="mailto:antonio.coutinho@vale.com">antonio.coutinho@vale.com</a>	(31)9963-6873
<b>Medicina do Trabalho - Mina xxxxx</b>		
<b>Nome/Cargo</b>	<b>Correio Eletrônico</b>	<b>Telefone</b>
Ambulatório médico – Antônio Maria Coutinho	<a href="mailto:antonio.coutinho@vale.com">antonio.coutinho@vale.com</a>	(31)9963-6873
<b>Segurança Patrimonial – Projeto S11D</b>		
<b>Nome/Cargo</b>	<b>Correio Eletrônico</b>	<b>Telefone</b>
Quirino Nunes	<a href="mailto:quirino.nunes@vale.com">quirino.nunes@vale.com</a>	(31) 9883-9262
Inspetor – Sandra Faturi	<a href="mailto:sandra.faturi@vale.com">sandra.faturi@vale.com</a>	(31) 8773-0104
<b>Bombeiros Industriais</b>		
<b>Nome/Cargo</b>	<b>Correio Eletrônico</b>	<b>Telefone</b>
Antônio Maria Coutinho	<a href="mailto:antonio.coutinho@vale.com">antonio.coutinho@vale.com</a>	(31)9963-6873

Continua...

...continuação

<b>Lista de Acionamento Interno</b>		
	<b>Helicóptero</b>	
<b>Nome/Cargo</b>	<b>Correio Eletrônico</b>	<b>Telefone</b>
Fagner Maia	-	(94)33274742 (94)91529820
Base 01 galpão N5	-	(94)33274331
<b>Meio Ambiente</b>		
<b>Nome/Cargo</b>	<b>Correio Eletrônico</b>	<b>Telefone</b>
Abraham Aben Assayag Athar	<a href="mailto:abraham.athar@vale.com">abraham.athar@vale.com</a>	(31) 9773-6823

### 10.8.5.3 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.

### 10.8.5.4 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.

### 10.8.6 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.

## 11. CONCLUSÃO

A conclusão da viabilidade ambiental é um tópico significativo de um EIA, principalmente quando se trata de um empreendimento do porte e da importância do Projeto Ferro Carajás S11D, um investimento da ordem de 4,8 bilhões de dólares, voltado para a produção de 90 milhões de toneladas de minério de ferro ao ano.

Para se ter idéia da relevância deste empreendimento, basta compará-lo com o existente Complexo Minerador Ferro Carajás, que possui licença ambiental para a produção de 110,5 milhões de toneladas de minério de ferro por ano. Este projeto, de reconhecida importância na composição do PIB do Pará e marcada presença no PIB nacional, também participa de maneira expressiva na dinamização econômica direta de um longo eixo que vai desde o Sudeste do Pará até a cidade de São Luís.

O desenvolvimento do Projeto Ferro Carajás S11D, por sua vez, pode ser um marco na efetivação do desenvolvimento econômico da região do Sudeste do Pará. A nova produção paraense de minério de ferro, em conjunto com os demais empreendimentos previstos para a região, posicionará esta porção do território em patamar de importância equivalente ao do Quadrilátero Ferrífero, localizado em Minas Gerais e que, juntamente com a região de Carajás, compõem as duas mais importantes províncias minerais do Brasil.

Um projeto de tal envergadura se traduz num marco efetivo de possibilidades de modificação nos fluxos de polarização atualmente existentes, transformando cidades como Canaã dos Carajás numa referência para atração de investimentos e de população em busca de novas ou melhores oportunidades. As dimensões desta nova orientação foram consideradas em tema específico, discutido dentro do capítulo que trata da avaliação de impactos do Projeto Ferro Carajás S11D.

De toda maneira, habitualmente, as dimensões que são associadas às possíveis transformações que ocorrerão no espaço territorial de inserção de um projeto deste porte são aquelas que marcaram a realidade dos locais que já passaram por situação semelhante. No caso específico do Sudeste do Pará, é comum a referência à experiência de Parauapebas - tanto positiva quanto negativa - como exemplo do que poderia vir a ocorrer em cidades como Canaã dos Carajás.

Normalmente, essas avaliações também desconsideram o aprendizado vivido que, sem dúvida, possibilita a antecipação de ações que podem mitigar ou evitar a manifestação de contextos indesejáveis. Muitas vezes, são também negligenciados aspectos da realidade contemporânea, que influenciam no sentido de amenizar a consolidação de cenários antevistos.

A dinamização econômica e populacional esperada para Canaã dos Carajás e até para Parauapebas, seguramente ocorrerá. No entanto, as reais dimensões de sua manifestação são de difícil previsão, em função das possibilidades colocadas no cenário regional e nacional de desenvolvimento econômico.

Para se ter uma dimensão do cenário atual, apenas na perspectiva regional, encontra-se em curso o desenvolvimento de um conjunto de projetos vinculados à própria Vale:

- o licenciamento do Projeto Serra Leste;
- em Marabá, encontra-se em processo de licenciamento a usina Ações Laminados do Pará e Usina de Pelotização de Manganês;

- o licenciamento da Mina de N5 Sul e da Nova Usina de Beneficiamento de Carajás;
- a licença de instalação de um conjunto de obras que visam à duplicação da Estrada de Ferro de Carajás;
- também em desenvolvimento, estudos para implantação do Ramal Sudeste do Pará da Linha de Transmissão e adequação do acesso de ligação entre Canaã dos Carajás e o sítio da Usina do Projeto S11D.

Além desses projetos localizados, inúmeros são os que pontuam os objetivos do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, com destaque para aqueles ligados ao setor elétrico, ao sistema de logística rodoviária, ferroviária e portuária já em cursos em diversas frentes no Brasil, em particular na região Norte e Nordeste. A eles, ainda na dimensão regional, soma-se o da transposição do rio São Francisco.

Esse conjunto de empreendimentos poderá consolidar uma realidade regional marcada pela indução de múltiplos fluxos migratórios em diversas direções, até mesmo resultando em dificuldades para atendimento de demandas setoriais, caso estas sejam coincidentes no espaço e no tempo. O efeito multiplicador de um cenário desta natureza, em termos de dinamização da economia de municípios e microrregiões, pode chegar a níveis expressivos, compondo condições de retenções de populações em cidades antes exportadora de mão-de-obra.

Outro aspecto relevante que marcará os próximos anos, no que diz respeito à concorrência por mão-de-obra dos empreendimentos em análise, será a demanda criada pelas obras necessárias à realização da Copa do Mundo de 2014 e a Olimpíada em 2016, eventos mundiais que ocorrerão no Brasil, além de outros diversos e grandes projetos estruturantes previstos nas diferentes regiões do país. Demandas vultuosas de mão-de-obra começam também a ocorrer ligadas ao desenvolvimento da estrutura necessária ao desenvolvimento do setor ligado ao petróleo brasileiro, incluindo o Pré-Sal. No caso da construção civil, o noticiário já evidencia a escassez de trabalhadores nas grandes cidades.

Os eventos mundiais a serem sediados no Brasil e a necessidade de desenvolvimento de projetos estruturantes de grandes dimensões, num número considerável de cidades brasileiras, representam expressivas demandas de mão-de-obra do país nos próximos seis anos.

Em função do cenário antes apresentado, mostra-se difícil prever com segurança as dimensões das transformações sociais e econômicas a que estará exposta a região Sudeste do Pará, em particular os municípios receptores de grandes projetos de mineração, que apesar de continuarem recebendo contingentes migratórios, estes podem não ser expressivos quanto os registrados a partir da década de 1980, período de estagnação em que grandes obras representavam a oportunidade quase única de obtenção de trabalho.

Neste sentido, o presente estudo ambiental indica um conjunto de procedimentos, traduzidos na forma de programas, que são ferramentas que permitirão acompanhar, avaliar, mensurar e acionar as ações adequadas para os cenários que podem ser configurados ao longo da vida do projeto proposto, bem como da sua combinação com outros que podem ser iniciados ao mesmo tempo em que o Ferro Carajás S11D, sejam eles vinculados ou não à Vale.

O que se pode afirmar de forma conclusiva em relação à questão socioeconômica vinculada à dimensão regional, estadual e nacional é a reconhecida importância do Projeto Ferro Carajás S11D, até mesmo pela sua efetividade em termos de possibilidade de concretização. Pode-se

afirmar, também, que a definição de um importante conjunto de ações já indicadas neste EIA poderá garantir a mitigação ou controle das interferências consideradas como indesejáveis no contexto da funcionalidade socioambiental do domínio de inserção do empreendimento.

No entorno imediato do Projeto Ferro Carajás S11D se encontra a comunidade de Mozartinópolis. É importante ressaltar, porém, que ela não se apresenta como fator de impedimento ao desenvolvimento do projeto. Um número expressivo de cidades e áreas residenciais se posiciona de forma limdeira às unidades de mineração, fato que pode representar novas alternativas econômicas para a vila Mozartinópolis, não implicando em relocações, indenizações, transferências para áreas urbanas e outras combinações diversas. De todas as maneiras, entre a Vale e a população local deverá continuar se desenvolvendo um processo de interação, já iniciado, para a discussão de alternativas e ações que conduzam às melhores formas de convivência entre a vila e o empreendimento.

Com relação aos recursos naturais, os estudos mostraram que o empreendimento interfere em dois ambientes naturais. O primeiro é representado pela Floresta Ombrófila e o segundo por formações abertas, posicionadas sobre os jazimentos ferríferos. Como foi discutido no EIA, esta formação vegetal conhecida como savana metalófila possui distribuição limitada na região e no Brasil, fato que confere à intervenção na mesma um impacto que efetivamente necessita ser compensado. É importante destacar que, entre os maiores fragmentos desta formação vegetal, a porção a ser impactada é aquela que posiciona-se mais próxima à área antropizada ao sul do domínio externo à Floresta Nacional de Carajás.

Outro fato relevante a considerar refere-se à observada condição de similaridade entre os ambientes que se encontram no alvo de interesse da mineração com os demais fragmentos contínuos ao corpo onde se pretende o desenvolvimento da lavra, bem como noutros fragmentos a este descontínuos. Neste sentido, é possível afirmar que trata-se de uma interferência que traduzirá, basicamente, em perda de indivíduos, constituindo uma redução espacial de um ecossistema que terá áreas testemunho presentes num conjunto ainda expressivo de corpos ou platôs, não havendo implicações na biodiversidade da savana metalófila de Floresta Nacional de Carajás como um todo, a qual é conhecida pelos estudos de similaridade em curso na área desde 2007.

Em termos de domínio de formações da savana metalófila, o destaque para a interferência pretendida relaciona-se com a perda de uma paisagem de reconhecida estética no contexto deste ecossistema. Neste sentido, cabe ressaltar a importância da escolha dos investimentos relativos à compensação ambiental, de forma a priorizar espaços que possam agregar o mesmo significado em termos de manutenção de adequados estoques de áreas de savanas metalófilas, bem como que sejam possuidoras de uma estética equivalente àquela que será alvo de supressão.

No contexto do domínio exclusivo do Corpo S11, merece destacar a presença do conjunto lacustre que se faz presente nos Blocos A, B, C e D. Conforme foi evidenciado nos levantamentos realizados nos citados blocos, aparentemente as lagoas parecem exibir uma funcionalidade independente, inclusive posicionando-se suspensas em relação ao nível d'água do aquífero ferrífero. Tais características foram evidenciadas nos estudos hidrogeológicos da área de estudo.

Cabe ainda acrescentar que a posição das nascentes e o registro do nível da água a mais de 90 metros de profundidade, obtida durante a realização dos furos de sondagem, bem como a praticamente ausência de coberturas pedológicas que pudessem se configurar como "aquíferos



suspensos”, permitiu um prévio posicionamento técnico em relação à independência das unidades lacustres, especialmente dos conjuntos que posicionam-se em patamares topográficos diferenciados.

Ainda em relação à água, outra discussão importante relaciona-se com a contribuição do aquífero das formações ferríferas na composição das vazões do rio Sossego, reconhecido como um dos importantes reguladores do fluxo do rio Parauapebas durante o período de estiagem.

Com relação às águas subterrâneas, considera-se que o modelo hidrogeológico matemático desenvolvido para representar a condição hidrodinâmica atual na área de influência do platô S11D foi satisfatoriamente bem calibrado, uma vez que o valor obtido do erro normalizado foi da ordem de 3%.

A alteração hidrogeológica mais significativa percebida consiste na diminuição dos valores de carga hidráulica no entorno imediato da cava da mina, representado uma diminuição da superfície potenciométrica, em função do processo contínuo de rebaixamento.

No cenário de máximo rebaixamento da área de entorno imediato do platô S11D, a diminuição da cota da superfície potenciométrica poderá ser percebida nos pontos correspondentes às 21 nascentes.

Nestes pontos, os efeitos são traduzidos como impactos ambientais nas disponibilidades hídricas locais, devendo ser tomadas as medidas mitigadoras cabíveis neste caso, tais como o monitoramento periódico das drenagens afetadas e a reposição das vazões diminuídas dos cursos d’água locais.

Com base nas interferências percebidas nas nascentes foi possível delimitar o cone de interferência gerado em função do procedimento de rebaixamento do nível d’água no entorno da cava da mina.

Para que este cone de rebaixamento seja gerado o modelo matemático estimou que seja necessária uma vazão de exploração de água subterrânea da ordem de 1.000 m<sup>3</sup>/h.

No cenário de fechamento da mina S11D, a diminuição da cota da superfície potenciométrica poderá ser percebida nos pontos correspondentes às 15 nascentes das 21 interferidas anteriormente.

Apesar destes pontos ainda mostrar algum impacto, observou-se que as cotas de nível d’água simuladas no cenário de fechamento são muito próximas daquelas simuladas no cenário atual, evidenciando a quase total recuperação do nível d’água nas nascentes no entorno da mina S11D.

O modelo calculou que para o enchimento do Lago Oeste seja necessário um período de cerca de 2 anos a partir do fechamento da mina e paralisação do rebaixamento. Além disso, estimou-se que a vazão de vertimento deste lago seja da ordem de 100 m<sup>3</sup>/h em sentido à bacia Itacaiúnas Leste.

Para o enchimento do Lago Central, estimou-se que seja necessário um período de aproximadamente 12 anos. Além disso, estimou-se ainda que a vazão de vertimento deste lago seja da ordem de 515 m<sup>3</sup>/h, em sentido ao Lago Leste.

No Lago Leste, o modelo calculou que seja necessário um período de aproximadamente 35 anos para enchimento do lago. Além disso, estimou-se que a vazão de vertimento deste lago seja da ordem de 880 m<sup>3</sup>/h, em sentido à bacia do igarapé Sossego.

Ainda com relação aos atributos naturais, destaca-se a situação relacionada ao patrimônio espeleológico. Neste aspecto, é importante ressaltar que os dados espeleológicos obtidos no EIA foram realizados conforme Nota Técnica nº 049/2008 do CECAV/ICMBio (Plano de Amostragem para Estudo Espeleológicos em S11D), de 02/09/2008. A complementação dos estudos está sendo realizada conforme Plano de Trabalho (**Anexo III-H**), visto que o cenário atual do empreendimento, como já referido, prevê a supressão potencial em 106 (61%) das cavidades identificadas.

Conforme consta no Decreto Federal N.º 6.640, em seu artigo 4, se prevê a possibilidade de impactos irreversíveis em cavidades naturais subterrâneas: “A cavidade natural subterrânea classificada com grau de relevância alto, médio ou baixo poderá ser objeto de impactos negativos irreversíveis, mediante licenciamento ambiental”. Porém, a metodologia ainda não foi aplicada.

A Vale apresenta neste EIA uma proposta de Plano de Trabalho atualizado para o tratamento da questão espeleológica. O desenvolvimento deste plano permitirá a obtenção de resultados conclusivos sobre o tema e as ações que deverão ser executadas quanto ao tema.

Através dos dados preliminares já gerados é possível a definição de uma cava obedecendo-se o perímetro de proteção das cavernas estabelecido pela legislação. No entanto, considerando a possibilidade de aplicação dos critérios de relevância optou-se pela apresentação de um perímetro de cava considerando toda área lavrável. Assim, esse limite, após a análise de relevância, poderá ser modificado.

Os estudos ambientais indicam que as interferências ambientais consideradas mais críticas como aquelas relacionadas aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, à redução da área de savana estépica, os efeitos relacionados à alteração da dinâmica socioeconômica são plausíveis de serem devidamente mitigados, controlados e ou mitigados, a partir da adoção de um sistemático conjunto de ações ambientais que foi apontado neste trabalho.

Ressalta-se que tais ações envolvem acompanhamentos rotineiros e agilidade nas tomadas de decisões tanto por parte do empreendedor como por parte da administração pública envolvida na gestão do território e na qualidade de vida das pessoas.

É importante salientar que o contexto físico e biótico mostra-se como portador de impactos negativos de dimensões pontuais e, por vezes, restritos à porção da bacia hidrográfica mais próxima ao empreendimento, sem rebatimentos em porções mais distantes do foco interferido.

Há que se enfatizar que a situação da Savana Metalófila, dado o seu caráter de exclusividade regional, bem como sua estreita relação com os recursos minerais de interesse econômico, deve mesmo ser alvo de destinação de uma avaliação que permita o mais rápido possível complementar o conjunto de informações necessárias à delimitação de uma área que possa se prestar como representativa deste ecossistema. Tais estudos deverão ser focados em conhecimentos complementares à representativa gama de informações já levantadas no âmbito do Projeto Área Mínima de Canga.

Com relação ao contexto social e econômico, de fato, a melhor alternativa é a adoção de um consistente Programa de Monitoramento de Indicadores que permitam a adoção ágil de ações orientadas para o controle de efeitos adversos ao contexto de influência do empreendimento. De fato, não existem na atualidade condições objetivas de definições sobre os cenários que podem ser delineados nas áreas de inserção deste projeto. No entanto, os mecanismos preventivos em curso nas cidades de Canaã dos Carajás e em Parauapebas, como a adoção de planos diretores e de um conjunto de leis por este norteadas, poderá resultar na melhor capacidade de assimilação de dinâmicas que outrora foram geradoras de problemáticas urbanas cujas cicatrizes perduram até o presente, especialmente no último núcleo urbano citado.

Há que se considerar que, para o contexto urbano, a discussão mais evidente, fundamentada nos fóruns de debates que tentaram mensurar o nível de aceitação do projeto, apontam não para a recusa do projeto e sim a forma como este deverá ser implantado e operado.

Neste sentido, tomando-se por base o posicionamento da sociedade mais diretamente exposta aos efeitos do projeto, a existência de uma ação ainda que embrionária, mas promissora em termos da adoção de planejamentos e gestão pública em Canaã dos Carajás e Parauapebas, bem como o caráter pontual dos impactos de natureza biótica e física, o Projeto Ferro Carajás S11D teve sua viabilidade reconhecida pela equipe que conduziu os estudos para a elaboração deste EIA/RIMA.

## 12. GLOSSÁRIO

### 12.1 Meio Físico

**Afluentes:** É o nome dado aos rios menores que deságuam em rios principais.

**Águas Doces:** Águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰.

**Aluviões:** Sedimento clástico (areia, cascalho e/ou lama) depositado por um sistema fluvial no leito e nas margens da drenagem, incluindo as planícies desenvolvidas sobre a calha do vale fluvial e as áreas deltaicas, com material mais fino extravasado dos canais nas cheias.

**Andesito:** Rocha vulcânica intermediária, calcialcalina, de cores cinza a cinza escuro, muitas vezes com textura porfirítica, composta essencialmente por feldspatos, dos quais mais de 2/3 deve ser de plagioclásio ácido ( $10\% > An < 50\%$ ), e por minerais máficos, piroxênios e hornblenda, que podem ser subordinados nos andesitos leucocráticos. Andesito é o equivalente vulcânico do diorito.

**Anfibolito:** Rocha metamórfica de grau médio a alto que tem a hornblenda e o plagioclásio como paragênese característica.

**Anisotropia:** Condição de variabilidade de propriedades físicas de um corpo ou meio segundo direções diferentes, como, por exemplo, a variação da velocidade de propagação da luz em minerais anisotrópicos; a variação de propagação de ondas sísmicas em massas rochosas estratificadas segundo diferentes direções.

**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.

**Antrópica:** Relativo ao ser humano.

**Aquicludo:** É aquela litologia não porosa nem permeável, incapaz de tanto armazenar como ceder água; exemplo: rochas cristalinas.

**Aquífero** - 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.

**Aquífero Cárstico:** Classificação do aquífero segundo o tipo de porosidade, e se refere ao aquífero que ocorre em rochas solúveis, geralmente zonas calcárias e dolomíticas, onde ações mecânicas e químicas originam cavidades de dissolução (dissolução do carbonato da rocha pela água) que podem atingir grandes dimensões. Quando há conexão hidráulica entre as diversas cavidades de dissolução, podem constituir-se verdadeiros cursos de água subterrânea, que permitem a circulação rápida da água.

**Aquífero Confinado:** Classificação do aquífero segundo a pressão da água e refere-se ao aquífero cuja água está submetida a uma pressão superior à pressão atmosférica e todos os poros ou outros espaços estão completamente saturados de água. Ele é limitado superior e inferiormente por formações impermeáveis ou praticamente impermeáveis.

**Aquífero Fissural:** O mesmo que aquífero fraturado.

**Aquífero Fraturado:** Classificação do aquífero segundo o tipo de porosidade. Aquífero geralmente associado a rochas ígneas e metamórficas. Neste tipo de aquíferos a água encontra-se em espaços representados por fissuras ou fraturas, juntas ou ainda em falhas e, em casos particulares, em vesículas, aberturas de dissolução, zonas de decomposição, etc.

**Aquífero Granular:** Classificação do aquífero segundo o tipo de porosidade. Refere-se ao aquífero onde a água circula através dos poros de grandeza milimétrica que constituem o aquífero. Este tipo de aquíferos ocorre em rochas sedimentares consolidadas, sedimentos não consolidados e solos arenosos decompostos in situ. Os aquíferos granulares (ou porosos) geralmente constituem aquíferos importantes, pelo grande volume de água que armazenam, e também por sua ocorrência abranger grandes áreas.

**Aquífero Semiconfinado:** Classificação do aquífero segundo a pressão da água e refere-se ao aquífero adjacente a uma fina camada de material semipermeável, através da qual pode ocorrer a recarga do aquífero.

**Aquífero:** 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, que permitam a fácil transmissão da água armazenada; assim, uma argila pode conter água, mas certamente não a libera por gravidade.

**Aquíferos Livres:** Classificação do aquífero segundo a pressão da água e refere-se ao aquífero cuja superfície da água está submetida apenas à pressão atmosférica, ou seja, em contato direto do ar.

**Aquíferos Porosos Livres:** O mesmo que aquífero granular livre.

**Aquitardo:** 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.

**Área De Influência:** É a região na qual a superfície potenciométrica é modificada por alguma ação sobre o aquífero.

**Areia** – Partículas de solos com diâmetros compreendidos entre 2mm a 0,05mm

**Argila** - Partículas de solos com diâmetros inferiores a 0,002mm.

**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.

**Atmosfera** - O gás ou a porção de ar do ambiente físico que cerca um planeta. No caso da Terra, está situada perto da superfície em razão da atração gravitacional da Terra. As divisões da atmosfera incluem: troposfera, estratosfera, mesosfera, ionosfera e exosfera.

**Barreira Hidráulica:** Limite real ou virtual que modifica as condições normais de escoamento num aquífero, impedindo ou dificultando a circulação da água.

**Batolito** - Grande corpo plutônico intrusivo com área aflorante (ou de afloramento potencial por erosão) de mais de 100 km<sup>2</sup>.

**Calmaria** - Condição atmosférica destituída de vento ou de qualquer outro movimento do ar. Circulação atmosférica.

**Cangas:** A canga é um produto de alteração, formado a partir do ferro dissolvido no processo de intemperismo e depositado pela evaporação da água subterrânea, consiste de fragmentos de formação ferrífera, hematita compacta e minoritariamente outros minerais, cimentados por óxido de ferro hidratado. Seu conteúdo de ferro varia em média de 40 a 60%.

**Capacidade de Armazenamento:** Capacidade de um aquífero armazenar água nos poros ou espaços vazios que contém.

**Ciclo Hidrológico:** É a contínua e natural circulação da água pelas esferas terrestres (atmo; bio; lito; hidro); o volume global na Terra envolve 425.000 km<sup>3</sup>/ano.

**Clima:** Conjunto de condições meteorológicas características do estado médio de uma região da superfície terrestre.

**Coberturas Coluvionares:** Solo de vertentes, pouco transportado, misturado com solos e fragmentos de rochas trazidas das zonas mais altas, geralmente mal selecionado (granulometria variável).

**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.

**Condutividade Hidráulica:** Corresponde à propriedade de um meio permitir a passagem de água ou outro fluido, em maior ou menor vazão por unidade de área. Esta propriedade depende das características do meio (porosidade, tamanho, distribuição, forma e arranjo das partículas) e das propriedades do fluido (viscosidade e peso específico).

**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.

**Correlação** – Interdependência entre variáveis aleatórias.

**Cursos de Água Efluente:** Curso de água que recebe água de um aquífero, e cujo fluxo vai aumentando devido à afluição de águas subterrâneas. Esta situação verifica-se quando a superfície do curso de água está abaixo do nível freático do aquífero.

**DBO:** Demanda Bioquímica de Oxigênio

**Decibel (dB):** É uma medida da razão entre duas quantidades, sendo usado para uma grande variedade de medições em acústica, física e eletrônica. O decibel é muito usado na medida da intensidade de sons. É uma unidade de medida adimensional, semelhante à percentagem. A definição do dB é obtida com o uso do logaritmo.

**Deflúvio:** Volume total de água que passa, em um determinado espaço de tempo, em uma seção transversal de um curso de água.

**Depósitos Aluvionares:** Aluvião.

**Distrófico:** Solos de médio a baixo grau de fertilidade.

**Divisor de Águas:** Linha de separação que divide as precipitações que caem em sub-bacias vizinhas e que encaminha o escoamento superficial resultante para um ou outro sistema fluvial.

**Drenagem Ácida:** Processo natural de oxidação química e bacteriana de rochas sulfetadas expostas a condições atmosféricas (água e ar) e com a participação natural de microorganismos, provocando a formação de ácido sulfúrico e metais dissolvidos. Este processo pode durar centenas ou milhares de anos.

**Dúctil:** Nas rochas corresponde à propriedade da rocha de ser estirada e deformada sob determinada tensão e condições termodinâmicas comparativamente a outras rochas.

**Efluentes:** São geralmente produtos líquidos ou gasosos produzidos por indústria ou esultante dos esgotos domésticos urbanos, que são lançados no meio ambiente. Existem basicamente duas categorias de efluentes líquidos: sanitários ou domésticos e industriais.

**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.

**Escarpa:** Rampa ou aclave de terrenos que aparecem nas bordas dos planaltos, serras, testemunhos, etc.

**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.

**Estrutura:** Partículas de solos agregadas

**Eutrófico:** Solos de elevado grau de fertilidade.

**Exploração:** De água subterrânea, consiste na sua extração para dispô-la ao uso; laicamente: exploração.

**Fábrica:** Seu significado original, em geologia, é o de arranjo dos componentes ou de estruturas (incluindo textura) de uma rocha.

**Fácies:** Termo geral para indicar o aspecto (a "face") da rocha e, assim, caracterizar um tipo ou grupo de rochas em estudo.

**Falha:** Superfície de fratura de rochas em que ocorre ou ocorreu deslocamento relativo entre os dois blocos de um lado e de outro desta superfície que tende a ser plana.

**Fases de Relevo:** Classificação do relevo conforme intervalos de declividades.

As fases de relevo são classificadas como:

Relevo plano – 0 a 3% de declividade

Relevo suavemente ondulado – 3.1 a 8% de declividade

Relevo ondulado – 8.1 a 15% de declividade

Relevo fortemente ondulado – 15.1 a 45% de declividade

Relevo montanhoso – 45.1 a 75% de declividade

Relevo escarpado – ultrapassa 75% de declividade

**Fluviograma:** Gráfico representativo da variação, no tempo, de vazões.

**Fluxo Subterrâneo:** Movimento da água ou quantidade de água subterrânea que circula por unidade de área do meio poroso ou fraturado, medido perpendicularmente à direção de circulação.

**Fonte:** É aquela ocorrência de água subterrânea quando esta aflora de forma concentrada em superfície; sinônimo: Nascente.

**Frente:** Zona de transição entre uma massa de ar quente e uma massa de ar frio.

**Granodiorito:** Rocha ígnea plutônica com componentes essenciais quartzo, plagioclásio e K feldspato; biotita e/ou hornblenda geralmente presentes.

**Hidrograma:** Gráfico representativo da variação, no tempo, de diversas observações hidrológicas como cotas, descargas, velocidades, carga sólida, etc.

**Horizonte A:** Horizonte organo- mineral de cor escura;

**Horizonte B:** Rico em argila e pobre em matéria orgânica;

**Horizonte C:** Intermediário entre material de origem e solo rio em silte.

**Horizonte O:** Restos vegetais semi-decompostos;

**Horizontes:** Camadas de solos aproximadamente paralelas que se diferenciam visualmente pela cor, textura e estrutura. São expressos em letras latinas em maiúsculo com a seguinte divisão geral: O – A - B - C.



**Idade Arqueana:** Éon da escala de tempo geológico com registros na Terra que se estende de mais de 3.950 milhões de anos até 2.500 milhões de anos.

**IGAM:** Instituto Mineiro de Gestão das Águas

**Insolação:** Radiação solar recebida pela Terra.

**Interflúvios:** Pequenas ondulações que separam os vales, cujas vertentes são na maioria dos casos de forma convexa, constituindo pequenas colinas.

**Intrusão:** Rocha ígnea formada pelo resfriamento de magma que ascendeu e se alojou em rochas pré-existentes da crosta.

**Junta:** Superfície planar de descontinuidade física das rochas (fratura) em que não se verifica deslocamento dos dois lados como nas falhas.

**Jusante:** Rio abaixo

**Lençol Freático:** Superfície Freática.

**Linha de Instabilidade Tropicais:** Conjunto de células convectivas com forte atividade, possuindo mais de 100 km ao longo de seu eixo principal. Em superfície é caracterizada pela presença de nuvens em forma cilíndrica acompanhadas por ventos com velocidades médias de 12 a 25 m/s, onde pode frequentemente ocorrer chuvas de 30mm em meia hora.

**Litologia:** Estudo científico da origem das rochas e suas transformações. Esta parte da geologia é também denominada de petrografia. É uma importante ciência auxiliar da geomorfologia no estudo das formas do relevo terrestre.

**Litotipo:** Classificação atribuída a uma rocha ou uma associação de rochas, segundo qualquer aspecto genético, composicional, químico ou mineralógico, morfológico, estrutural ou textural distintivo para fins de referência em um estudo geológico.

**Lixiviação:** Processo através do qual os minerais dissolvidos ou em suspensão, fertilizantes ou outras substâncias existentes na camada superior do solo, são dissolvidas e transportadas pela água infiltrada. De modo geral, usa-se para indicar qualquer processo de extração ou solubilização seletiva de constituintes químicos de uma rocha, mineral, depósito sedimentar, solo, etc. pela ação de um fluido percolante.

**Locação de um Poço** - é o processo de escolha de local o mais favorável para perfurar; leva-se em conta: o cliente, a geografia, a geologia, a hidrologia, os custos.

**Locação de um Poço:** É o processo de escolha de local o mais favorável para perfurar; leva-se em conta: o cliente, a geografia, a geologia, a hidrologia, os custos.

**Material de origem:** Rochas consolidadas ou não que por ação de fatores climáticos e biológicos formam os solos.

**Metagrauvacas:** Rocha metamórfica de origem sedimentar clástica, arenosa, imatura, de cores cinza a esverdeada devido aos minerais máficos e fragmentos de rocha que a compõe, e que está

relacionada com ambientes de erosão com intemperismo químico restrito ou ausente como, por exemplo, em áreas de clima frio, glacial, ou junto a fossas intramontanas com rápida erosão e forte subsidência da sub-bacia.

**Metarriolito:** Rocha metamórfica de origem vulcânica ácida equivalente extrusiva a granitos, com mais de 72% SiO<sub>2</sub>, Kfeldspato normativo predominante nos feldspatos.

**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.

**Montante:** Rio acima

**OD:** Oxigênio Dissolvido

**Ordem de um Curso de Água:** Número que indica o grau de ramificações ou bifurcações de um sistema fluvial.

**Parâmetro:** Uma propriedade variável medível, cujo valor determina as características de um sistema; como por exemplo, temperatura, pressão e densidade são parâmetros da atmosfera.

**Pediaplanação:** É o processo mais eficaz de aplainamento de superfícies extensas do globo terrestre, submetidas a clima árido quente ou semi-árido.

**Perfil dos Solos:** Sequência de horizontes.

**Permeabilidade:** Propriedade dos aquíferos de permitir o fluxo livre das águas. A permeabilidade é uma propriedade que está relacionada à conexão entre os poros, então, para que um material seja permeável, é necessário que seus poros possuam uma dimensão capaz de permitir o fluxo da água e que estes poros estejam conectados entre si, para que o fluxo se processe.

**Piezômetro:** Instrumento que consiste num tubo selado no interior do aquífero, utilizado para medir a pressão hidrostática, representada pela altura que a água atinge no seu interior.

**Plintita:** É uma formação constituída de mistura de argila, pobre em carbono orgânico e rica em ferro. Ocorre comumente sob a forma de mosqueado vermelho, vermelho-amarelo ou vermelho escuro.

**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.

**Poço:** É a obra de engenharia que dá acesso ao aquífero para retirada de água subterrânea; consiste: perfuração, revestimento, filtro, pré-filtro, moto-bomba, vedação; pode ser: escavado; cravado; perfurado; supões-se que penetra até a base do aquífero.

**Poluentes Atmosféricos:** “Entende-se como poluentes atmosféricos qualquer forma de matéria, ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar, impróprio ao bem estar-público, inconveniente ao bem estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora, prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade”.

**Porosidade Fissural:** Porosidade secundária, em que os espaços vazios são constituídos por fissuras, em consequência à ruptura ou fraturamento de uma rocha.

**Porosidade Primária:** Porosidade que uma rocha apresenta antes de sofrer qualquer alteração consequente de fenômenos tectônicos, fraturamento, dissolução, ou, no caso das rochas sedimentares, depois de sofrer diagênese.

**Porosidade:** Corresponde à razão entre o volume de espaços vazios e o volume total. A porosidade depende do tamanho, forma, arranjo e homogeneidade dos grãos. Se os grãos são de tamanho variado, a porosidade tende a ser menor do que num caso de grãos uniformes, uma vez que os grãos menores ocupam os espaços vazios entre os maiores.

**Precipitação Pluviométrica:** Todas as formas de água, líquida ou sólida, que caem das nuvens. Podem ser na forma de aguaceiros, chuva, chuveiro, granizo.

**Profundidade dos Solos:** Medidas verticais, em metros, dos Horizontes A+B.

As fases de profundidade são classificadas como:

Solo raso -  $\leq 50$ cm de profundidade

Pouco profundo -  $> 50$ cm e  $\leq 100$  cm de profundidade

Profundo -  $> 100$ cm e  $\leq 200$  cm de profundidade

Muito profundo -  $>200$  cm de profundidade

**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.

**Recarga:** A recarga é definida como qualquer água que se move da superfície do solo e que alcança a zona saturada, constituindo-se na principal fonte de água subterrânea.

**Rede Fluviométrica:** Conjunto de estações fluviométricas situadas numa dada área.

**Rede Pluviométrica:** Conjunto de estações pluviométricas situadas numa dada área.

**Riolitos:** Rocha vulcânica ácida equivalente extrusiva a granitos, com mais de 72% SiO<sub>2</sub>, Kfeldspato normativo predominante nos feldspatos.

**Rochas Piroclásticas:** Fragmentos de origem vulcânica ejetados por explosão vulcânica.

**Ruído de Fundo:** Média dos mínimos níveis de ruído de um ambiente na ausência da fonte objeto de estudo, no horário e ambiente considerados, ignorando-se eventuais ruídos transitórios tais como os de veículos automotores, aeronaves, fontes passageiras dignas de nota, etc.

**Shoshonito:** 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.

**Silte:** Partículas de solos com diâmetros compreendidos entre 0,05mm a 0,002mm.

**Sistema Aquífero:** É o domínio aquífero contínuo; ou seja, as partes estão contidas por limites (finito) e estão ligadas hidraulicamente (dinâmico).

**Sub-Bacia Hidrográfica:** Área drenada por um rio e seus afluentes, que transportam para um ponto comum (a foz ou desembocadura) água e sedimentos.

**Textura:** Distribuição percentual de partículas individualizadas: areia, silte e argila.

**Tipos Litológicos:** Referente à litologia.

**Tonalito:** Rocha ígnea plutônica com componentes essenciais quartzo, plagioclásio (K feldspato subordinado); biotita e/ou hornblenda geralmente importantes.

**Transmissividade:** Parâmetro hidrogeológico que corresponde à capacidade de um meio para transmitir água. Pode ser definido como a quantidade de água que se escoou através da secção vertical do aquífero quando se diminui a carga hidráulica de uma unidade e se expressa em  $m^2/dia$  ou  $cm^2/s$ . Pode ser calculada através do produto da condutividade hidráulica pela espessura do aquífero.

**Transpressão Sinistral:** Movimentação da crosta terrestre com deslizamentos laterais, originados por forças de compressão, cujo sentido do deslocamento em planta é anti-horário.

**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.

**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.

**Unidade Hidrogeológica:** Designação que pode ser aplicada a um aquífero, uma unidade confinante ou a uma combinação de aquíferos e unidades confinantes que funcionam hidrogeologicamente de um modo unitário, constituindo um sistema hidrogeológico distinto.

**Vazão Q95:** Vazão que foi superada ou igualada em 95% do tempo do período da série histórica de dados de monitoramento.

**Zona de Cisalhamento:** Faixa tectonizada extensa, relativamente estreita, caracterizada por apresentar rochas catacladas e milonitizadas em vários graus com termos extremos de deformação quebradiça, como brechas e cataclastos, de níveis crustais mais rasos, e de deformação dúctil, com milonitos, filonitos, blasto-milonitos, etc.. de níveis mais profundos e aquecidos da crosta.

**Zonas de Descarga:** Locais onde ocorrem as saídas de água de um aquífero.

## 12.2 Meio Biótico

**Abundância** - Número total de indivíduos de uma espécie ou quantidade de recursos presente numa área específica. O termo é usado com frequência de maneira qualitativa, relativa ou subjetiva mais do que em referência a números ou quantidades exatos.

**Afloramento:** Exposição diretamente observável da parte superior de uma rocha ou filão, rente à superfície do solo. Toda e qualquer exposição de rochas na superfície da terra, que pode ser natural (escarpas, lajeados) ou artificial (escavações).

**Alelo:** Uma das variações de um par ou série de formas de um gene, os quais são alternativos na herança, porque estão situados no mesmo locus em cromossomos homólogos.

**Alga** - Organismos uni ou multicelulares, microscópicos ou com algumas dezenas de metros, que vivem em água doce ou salgada e que se fixam em rochas ou se agrupam, formando plânctons. São capazes de realizar a fotossíntese e exercem papel fundamental na cadeia alimentar dos oceanos, rios, lagos e áreas brejosas.

**Alóctone** – referente à matéria orgânica e inorgânica oriunda de, ou produzida em um sistema, no caso terrestre, e transportada para outro sistema, no caso, aquático.

**Ambiente** - Conjunto de condições que envolvem e sustentam os seres vivos na biosfera, como um todo ou em parte desta, abrangendo elementos do clima, do solo, da água e de organismos.

**Amostragem** - Coleta de dados de campo com determinada metodologia.

**Amplexo** - Posição adotada por espécies de anuros durante a cópula, onde o macho “abraça” a fêmea.

**Anfisbena** - nome genérico de répteis escamados pertencentes a subordem **Amphisbaenia**, popularmente chamados de cobra-cega ou cobra-de-duas-cabeças por apresentarem a cauda arredondada, mais ou menos no mesmo formato da cabeça e por seus olhos serem bem pequenos e cobertos por uma pele. São os únicos répteis verdadeiramente fossoriais. Apesar de ser agressiva e possuir uma forte mordida e dentes afiados, a anfisbena não é peçonhenta.

**Antrópico** - Relativo a atividade humana.

**Anuro** - animais pertencentes à classe Amphibia, que inclui sapos, rãs e pererecas

**Arbusto** - planta com altura de até 2m e caule lenhoso de circunferência de até 10 cm.

**Área de forrageio** - vide guildas de forrageamento.

**Área de preservação permanente** - Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Medida Provisória de 13/06/2001).

**Área degradada** - Área onde há a ocorrência de alterações negativas das suas propriedades físicas e químicas, devido a processos como a salinização, lixiviação, deposição ácida e a introdução de poluentes.

**Arvoreta** - Planta com altura entre 2 e 5m de caule lenhoso com circunferência superior a 10 cm.

**Autóctones** – refere-se aos depósitos sedimentares cuja origem do material é interna, ou seja, produzidos dentro própria caverna (*in situ*).

**Aves corticícolas** - Aves que utilizam os troncos de árvores vivos ou mortos como local de nidificação, ex. araras e pica-pau.

**Aves migratórias** - Aves que se deslocam sazonalmente de uma região para outra por distâncias acentuadas, e posteriormente retornam a procura de alimento, local de reprodução, etc.

**Avifauna** - Conjunto das aves de uma região; a fauna ornitológica regional.

**Banco de Sementes** - Conjunto de sementes viáveis dispersadas sobre o solo ou a ele misturadas em estado dormente ou latente, prestes a germinar.

**Barreiras geográficas** - Limites geográficos (e.g. intercepto por rio, cadeia de montanhas, etc.) que dividem formas, sejam estas espécies, subespécies, metapopulações, etc.

**Bentônicos** – organismos sésseis e móveis que vivem associados ao fundo dos ambientes aquáticos (leito de riachos, rios, lagos e oceanos).

**Biocenose (taxocenose)** - conjuntos de populações de espécies diferentes porém pertencentes a um mesmo táxon de maior nível que habitam um determinado local.

**Biodiversidade** - variabilidade de organismos vivos e de processos ecológicos de todas as origens, compreendendo, entre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte, compreendendo, ainda, a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.

**Bioespeleologia** – ciência que estuda o meio biótico nas cavernas.

**Biogeografia** - Ciência que estuda a distribuição geográfica das espécies.

**Bioindicadores** - organismos, que por suas características de resistência ou fragilidade à determinada alteração ambiental (poluição ou contaminação), indicam a presença e os efeitos provocados por aquela alteração.

**Bioma** - amplo espaço terrestre, composto por tipos de vegetação semelhante, com uma comunidade biológica própria, condicionada pelo clima e solo. Exemplo: cerrado, floresta tropical, taiga, floresta decídua temperada, tundra, pastagem ou deserto. Os biomas se caracterizam por formas de plantas consistentes e são encontrados em grandes áreas climáticas.

**Biomassa** – quantidade de matéria orgânica presente num dado momento numa determinada área, e que pode ser expressa em peso, volume, área ou número.

**Cadeia alimentar** - Conjunto de relações energéticas entre os organismos existentes em uma comunidade natural, onde há a transferência de energia tal que cada elo na cadeia se alimenta do elo que está abaixo e é consumido pelo que está acima.

**Caducifólia** - característica que apresentam algumas espécies vegetais de perda de folhas no período seco do ano.

**Canga** – concentração de hidróxidos de ferro na superfície do solo, encontrados na fisionomia de campos ferruginosos, sob a forma de concreções secundárias, e que às vezes constitui minério aproveitável.

**Capacidade de suporte** – Limite de recursos naturais suficientes para sustentar um certo tamanho de população de uma certa espécie.

**Captura** - ato de prender, deter, conter ou impedir a movimentação de um animal.

**Carste** – Carste ou Carso, também conhecido como relevo cárstico ou sistema cárstico, é um tipo de relevo caracterizado pela dissolução química (corrosão) das rochas, que leva ao aparecimento de uma série de características físicas, tais como cavernas, dolinas, vales secos, vales cegos, cones cársticos, rios subterrâneos, cânions, paredões rochosos expostos e lapíás.

**Categoria ou classe de dieta** - Tipo de grupo de alimentos (ex. insetos, frutas, grão, tudo, etc.) que determinadas espécie animais comem.

**Categoria ou grau de ameaça** - Classificação de o quanto determinada espécie se encontra ameaçada de extinção.

**Chuva Meteórica** – água da chuva que, em seu ciclo, evapora em parte, é absorvida pelas plantas, escoar como água superficial em riachos e rios e infiltra-se na terra abastecendo o lençol de água subterrânea.

**Cianobactérias** - subgrupo do domínio das bactérias que inclui as “algas azuis”, que apesar deste nome, não apresentam nenhuma relação filogenética com as algas. São organismos aquáticos procariontes e fotossintéticos em forma de filamento, mas formando capas de matéria verde-azulada em águas paradas e eutróficas. A maioria das espécies encontra-se em água doce, mas algumas são marinhas ou ocorrem em solo úmido.

**Cinegético** - pertencente ou relativo à caça ou uso humano.

**Ciperáceas** - família botânica de plantas monocotiledôneas, principalmente composta por ervas e que se assemelha muito as gramíneas, ex. capim-estrela, junco-três-quinas.

**Clarabóia** – abertura no teto da cavidade.

**Clastos** – fragmento de rocha ou de mineral.

**Clímax** – complexo de formações vegetais mais ou menos estáveis durante longo tempo, em condições de evolução natural. Diz-se que está em equilíbrio quando as alterações que apresenta não implicam em rupturas importantes no esquema de distribuição de energia e materiais entre seus componentes vivos. Pode ser também a última comunidade biológica em que termina a sucessão ecológica, isto é, a comunidade estável, que não sofre mais mudanças

direcionais.

**Clorofila** – pigmento existente nos vegetais, solúvel em solventes orgânicos. Capta a energia solar para realização da fotossíntese.

**Cobertura vegetal** - Termo usado no mapeamento de dados ambientais, para designar os tipos ou formas de vegetação natural ou plantada - mata, capoeira, culturas, campos etc., que recobrem certa área ou terreno.

**Coliformes** - Inclui todos os bacilos aeróbicos ou anaeróbicos facultativos, não esporulados, que fermentam a lactose com produção de gás, dentro de 48 horas, a 35° C; ex. *Escherichia coli*.

**Comportamento migratório** - Comportamento dos organismos de se deslocar distâncias acentuadas a procura de alimento, local de reprodução, etc. Composição de espécies difere da das florestas primárias e geralmente tem menos biomassa.

**Comunidade** - todos os grupos de organismos que compartilham o mesmo hábitat ou área de alimentação, que geralmente interagem ou dependem um do outro para a existência (biocenose).

**Conservação** - Administração de recursos naturais para fornecer o benefício máximo por um período de tempo estável. A conservação inclui a preservação e as formas de uso adequado.

**Coralóides** - formações em forma de couve-flor.

**Corredores ecológicos** - Caracteriza-se como sendo faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação possibilitando o fluxo de genes e o movimento da biota entre elas, facilitando a dispersão de espécies, a recolonização de áreas degradadas e a manutenção de populações que precisam, para sua sobrevivência, de áreas maiores do que as disponíveis nas unidades de conservação.

**Críptico** – animal com coloração ou morfologia para ser confundido com o substrato predominante do ambiente onde vive como casca de árvores, rochas ou folhas.

**Curvas de rarefação** - Representação gráfica do número esperado de espécies em uma amostra aleatória de tamanho  $n$ ; servem como parâmetros da representatividade da amostra.

**Degradação ambiental** - qualquer alteração adversa das características do meio ambiente.

**Densidade** - número de indivíduos totais ou de uma determinada espécie por unidade de área.

**Diatomáceas** - importante grupo de protistas pertencentes à divisão **Bacillariophyta**. São organismos unicelulares, que possuem como característica principal uma carapaça ou parede silicosa chamada frústula, localizada externamente à membrana plasmática. Ocorrem na água doce e nos mares, podendo ser planctônicas ou bentônicas.

**Dissecação fluvial** – diz-se do trabalho de erosão provocada pelo escoamento das águas das drenagens.

**Distribuição** - 1) Área geográfica em que determinado organismo vive. 2) Padrão observado dos valores de determinado parâmetro analisado.



**Diversidade** – número de taxa encontrado em um determinado local ou região. Também, é uma medida da variedade de taxa encontrado em uma unidade amostral, que leva em consideração a abundância relativa de cada uma das espécies identificadas.

**Dominância** - somatório das áreas basais (área da seção do tronco tomada a 1.30cm do solo) de uma determinada espécie.

**Dormência** - (1) condição física ou fisiológica de uma semente viável, que previne a germinação mesmo na presença de outras condições favoráveis; (2) suspensão temporária total ou parcial do crescimento ou metabolismo de uma espécie; estado de latência.

**Dossel** – Ambiente da camada superior de uma floresta, que consiste na sobreposição de folhas e de ramos de árvores e trepadeiras.

**Ecossistema** - Unidade de natureza ativa que combina comunidades bióticas e ambientes abióticos, com os quais interagem. Os ecossistemas variam muito de tamanho e características.

**Ecótono** - Encontro de dois ecossistemas diferentes; zona de transição florística.

**Ectoparasita** - parasita que vive fixado na superfície externa de seu hospedeiro.

**Empírico** - baseado na experiência e na observação, metódicas ou não.

**Endemia** – doença que ocorre numa região em particular.

**Endêmica** - espécie (ou outro táxon) nativa e restrita a determinada área geográfica.

**Endemismo** - Característica de uma região que apresenta espécies exclusivas ou espécie ou grupo de espécies que apresentam especificidade quanto à distribuição e ocorrência.

**Endógeno** - fenômeno ou processo geológico que se realiza no interior da Terra.

**Entomofauna** – fauna de insetos existente em uma região.

**Epífitas:** Planta que vive fixa em outra sem ser parasita. Ex. algumas espécies de orquídeas e bromélias

**Equabilidade** - indica o balanço entre a diversidade e seu maior valor possível para a comunidade em análise.

**Equilíbrio ecológico** - Equilíbrio da natureza; estado em que as populações relativas de espécies diferentes permanecem mais ou menos constantes, medidas pelas interações das diferentes espécies.

**Escansorial** - habilidade de certos vertebrados para exploração tanto do estrato arbóreo quanto do estrato terrestre.

**Esforço amostral** - Tempo de coleta ou número de coletas de dados de campo com determinada metodologia.

**Espécie** - conjunto de indivíduos semelhantes e com potencial reprodutivo entre si, capazes de originar descendentes férteis.

**Espécie pioneira** – espécie vegetal que inicia a ocupação de áreas desabitadas de plantas em razão da ação do homem ou de forças naturais.

**Espécies clímax** - Espécies que encontradas no estágio final na sucessão ecológica vegetal.

**Espécies pioneiras** - Espécies que se encontram no estágio inicial da sucessão ecológica, presente após alterações ambientais ou em locais de difícil colonização.

**Espécime** - Indivíduos de uma população.

**Espeleotemas** – depósitos minerais de formas variadas e origem química e físico-química, encontrados nas cavernas.

**Estrato** - Determinada camada de vegetação em uma comunidade vegetal. Ex. e. herbáceo, arbustivo e arbóreo (Resolução CONAMA 012/94).

**Eutrófico** – condição de trofia do ambiente aquático onde as concentrações de nutrientes são elevadas.

**Exótica** - espécie introduzida em uma região na qual ela não é completamente aclimatada ou adaptada.

**Extinção** - Desaparecimento, extirpação de um táxon.

**Fauna hipógea** – fauna subterrânea. No caso, fauna que habita as cavidades.

**Ferricrete** – é uma rocha sedimentar constituída frequentemente por areia e cascalho cimentadas por óxidos de ferro. Deriva da oxidação de soluções de sais de ferro. A palavra é derivada da combinação de *ferruginoso* e *concreto*.

**Filogenia** - Ciência que estuda a classificação dos organismos baseada em sua diversificação evolutiva.

**Fitofisionomia** - Característica do ambiente por meio da tipologia vegetal.

**Fitossociologia** - Estudo das características, classificação, relações e distribuição de comunidades vegetais naturais. Os sistemas utilizados para classificar estas comunidades denominam-se sistemas fitossociológicos. O objetivo da fitossociologia é o de atingir um modelo empírico da vegetação suficientemente exacto através da combinação da presença e dominância de determinados táxons de plantas que caracterizam de forma inequívoca cada unidade de vegetação.

**Flora** - Conjunto de espécies vegetais existente em uma região.

**Floresta** - Grande grupo de árvores, especialmente (mas não necessariamente) as que crescem tão próximas umas das outras que os topos se tocam ou se sobrepõem, sombreando o solo.

**Floresta primária** - Floresta que não foi sujeita a derrubada ou corte por atividade humana.

**Floresta secundária** - Grupos de árvores que passam por sucessão secundária em terreno previamente desmatado, limpo ou perturbado por atividade humana.

**Fluxo gênico** - Introdução ou troca de alelos através de cruzamento e reprodução, resultante da migração de indivíduos de uma população a outra.

**Folhiço** - vide Serrapilheira.

**Forrageira** - espécie vegetal herbácea de crescimento rápido que forma cobertura vegetal homogênea, como um tapete, ex. capim, grama.

**Fossorial** - hábito de determinados animais adaptados a cavar e viver no subsolo, como as anfisbenas.

**Fotossíntese** – processo bioquímico que permite aos vegetais sintetizar substâncias orgânicas complexas e de alto conteúdo energético, a partir de substâncias minerais simples e de baixo conteúdo energético. Para isso, se utilizam de energia solar que captam nas moléculas de clorofila. Neste processo, a planta consome gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e água, liberando oxigênio (O<sub>2</sub>) para a atmosfera. É o processo pelo qual as plantas utilizam a luz solar como fonte de energia para formar substâncias nutritivas.

**Fragmento** - Remanescente de ecossistema natural isolado em função de barreiras antrópicas ou naturais, que resultam em diminuição significativa do fluxo gênico de plantas e animais.

**Frequência de espécies** - diz respeito à proporção de unidades amostrais em que uma dada espécie ocorre.

**Fuste** - Parte do caule desprovida de ramificações, localizada entre o solo e a copa.

**Geoespeleologia** – ciência que estuda o conjunto de processos físicos responsáveis pela origem e desenvolvimento de cavernas.

**Gigantismo** - É a condição de tamanho de um indivíduo quando a sua altura é muito maior que a média de todos os sujeitos que pertencem a mesma população.<sup>3</sup>

**Goethita** – mineral hidróxido de ferro: FeO (OH).

**Gramíneas** - Nome genérico dado as espécies vegetais pertencentes à família Poaceae.

**Guano** – fezes de morcego.

**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.

**Habitat** – ambiente que oferece um conjunto de condições favoráveis para o desenvolvimento, à sobrevivência e a reprodução de determinados organismos. Os ecossistemas, ou parte deles, nos quais vive um determinado organismo, é seu habitat. O habitat constitui a totalidade do ambiente do organismo. Cada espécie necessita de determinado tipo de habitat porque tem um determinado nicho ecológico.

**Hábito** - Forma de vida de uma espécie, ex. epífita, aquática, terrestre, aérea, etc.

**Hematita** - mineral óxido de ferro: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

**Hematófago** - animal que se alimenta de sangue.

**Herpetofauna** - Fauna de répteis e anfíbios existente em uma região.

**Higrófila** - Vegetação adaptada a viver em ambiente de elevada umidade.

**Higropétrico** – associado à tênue camada d água que envolve pedras, no ambiente aquático.

**Ictiofauna** - Conjunto de espécies de peixes existentes em uma região.

**Interstícios** – pequeno intervalo entre as partes de um todo. Espaço vazio entre fragmentos de rocha ou na própria rocha.

**Jaspilitos** – rochas finamente laminadas, constituídas por bandas alternadas de jaspe e de hematita-rnarrita-magnetita. As primeiras têm espessuras variáveis entre 0,5 e 2,0 cm e as últimas entre 0,01 e 5,0 mm.

**Lagoa doliniforme** - depressão no solo característica de relevos cársticos, formada pela dissolução química de rochas calcárias abaixo da superfície. Geralmente possuem formato aproximadamente circular e são mais largas que profundas. Podem ser inundadas por lagoas ou secas e cheias de sedimentos, solo ou vegetação. Quando inundadas e ligadas a uma caverna marinha, são chamadas cenotes (da língua maia *dz'onot*, sagrado).

**Lêntico** – ambiente aquático continental, geralmente confinado, em que as águas não apresentam movimentação constante, como lagos e lagoas.

**Liana** - categoria de planta de hábito trepador ou escandante (cipó).

**Lótico** – ambiente aquático continental em que as águas apresentam movimento unidirecional constante, como riachos e rios.

**Máfico** - é a designação dada em geologia a qualquer mineral, magma ou rocha ígnea (volcânica ou intrusiva) que seja comparativamente rico em elementos químico pesados, nomeadamente em compostos ferromagnesianos, e relativamente pobre em sílica.

**Mastofauna** - Fauna de mamíferos existente em uma região.

**Material genético** - Unidades funcionais de hereditariedade (genes) contidos nos cromossomas de plantas, animais e microrganismos.

**Material-testemunho** - Exemplar(es) depositado(s) em museu(s) como testemunho da ocorrência do(s) mesmo(s) em determinada região.

**Mesohabitats** – habitats que apresentam escala intermediária de tamanho; em ambientes aquáticos podem ser representados pelo folhiço (serrapilheira), por rochas, pequenas corredeiras, remansos, etc.

**Mesotrófico** – condição de trofia do ambiente aquático onde as concentrações de nutrientes são intermediárias entre oligotrófico e o eutrófico.

**Migratório** - Que se caracteriza pelo fato de se mover de um lugar para outro (vide ave

migratória e comportamento migratório).

**Minério de ferro** - são rochas a partir das quais pode ser obtido ferro metálico de maneira economicamente viável.

**Nanismo** - é a condição de tamanho de um indivíduo quando a sua altura é muito menor que a média de todos os sujeitos que pertencem a mesma população.

**Nidificação** - Ato das aves que consiste em fazer ninho; o mesmo que aninhar ou ninhar.

**Nível trópico** - Cada nível alimentar em uma cadeia alimentar.

**Ofídeos** - referente a cobras e serpentes.

**Oligotrófico** – condição de trofia do ambiente aquático onde as concentrações de nutrientes são baixas.

**Patógenos** – causadores de endemias

**Perifícton** - Complexa comunidade de microrganismos (algas, bactérias, fungos e animais), detritos orgânicos e inorgânicos aderidos a substratos inorgânicos ou orgânicos vivos ou mortos

**Pioneira**: espécie vegetal que necessita de elevada luminosidade para germinar e se desenvolver, caracterizando a comunidade de ambientes alterados.

**Piping** – fluxo hídrico em macroporos, que gera forças cisalhantes nas suas margens. Estas forças cisalhantes podem provocar o destacamento e o transporte das partículas, fazendo com que o macroporo se alargue até o ponto em que ocorre colapso do material do teto.

**Piscívora** - que se alimenta de peixes.

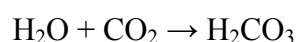
**Plântula** - planta recém germinada, cujas folhas são representadas pelo desenvolvimento dos cotilédones da semente.

**Plasticidade ambiental** - Capacidade adaptativa de uma espécie a diferentes ambientes, podendo ser originada devido a seleção diferenciada que a espécie sofre dependendo do ambiente por ela habitado.

**Polínia** - massa cerosa constituída por grãos de pólen e uma substância viscosa e transparente, presente nos estames de algumas flores, principalmente nas orquídeas e asclepiadáceas. Durante a polinização, a polínia fica grudada ao corpo do polinizador, que a transfere para o estigma da flor a ser polinizada.

**População** - organismos da mesma espécie que habitam uma área específica.

**Processos Cársticos** – dissolução química se inicia pela combinação da água da chuva ou de rios superficiais com o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) proveniente da atmosfera ou do solo (proveniente das raízes da vegetação e matéria orgânica em decomposição). O resultado é uma solução de ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), ou água ácida:



**Pseudo-cárstico** – formas subterrâneas e superficiais que se assemelham às formas cársticas,

presentes em rochas menos solúveis tais como em granitóides, (granitos, gnaisses) basaltos e outras rochas vulcânicas, rochas intempéricas (bauxita, lateritas, cangas, etc) entre outras litologias (formações ferríferas).

**Psitacídeos** – Família da ordem das aves na qual se incluem os papagaios, araras e tucanos.

**Quelônios** - réptil terrestre e aquático pertencente a ordem Testudinata, cujo corpo é formado num estojo ósseo; exemplos: tartaruga, cágado e jabuti.

**Quiropterofauna** - Fauna de morcegos existente em uma região, quirópteros (Chiros = mão; ptera = asa).

**Resíduos** – materiais ou restos de materiais cujo proprietário ou produtor não mais considera com valor suficiente para conservá-los. Alguns tipos de resíduos são considerados altamente perigosos e requerem cuidados especiais quanto à coleta, transporte e destinação final, pois apresentam substancial periculosidade, ou potencial, à saúde humana e aos organismos vivos.

**Riqueza de espécies (específica)** - número de espécies diferentes em uma área local (diversidade alfa) ou número absoluto de espécies.

**Rupestre** - Referente a pedras.

**Rupícola** - Espécie que apresenta por hábito desenvolver sobre rochas.

**Saprólito** – rocha decomposta por intemperismo químico para um material argiloso, variavelmente friável, de cores amarelas a avermelhadas ou em tons de cinza, na dependência da rocha original e do clima, podendo conter quartzo e outros minerais resistentes à alteração e preservando, frequentemente, muitas das estruturas da rocha sã que ocorre abaixo.

**Savana metalófila** - Vegetação presente em ambientes de afloramento de minério de ferro (Canga).

**Savânico-estépico** - aspecto da vegetação com características entre o savânico (estrato graminoso denso e árvores baixas, espaçadas e tortas) e o estépico, no qual a sazonalidade entre as estações seca e chuvosa é bem marcada e a densidade arbustiva é elevada.

**Sazonal** - que sofre mudanças conforme as estações do ano.

**Serrapilheira** - Camada de matéria orgânica existente no solo composto por folhas, galhos, troncos, restos vegetais e animais resultantes da decomposição da matéria orgânica.

**Sub-bosque** - Vegetação herbáceo-arbustiva intermediária entre o estrato superior e inferior de uma floresta.

**Subsidência** – decorre da dissolução da rocha causada pelo fluxo de água subterrânea leva à formação de grutas. No caso em questão, tal conceito aplica-se às formações ferríferas.

**Sucessão ecológica** – seqüência de comunidades que se substituem, de forma gradativa, num determinado ambiente, até o surgimento de uma comunidade final, estável denominada comunidade-clímax.

**Taxidermia** - processo de preparação de exemplares com técnicas de preenchimento da pele, conservando-lhe as características

**Táxon** - (plural: Taxa) nível de um sistema de classificação, como classe, ordem, família, gênero, espécie. VIDE À FRENTE

**Taxonomia** - Ciência que estuda a classificação de organismos ou de seres vivos.

**Throughflow** – processo de percolação da água, lateralmente em descontinuidades acima da caverna.

**Tipologia vegetal** - conjunto vegetal de aspecto fisionômico semelhante que a distingue de outras mais, tornando-a uma unidade.

**Tombamento** - Processo de depósito de exemplares em coleções científicas.

**Topo de cadeia** - Espécie que ocupa o nível trófico mais elevado em uma cadeia alimentar, normalmente ocupado por carnívoros.

**Troglóbio** – é um animal que tem sofrido uma série de adaptações que lhe permite viver em cavernas. Se distingue de troglófilos e troglóxenos que são animais de visita ocasional ou acidental.

**Troglófilos** - possuem populações tanto no meio epígeo como no meio hipógeo (subterrâneo), que podem completar todo o ciclo em um ambiente ou passar de um para outro, permitindo o fluxo gênico.

**Troglóxenos** – animais que passam parte da vida em cavernas, mas devem retornar regularmente ao meio epígeo (superfície) para completarem seu ciclo.

**UTOs** – unidades taxonômicas operacionais utilizadas em situações ou grupos de organismos de difícil ou desconhecida identificação em níveis menos elevados de classificação, como gêneros e espécies.

**Vales cegos** – vales fechados onde a água penetra no solo por sumidouros.

**Zona afótica** – região totalmente escura, sem luz, que vai além da zona de penumbra.

**Zoocórica** - Espécies cujos propágulos têm características morfológicas que indicam dispersão por animais (p.ex. frutos comestíveis)

### 12.3 Meio Socioeconômico

**AC:** antes de cristo. Forma de apresentação de datação absoluta que toma por preferência o ano 1 da Era Cristã.

**Buffering dispersal:** estratégia praticada por sociedades para mitigar riscos causados por fatores ecológicos e ou sócio-econômicos, como o emprego de alta mobilidade.

**Caçadores-coletores:** sociedade cuja subsistência é baseada na coleta, caça e pesca de recursos silvestres, e que não praticam agricultura.

**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.

**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.

**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*.

**Demanda Reprimida:** quantitativo de crianças em idade escolar que estão fora da rede de ensino seja por falta de oferta de vagas no sistema ou por negligência da família em matricular suas crianças.

**Educação Básica:** nível da educação escolar brasileira que compreende a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio.

**Fase:** qualquer complexo de cerâmica, lítico, padrões de habitação, etc. relacionado no tempo e no espaço, num ou mais sítios.

**Grau de urbanização:** percentual da população residente em áreas urbanas, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

**Horticultores:** sociedades que têm uma economia de subsistência baseada na agricultura de produtos domesticados.

**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.

**Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M):** indicador da qualidade de vida nos municípios, que utiliza como critérios três dimensões: educação, longevidade e renda.

**Lasca siret:** tipo de lasca que apresenta um plano de fratura que passa por seu ponto de impacto e divide a lasca em duas metades iguais.

**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.



**Lascamento bipolar:** técnica de modificação de um fragmento de rocha por golpes de força e trajeto pré-determinado em faces opostas da peça, de modo que se destacam fragmentos menores (lascas).

**Núcleo:** bloco de matéria-prima do qual foram retiradas lascas ou lâminas, com o objetivo de obter suportes para artefatos.

**Oficina de polimento:** sítio arqueológico associado a afloramento rochoso utilizado para abrasão de peças líticas. Geralmente para confecção de peças líticas polidas.

**Pirâmide Etária:** representação gráfica da população classificada por sexo e idade.

**Ponteadado:** decoração que consiste em marcar com estocadas, por meio de objetos de tamanhos e profundidades diversas, a superfície externa ou interna das vasilhas.

**População Economicamente Ativa (PEA):** pessoas de 10 anos ou mais que, no ano anterior à data do censo, exerceram trabalho, remunerado ou não, trabalhando habitualmente 15 horas ou mais por semana numa atividade econômica, e também as pessoas de 10 anos ou mais de idade que não trabalharam nos doze meses anteriores à data de referência do censo, mas que nos últimos dois meses tomaram alguma providência para encontrar trabalho.

**População em Idade Ativa (PIA):** pessoas com 10 anos ou mais de idade.

**População Ocupada (POC):** pessoas que efetivamente trabalharam no ano anterior à data de referência do censo.

**Produto Interno Bruto (PIB):** somatório de bens e serviços gerados em uma determinada região no período de um ano.

**Puerpério:** nome dado à fase pós-parto, em que a mulher experimenta modificações físicas e psíquicas, tendendo a voltar ao estado que a caracterizava antes da gravidez.

**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.

**Razão de Sexo:** número de homens para cada 100 mulheres.

**Roletado:** tipo de decoração que consiste em conservar visíveis os roletes de confecção das vasilhas, sem pressionar e alisar a superfície externa.

**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.

**Taxa de Analfabetismo:** percentual das pessoas analfabetas de um grupo etário, em relação ao total de pessoas do mesmo grupo etário.

**Taxa de escolaridade:** percentual da população residente de 15 e mais anos de idade, por grupos de anos de estudo, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

**Taxa de Escolarização Líquida:** indicador que identifica o percentual da população em determinada faixa etária matriculada no nível de ensino adequado a essa faixa etária.

**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.

**Tupiguarani:** tradição cultural caracterizada principalmente por cerâmica policrômica.

## 13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 13.1 Meio Físico

- AB'SABER, A. N. O Suporte Geomorfológico das Florestas Beiradeiras (Ciliares). In.: RODRIGUES, R. T., HERMÓGENES, de F. L. F. (editores). *Matas Ciliares: Conservação e Recuperação*. São Paulo: EDUNESP, Fapesp, 2004.
- ABNT – NBR 7229 – Projeto, construção e operação de tanques sépticos, 1993.
- AGÊNCIA NACIONAL de ÁGUAS (ANA) – Dados pluviométricos da estação Fazenda Rio Branco. Disponível em < <http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em Janeiro de 2008.
- AGÊNCIA NACIONAL de ÁGUAS (ANA) – Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Região de Tocantins-Araguaia. Disponível em < <http://www.ana.gov.br/>>. Acesso em Janeiro de 2008.
- ALEVA, G.J.J. Ferricrete. *Catena* 18, 583-584. 1991.
- ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R.; WATERS, R.; BASTIAANSEN, W. Surface Energy Balance Algorithms for Land (SEBAL). *Advanced Training and users Manual*, Kimberly, Idaho, v.1,0, 97p. 2002.
- ANDERSON G. E. (1971) Meso-scale Influences on Wind Fields. *Journal of Applied Meteorology*. Vol. 10, 377 – 386, USA.
- ANDERSON M. P. & WOESSNER W. W. 1992. *Applied Groundwater Modeling – Simulation of flow and advective transport*. USA.
- ARAÚJO, O.J. & MAIA, R.G.N,1991. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Serra dos Carajás, Folha SB22-Z-A, Est. do Pará. Texto explicativo. Brasília, DNPM/CPRM, pp. 164.
- ATZINGEN, V, N.; CRESCÊNCIO, G. Estudos espeleológicos em Serra Pelada, Curionópolis – PA. *Boletim Informativo da Fundação Casa da Cultura de Marabá*: 63-72. 1999.
- AULER, A.S & PILÓ, L.B. Introdução às cavernas em minério de ferro e canga. *O Carste* vol.17, nº3, pg: 70-72. 2005.
- AUSTRÁLIA. Department of Industry Tourism and Resources. *Mine Closure and Completion*. 2006.
- AVENARD, J.M. Aspects de la geomorphologie de la Cote d'Ivoire. In: *Le Milieu Naturel de la Cote d'Ivoire*. *Memoires ORSTOM* 50: 7-72. 1971.
- AXELROD, J.M.; CARRON, M.K.; MILTON, C.; THAYER, T.P. Phosphate mineralization at Bomi Hill and Bambuta, Liberia, West Africa. *The American Mineralogist* 37: 883-909. 1952.
- BARBOSA, R.I.; Fearnside, P.M. Wood density of trees in open savannas of the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 199(1): 115-123, 2004.
- BARROS C.E.M. (1997). *Pétrologie et structure du Complexe Granitique Estrela (2.5 Ga) et de son encaissant métavolcano-sédimentaire (Province Métallifère de Carajás, Brésil)*. Tese de Doutorado, Université Henri Poincaré, Nancy I, Nancy, France 316p.

- BARROS, C.E. de M., DALL'AGNOL, R., SOARES, A.D.V., DIAS, G.S., 1994. Metagabros de Águas Claras, Serra dos Carajás: Petrografia, Geoquímica e transformações metamórfico-hidrotermais. ACTA GEOLOGIA LEOPOLDENSIA, 17(40): pp.31-70.
- BEISIEGEL, V.R., BERNARDELLI, A.L., DRUMMOND, N.F., RUFF, A.W., TREMAINE, J.W., 1973. Geologia e recursos minerais da Serra de Carajás. REVISTA BRASILEIRA DE GEOCIÊNCIAS, 3: pp. 215-242.
- BIAGINI, D. O. (1990). Considerações sobre algumas feições metalogenéticas de Carajás, 45p. Belém. Docegeo, Relatório Interno (12.275 B576).
- BORELLI, L.D. & AB'SÁBER, A.: problemas da Amazônia brasileira. Dossiê Amazônia Brasileira. Estudos Avançados vol.19, nº53. 2005.
- BOWDEN, D.J. Sub-laterite cave systems and other pseudo-karst phenomena in the humid tropics: The example of the Kasewe Hills, Sierra Leone. Zeitschrift fur Geomorphologie 24: 77-90. 1980.
- BRASIL. Código Florestal – Lei n.º 4771, de 15 de setembro de 1965. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legipesq.cfm?tipo=1&numero=6938&ano=1981&texto=>>>. Acesso em 11 de Junho de 2009
- BRASIL. Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei n.º 9433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)>. Acesso em 9 de Junho de 2009
- BRASIL. Política Nacional do Meio Ambiente – Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legipesq.cfm?tipo=1&numero=6938&ano=1981&texto=>>>. Acesso em 11 de Junho de 2009
- BRIGGS G. A. (1972) Discussion on Chimney Plumes in Neutral and Stable Surroundings, Atmospheric Environment, 6 : 507-510, USA.
- BRIGGS G.A. (1969) Plume Rise, U.S. Atomic Energy Commission Critical Review Series T/D 25075, USA.
- BRIGGS G.A. (1971) Some Recent Analysis of Plume Rise Observations. Proceedings of the Second International Clean Air Congress, Academic Press, New York, USA.
- BRIGGS G.A. (1974) Diffusion Estimation for Small Emissions, Environmental Research Laboratories Air Resources Atmospheric Turbulence and Diffusion Laboratory 1973 Annual
- BRIGGS G.A. (1975) Plume Rise Predications, Lectures on Air Pollution and Environmental Impact Analysis, American Meteorological Society, Boston, Massachusetts, USA.
- BROUWER, R. Congress Groundwater and Ecosystems XXXV – INTERNATIONAL ASSOCIATES OF HIDROGEOLOGISTS – IAH. 2007, Lisbon - The economic challenge to integrated groundwater and ecosystem protection, Lisbon, Portugal.
- BROWN, I.F; Martinelli, L.A.; Thomas, W.W.; Moreira, M.Z.; Ferreira, C.A.C.; Victoria, R.L. Uncertainty in the biomass of Amazonian forests: example from Rondonia Brazil. Forest Ecology and Management, 75: 175-189, 1995.
- CAIRNS M.A., Brown S., Helmer E.H., and Baumgardner G.A. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. Oecologia, 111: 1-11.

- CAMPOS, J. C. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. ; KER, J. C. ; SAADI, A. ; ALBUQUERQUE, M. R.. Genese e Micropedologia de Solos do Médio Jequitinhonha, de Turmalina A Pedra Azul, Mg. Geonomos, BELO HORIZONTE, v. V, n. 1, p. 41-54, 1997.
- CARVALHO JR, J.A.; Santos, J.M.; Santos, J.C.; Leitão, M.M.; Higuchi, N. A Tropical Rainforest Clearing Experiment by Biomass Burning in the Manaus Region. *Atmospheric Environment*, 29(17):2301-2309, 1995.
- CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia prática. Rio de Janeiro: CPRM, 1994. 372p.
- CASTRO, E.A.; Kauffman, J.B., 1998 Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root biomass and consumption by fire. *Journal of Tropical Ecology* 14:263-283.
- CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV / IBAMA. Termo de Referência para Elaboração de Estudos Espeleológicos Vinculados ao EIA/RIMA. 9p. 2006.
- CERRI, C.C.; Bernoux, M.; Carvalho, M.C.S.; Volkoff, B. Emissões e remoções de dióxido de carbono pelos solos por mudanças de uso da terra e calagem: Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa (relatórios de referência). Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. Geomorfologia Fluvial. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 188p.
- CODE OF FEDERAL REGULATIONS 40 - PART 58 - Ambient Air Quality Surveillance. U.S. Environmental Protection Agency (EPA 40 Ch. I - 1995), USA.
- COLVIN, C. Congress Groundwater and Ecosystems XXXV - INTERNATIONAL ASSOCIATES OF HYDROGEOLOGISTS – IAH. 2007, Lisbon - Expanding concepts within eco-hydrogeology to accommodate the hydrodiversity of groundwater dependent ecosystems. (or how do aquifers make ecosystems lazy, inefficient and vulnerable?) - Lisbon, Portugal.
- COMPANHIA VALE DO RIO DOCE – VALE. Avaliação da influência das queimadas na qualidade do ar de Carajás. Elaborado por EcoSoft. Parauapebas, PA, 2006.
- COMPILATION OF AIR POLLUTANT EMISSION FACTOR - Fifth Edition Volume I: Stationary Point and Areas Sources (2005). U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, 2005. 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.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, 1990. Resolução CONAMA Nº. 001, de 8 de março de 1990 - RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 08/03/90 Estabelece padrões para a emissão de ruídos no território nacional.
- COSTA, J.B.S., HASUI, Y., BORGES, M.S(et al), 1995. Arcabouço tectônico mesozóico-cenozóico da região da calha do Rio Amazonas. São Paulo: Editora da UNESP. Geociências, pp. 13 :2.
- CPRM (1991 e 1994). Projeto Especial Mapas de Recursos Minerais, de Solos e de Vegetação para a Área do Programa Grande Carajás” - Serra dos Carajás, folha SB.22-Z-A, escala 1:250.000.

- CPRM (1994). Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Cartas Geológicas em escala 1:250.000 (Folhas Serra Pelada, Xambioá, Marabá e Serra dos Carajás), produzidas em meio digital para publicação na Internet em Setembro de 2001, utilizando os mesmos dados da carta impressa, pela Divisão de Cartografia – DICART.
- CRAWFORD, M.(1980) Air Pollution Control Theory, TMH Edition, McGraw-Hill, New Delhi, India.
- CVRD (2006). Características Geomorfológicas, Geológicas e Mineralógicas de Serra Sul. Relatório Interno, 22p.
- DAJOZ, Roger. Princípios de Ecologia. 7ª ed. Porto Alegre, Artmed, 2005.
- DALTRA, H., & GUEDES, S. Giant hydrothermal hematite deposits with Mg-Fe metasomatism: a comparasion of the Carajás, Hamersley, and other iron ore. Economic Geology, 99:1793-1800. 2004.
- DARDENNE, M.A.; Ferreira Filho, C.F.; Meirelles, M.R. (1988). The role of shoshonitic and calc-alkaline suites in the tectonic evolution of the Carajás District, Brazil. Journal of South American Earth Sciences, 1(4):363-372.
- DIAS, G.S.; SOARES, J.E.B.; DALL'AGNOL, R.; BARROS, C.E.M.; SOARES, A.D.V.; MAGALHÃES, M.S. (1996). Metagabros de Águas Claras: novos dados petrográficos e estudo de susceptibilidade magnética e minerais opacos. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 5. Belém, 1996. Boletim... Belém, SBGINO. p.60-63.
- DICKERSON M. H. (1978) MASCON – A Mass Consistent Atmospheric Flux Model for Regions with Complex Terrain. Journal of Applied Meteorology. Vol. 17, Nº 3, 241 – 253, USA.
- DOCEGEO. Revisão litoestratigráfica da Província Mineral de Carajás. In: Sociedade Brasileira de Geologia - SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 35, Anexo aos Anais. pp.11-56. Belém, 1988.
- DOMENICO, P. & SCHWARTZ, F.W. (1997). Physical and Chemical Hydrogeology. Second Edition. Ferreira Filho, C.F. (1985). Geologia e mineralizações sulfetadas do Prospecto Bahia. Província Mineral de Carajás, PA. Brasília. 112 p.(Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília).
- DORR, J.N. Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. United States Geological Survey Professional Paper 641-A, 110p. 1969.
- DUFFIE, J.; BECKMAN, W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. John Wiley and Sons, New York, pp.1-109, 1980.
- EDDY A. (1974) An approach to the design of meteorological field experiments. Mon. Wea. Rev. 102,702 – 707, USA.
- EMBRAPA. Emissões de metano do cultivo de arroz. Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa (relatórios de referência). Ministério da Ciência e Tecnologia, Embrapa, 76p., 2006a.
- EMBRAPA. Emissões de metano na pecuária. Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa (relatórios de referência). Ministério da Ciência e Tecnologia, Embrapa, 76p., 2006b.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. – 2.ed. – Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Mapa de Solos do Brasil, escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA – Serviço Nacional e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento detallado e aptidão agrícola dos solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Mato Grosso do Sul. Rio de Janeiro, 1979. 225 p. (EMBRAPA – SNCLS. Boletim Técnico, 69)
- FARACO, M. T.; MARINHO, P. A. C.; MOURA, C. A. V.; MACAMBIRA, M. J. B.; PIMENTEL, M. M. Novos Dados Geocronológicos no Amapá-NNW do Pará. Congresso Brasileiro de Geologia, 42. Araxá, Brasil. CD ROM. 2004.
- FBDS. O Efeito estufa: fatos. Workshop FBDS/FINEP: As mudanças climáticas e as oportunidades para a indústria brasileira. s/d.
- FEARNSIDE, P.M. & Barbosa, R.I. Soil carbon changes from conversion of forest to pasture in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 108(1-2): 147-166, 1998
- FEARNSIDE, P.M. 1994. Biomassa das florestas amazônicas brasileiras. In.: Seminário Emissão e Seqüestro de CO<sub>2</sub>: uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. Porto alegre. Anais. CVRD, Rio de Janeiro. p. 95-124.
- FEARNSIDE, P.M. The potential of Brazil's forest sector for mitigating global warming under the Kyoto Protocol.. *Mitigation And Adaptation Strategies For Global Change*, v.6, n.3-4, p. 355-372, 2001.
- FRASA, 2003. Relatório 03.4200/2003. Levantamentos Hidrológicos e Hidrogeológicos nas Minas de Ferro e Manganês. - Minas da Serra dos Carajás. Dezembro de 2003.
- FUJIKAWA, L.H. – 2000 - Caracterização mineralógica e textural de amostras ricas em ferro. Relatório Técnico, CVRD.
- GANDIN L.S. (1963) Objective Analysis of Meteorological Fields. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, Israel.
- GARCEZ, Lucas Nogueira e ALVAREZ, Guillermo Acosta - Hidrologia – 2.ed. – Editora Edgard Blücher Ltda.
- GEOSOL (2008). Relatório de perfuração e teste de produção em poço tubular profundo em em cavas de minério de ferro no sistema Serra Norte, Carajás, VALE.
- GIBBS, A. K. & WIRTH, K.R. Geologic Setting of the Serra dos Carajás Iron deposits, Brazil – Ancient Banded Iron Formations – Theophrastus publications, S.A. – Greece: pp. 83-102. 1990.
- GIBBS, A.K., WIRTH, K.R., HIRATA, W.K., OLSZEWSKI JR., W.J. (1986) - Age and Composition of the Grão-Pará Group Volcanics, Serra dos Carajás. *Revista Brasileira de Geociências*: 16(2): pp. 201-211.
- GILBERT R.O. (1987) Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring. Van Nostrand Reinhold, New York, USA.
- GOLDER (2002). Relatório dos Estudos Hidrogeológicos e Geotécnicos para a Fase de Pré-Viabilidade do Projeto Cristalino. Relatório Interno da CVRD.

- GOLDER (2006). Relatório de Disponibilidades Hídricas preliminares da Região da Flona de Carajás. Relatório Interno da CVRD.
- GOLDER (2006). Relatório dos Estudos Hidrogeológicos para a Fase de Viabilidade do Projeto Cristalino. Relatório Interno da CVRD.
- GOLDER (2009). Planilha de identificação dos usuários de água na região em torno do Corpo S11D de Serra Sul. Relatório Interno de Pesquisa de campo por questionário sócio ambiental.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. Área Mina de Canga. Belo Horizonte, 2007.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. Diretrizes para elaboração e gestão de Plano de Fechamento de Mina. Belo Horizonte, 2008
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS Ltda. Estudos para aperfeiçoamento e revisão do Guia de Fechamento de Mina da Vale. Belo Horizonte, 2008.
- GOODIN W. R., MCRAE G. J. e Seinfeld J. H. (1980) An Objective Analysis for Constructing Three-Dimensional Urban-Scale Wind Fields. *Journal of Applied Meteorology*, Vol. 19, 98 – 108, USA.
- GUERRA, A. J. T e CUNHA, S. B. (orgs). *Geomorfologia e Meio Ambiente*, 5ª Ed., Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2004.
- GUIDELINE FOR DETERMINATION OF GOOD ENGINEERING PRACTICE STACK HEIGHT (Technical Support Document for the Stack Height Regulations) (1985), USEPA, Research Triangle Park, USA
- GUIGUER, N. & THOMAS, F. 1998. *Visual MODFLOW*. Waterloo Hydrogeologic, Inc., Waterloo, Canadá.
- HGM & MDGEO (2008) *HIDROGEOLOGIA DO CORPO “D” – PLATÔ S11, SERRA SUL DE CARAJÁS – VALE, CANAÃ DOS CARAJÁS – PA. VALE*, Relatório interno.
- HGM & MDGEO, 2007. Estimativa das reservas de água subterrânea do Corpo ‘D’ - Serra Sul, CVRD, Carajás, PA.
- HGM (2007). Outorga de direito de uso de águas subterâneas, Complexo Mineral de Carajás CVRD – Minas N4E.73p.
- HGM/POTAMOS. 2008. Diagnóstico ambiental dos recursos hídricos na área de abrangência do projeto Serra Sul. 50p.
- HIDROVIA (2008). Relatório de Modelagem Matemática de Fluxos Subterrâneos para a Mina de Ferro Carajás N4W, Sistema Norte. VALE, Relatório Interno.
- HIGUCHI, N.; Santos, J. dos; Ribeiro, R. J.; Minette L. e Biot, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 28(2):153-166, 1998.
- HILL, C. & FORTI, P. *Cave Minerals of the World*. National Speleological Society, 463p. 1997.
- HIRATA, W. K. et al. (1982). 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.
- IAV. Inventário Florestal em 1037 ha da Floresta Degradada localizada ao sul da Floresta Nacional de Carajás (PA). Instituto Ambiental Vale, Relatório Técnico CVRD, 2007.



- IAV. Inventário Florestal em 8868 ha da Floresta Ombrófila no entorno de Serra Sul da Floresta Nacional de Carajás (PA). Instituto Ambiental Vale, Relatório Técnico CVRD, 2008.
- IAV. Relatório técnico da vegetação existente no Corpo S11 - D. Instituto Ambiental Vale, Relatório Técnico CVRD, 2005.
- ICMM – Conselho Internacional de Mineração e Metais. Planejamento para o Fechamento Integrado de Mina: Kit de ferramentas. Londres, 2008.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em <<http://www.cptec.inpe.br/queimadas/>>. Acesso em Janeiro de 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Mapa de Clima do Brasil. Rio de Janeiro, 2002.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE -. Disponível em <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 15/01/2008.
- IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Bracknell: UK.
- JONES W.P. (1973) Engenharia de ar condicionado. Campus, Rio de Janeiro, Brasil.
- KAUFFMAN, J.B.; Cummings, D.L.; Ward, D.E., 1994. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in Brazilian cerrado. *Journal of Ecology* 82:519-531.
- LIMA, M.A.; Luiz, A.J.B.; Vieira, R.F.; Pessoa, M.C.P.Y.; Neves, N.M.C. Emissões de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) provenientes de solos agrícolas: Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa (relatórios de referência). Embrapa, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006.
- LINDENMAYER Z.G., LAUX J.H., TEIXEIRA J.B.G. (2001). Considerações sobre a origem das formações ferríferas da Formação Carajás, Serra dos Carajás. *Rev. Bras. Geoc.*, 31:21-28
- LINDENMAYER, Z.G. & FYFE, W.S. Alteração hidrotermal da formação ferrífera do depósito de cobre do Salobo, Estado do Pará Congresso Brasileiro de Geologia. 1990.
- LINDENMAYER, Z.G. & Fyfe, W.S., (1992). Comparação preliminar entre os metabasaltos dos Grupos Parauapebas e Salobro da Bacia Carajás, Estado do Pará. In: 37º Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo, 1992, Resumos expandidos, 2: 33-34.
- LINDENMAYER, Z.G. & LAUX, J.H. (1994). O papel da alteração hidrotermal nas rochas da Sub-bacia Carajás. In: SIMP. DE GEOL. DA AMAZÔNIA, 4. Belém, 1994. Bol. Belém, SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA - SBG. pp.328-329.
- LINDENMAYER, Z.G.- LAUX, J.H. e VIERO, A. C. - 1995 - O papel da alteração Hidrotermal nas rochas da Sub-bacia de Carajás. *Bol. Mus. Para' Emílio Goeldi, ser. Ciênc. Da Terra* 7. 1995: pp125-145.
- LIU, W.T., and O. Massambani. Satellite recorded Vegetation response to drought in Brazil. *International Journal of climatology*, 1994, 14:343-354.
- LOBATO L.M. Hydrothermal origin for the iron mineralization, Carajás province, Pará State, Brazil. In: *Proceedings Iron Ore 2005*, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Publication Series n.8, pg.: 99-110. 2006.
- MACAMBIRA, J.B.; RAMOS, J.F.F; ASSIS, J.F.P.; FILGUEIRAS, A.J.M. (1990) - Projeto Serra Norte e Projeto Pojuca: relatório final. Belém UFPA/Centro de Geociências. 150p. il.

- MACAMBIRA, M.J.B & LANCELOT, J. (1991). Em busca do Embasamento Arqueano da Região do Rio Maria, Estado do Pará - Simp. Geol. Amazônia, 3. Anais. Belém 1991, Belém SBG:49-58.
- MACCRAKEN M. C., WUEBBLES D. J., WALTON J. J., DWEWER W. H. E GRANT K. E. (1978) The Livermore Regional Air Quality Model: I. Concept and Development. Journal of Applied Meteorology. Vol. 17, 254 – 272, USA.
- MACHADO, N., LINDENMAYER, Z.G., KROGH, T.E., LINDENMAYER, D.H. - 1991. U-Pb geochronology of Archean magmatism and basement reactivation in the Carajás area, Amazon Shield, Brazil. Precambrian Research, 49: pp.329-354.
- MANUAL DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, José Henrique Penido Monteiro et al.; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.
- 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 Emilio Goeldi. Série Ciências da Terra 7: 331-362. 1995.
- MCDONALD, M. G. & HARBAUGH, A. W. 1988. A modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model. Technical report, U.S. Geol. Survey, Reston, VA.
- MCELROY J.L., POOLER F. (1968) The St. Louis Dispersion Study, US Public Health Service, national Air Pollution Control Administration, Cincinnati, OH, USA.
- MCFARLANE, M.J.; TWIDALE, C.R. Karstic features associated with tropical weathering profiles. Zeitschrift fur Geomorphologie Suppl. Bd 64: 73-95. 1987.
- MDGEO (2006). Caracterização Hidrogeológica do Corpo S-11 do Depósito Ferrífero de Serra Sul. Relatório Interno da CVRD.
- MDGEO (2006c). Relatório do Modelo Numérico Regional do Fluxo D'água Subterrânea das minas de Ferro N4 e N5 de Carajás (PA). 57 p.
- MDGEO (2007). Estimativa das Reservas de Água Subterrânea do Corpo 'D' - Serra Sul, CVRD, Carajás, PA.
- MDGEO,2008. Hidrogeologia do Corpo "D", Platô S11 Serra Sul de Carajás.
- MDGEO. 2006a. Caracterização hidrogeológica do corpo S11 do depósito ferrífero de Serra Sul Canaã dos Carajás – PA. MDGEO, Belo Horizonte. 82p
- MDGEO. 2006b. Estudos ambientais – Projeto Serra Sul - Componente hidrologia superficial. MDGEO, Belo Horizonte. 48p.
- MDGEO. 2008a. Detalhamento do inventário de pontos d'água e projeto da rede de monitoramento hídrico do corpo "D", platô S11, Projeto Serra Sul. MDGEO, Belo Horizonte. 58p.
- MDGEO. 2008b. Medição de vazão por diluição de sais – MILD – no corpo "D" e parte do corpo "C" - Projeto Serra Sul. MDGEO, Belo Horizonte. 36p.
- MDGEO. 2008c. Hidrogeologia do Corpo "D" – Platô S11, Serra Sul de Carajás. Relatório Final. MDGEO, Belo Horizonte. 83p.
- MEIRELLES, M.R. & DARDENNE, M.A. 1991. Vulcanismo basáltico de afinidade shoshonítica em ambiente de arco arqueano, Grupo Grão Pará, Serra dos Carajás - Pará. Rev.Bras. Geoc., 21(1): 41-50.

- MELO, A.W.F. Avaliação do estoque e composição isotópica do carbono do solo no Acre. Dissertação de Mestrado, Esalq/USP, 2003.
- MENDONÇA, F. & DANNI – OLIVEIRA, I. M. Climatologia, noções básicas e climas do Brasil. São Paulo, Brasil, 2007.
- MESOESCALE MODEL – MM5 Tutorial. 2007, Disponível em: <<http://www.mmm.ucar.edu/mm5/mm5-home.html>>. Acesso em 20 out. 2007.
- MINA N5S, Serra dos Carajás. CVRD/PRCZ. 170p. 2006. (inédito).
- MINERCONSULT / VALE (2009). Mapeamento geológico do Corpo S11 de Serra Sul. Documento interno, DIPM/GAFEK, GECEK.
- MINERCONSULT. 2008. Estudos geológico-geotécnicos - Mapeamento de superfície. 106p.
- MINERCONSULT. Projeto Básico - Geral – Mina/Usina - Relatório – Estudos Geológico-Geotécnicos - Mapeamento de Superfície. Fevereiro de 2009.
- MIRANDA, H.S.; Rocha e Silva, E.P.; Miranda, A.C. Comportamento do fogo em queimadas de campo sujo. In: Miranda, H.S.; Dias, B.F.S.; Saito, C.H. (Eds.) Impacto de queimadas em áreas de cerrado e restinga. Brasília: ELC/UNB, p1-10, 1996.
- MOUGEOT, R., RESPAUT, J.P., BRIQUE, L., LEDRU(et al), 1996. Isotope geochemistry constrains for Cu, Au mineralizations and evolution of the Carajás Province - Para, Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39. Salvador, 1996. Anais... Salvador. SBG. v. 7, pp.321-324.
- NBR 9898. ABNT– Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.
- NIMER, Edmon. Climatologia do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio de Janeiro, 1989.
- NOGUEIRA A.C.R. & SOARES E.A.A. 1996. Fácies sedimentares da Formação Prosperança, Proterozóico Superior da Bacia do Amazonas, ao norte da cidade de Manaus. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 5., Belém. Resumos..., Belém, SBG, p. 214-216. 1996.
- 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, 2004, Fortaleza – Ceará.
- OLSZEWSKI, W.J.; WIRTH, K.R.; GIBBS, A.K.; GAUDETTE, H.E. 1989. The age, origin and tectonics of the Grão Pará Group and associated rocks, Serra dos Carajás, Brazil: Archean continental volcanism and rifting. *Precambrian Research*, 42:229-254.
- PALMER, A.N. Origin and morphology of limestone caves. *Geological Society of America Bulletin*, v.103, p.1-21. 1991.
- PASQUILL F. (1961) The Estimation of the Dispersion of Windborne Materials, *Met. Mag*, USA.
- PASQUILL F. (1971) Atmospheric Diffusion of Pollution. *Q.J. Roy. Meteorol. Soc.* 97, 369 – 395, USA.
- PASQUILL F. (1976) Atmospheric Dispersion Parameters in Gaussian Plume Modeling. Part II. Possible Requirements for Change in the Turner Workbook Values. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, USA.

- PILÓ, L. B. & AULER, A.S. 2009. Geoespeleologia das cavernas em rochas ferríferas da Região de Carajás, PA. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, XXX, Montes Claros, Anais...181-186.
- 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.; ANDRADE, R. Estudos prévios de viabilidade ambiental e definição de âmbito – EPDA. Diagnóstico – Espeleologia. Região de Carajás, PA. Carste/CVRD. Relatório Inédito. 2007.
- PILÓ, L.B.; AULER, A.S.; FERREIRA, R.L.; BAETA, A.M.; PILÓ, H.M.D. Estudos espeleológicos na área da mina de minério de ferro Capão Xavier – MBR, Nova Lima, MG. Relatório inédito, 268 p. 2005.
- PINHEIRO, R.V.L., 1997. Reactivation History of the Carajás and Cinzento Strike-Slip Systems, Amazon, Brazil. Tese, Doutorado. University of Durham, England, 408 pp.
- PINHEIRO, R.V.L.; HENRIQUES, A.L.; SILVEIRA, L.T.; MAURITY, C.W. Considerações Preliminares sobre a Espeleologia da Serra dos Carajás (PA). Grupo Espeleológico Paraense. Relatório inédito, 38p. 1985. Relatório de Monitoramento de Ruído Ambiental e Vibração no Complexo Ferrífero de Carajás nas Minas de Ferro, Manganês do Azul e Núcleo Urbano - Parauapebas – PA (Atendimento de Condicionante de Licença de Operação da LO 267/2002 e LO 268/2002, Golder/2007).
- PINHEIRO, R.V.L.; MAURITY, C.W. 1988. As cavernas em rochas intempéricas da Serra dos Carajás (PA) – Brasil. Anais 1º Congresso de Espeleologia da América Latina e do Caribe, Belo Horizonte, pp. 179-186.
- PINHEIRO, R.V.L.; MAURITY, C.W.; HENRIQUES, A.L.; SILVEIRA, L.T.; MOREIRA, J.R.A.; LOPES, P.R.C.; SILVEIRA, O.T.; PAIVA, R.S.; LINS, A.L.F.A.; VERÍSSIMO, C.U.V.; PINHEIRO, S.H.S., HENRIQUES, R.V.L. Considerações Preliminares sobre a Espeleologia da Serra dos Carajás (PA). Grupo Espeleológico Paraense - GEP. Relatório inédito, 1985. 38p.
- RADAM BRASIL. Levantamento de Recursos Naturais Volume 4 – Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. DNPM, Rio de Janeiro, 1974.
- RADAM BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins; Projeto RADAM – Levantamento de Recursos Naturais. Mapa de Solo Escala 1:1000.000. 1974. V. 4, 640 p. mapa escala 1:1000.000.
- REPORT, NATL. Oceanic Atmos. Admin., Washington, D.C., USA.
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 03/1990 - Estabelece os padrões de qualidade do ar previstos no PRONAR. Conselho Nacional de Meio Ambiente - Conama, Brasil, 1990.
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 05/1989 - Institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR. Conselho Nacional de Meio Ambiente - Conama, Brasil, 1989.
- REZENDE, A.V.; Vale, A.T.; Sanquetta, C.R.; Figueiredo Filho, A.; Felfili, J.M. Comparação de modelos matemáticos para estimativa do volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado sensu stricto em Brasília, DF. Scientia Forestalis, n. 71, p. 65-76, 2006.

- RIBEIRO, D.T. Enriquecimento Supergênico de Formações Ferríferas Bandadas: Estruturas de Colapso e Desordem. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 124 p. (Tese de doutorado). 2003.
- ROSIÈRE C.A., BAARS F.J., SEOANE J.C.S., LOBATO L.M., LOPES L., Souza S.R.C. 2005. Structure and iron mineralisation in the Carajás Province. In: Proceedings Iron Ore 2005, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Publication Series, 8: 143-150.
- ROSIÈRE,C.A.; RENGER, F.E.; PIUZANA, D.; SPIER, C.A. 2005. Pico de Itabira, Minas Gerais - Marco estrutural, histórico e geográfico do Quadrilátero Ferrífero. In: Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Winge,M.; Schobbenhaus,C.; Berbert-Born,M.; Queiroz,E.T.; Campos,D.A.; Souza,C.R.G. ; Fernandes,A.C.S. (Edit.) Publicado na Internet em 21/6/2005 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio042/sitio042.pdf>.
- ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. “O Registro Cartográfico do Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo”. In: Revista do Departamento de Geografia – FFLCH-USP, n° 6, São Paulo, 1992.
- RUBBIOLI, E. & MOURA, V. Mapeamento de cavernas. São Paulo: Redespeleo Brasil. 93p. 2005.
- RUSSEL, J. B. (1981) Química Geral, McGraw-Hill, São Paulo, SP, Brasil.
- SABINE, C.L.; Heimann, M.; Artaxo, P., Bakker, D.C.E.L Chen, A.C-T; Field, C.; Gruber, N.; Quére, C.; Prinn, R.G.; Richey, J.E.; Lankao, P.R.; Sthaye, J.A. & Valentini, R. 2004. Current status and past trends of the global carbon cycle. In: The Global carbon Cycle. Integrating humans, climate, and the natural world. Field, C.B. & Raupach, M.R. Eds. Scope 62. Island Press. Pp 17-44.
- SALOMÃO, R.P.; Nepstad, D.C.; Vieira, I.C. Biomassa e estoque de florestas tropicais primária e secundária. In: C. Gascon & P. Moutinho, (eds.), Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo p.99-119, 1998.
- SANTOS, B.A. (1981) - Geologia e Potencial Mineral da Região de Carajás.Rio de Janeiro: DOCEGEO, 1981 46 p.il (Trabalho apresentado no Simpósio sobre a Província Mineral da Serra do Carajás).
- Santos, G.A.; Camargo, F.A.O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999. 508 p.
- SANTOS, IRANI DOS (et al) - Hidrometria Aplicada - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001, Curitiba, PR.
- SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTSO, H. G. dos; KER, J. C; ANJOS, L. H. C. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5. ed. Rev. e. ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: UFV; [Rio de Janeiro]: Embrapa Solos: UFRJ, 2005. 92 p.
- SARDINHA A.S., BARROS C.E.M., KRYMSKY R. 2006. Geology, geochemistry, and U-Pb geochronology of the Archean (2.74 Ga) Serra do Rabo granite stocks, Carajás Metallogenic Province, northern Brazil. Journal of South American Earth Sciences, 20: 327-339.
- SCHAEFER, C. E. G. R. . Ecogeography And Human Scenario In Northeast Roraima, Brasil. Ciência e Cultura (SBPC), SÃO PAULO, v. 49, n. 4, p. 241-252, 1997.
- SCHAEFER, C. E. G. R.; MARQUES, A. F. S. E. M. ; CAMPOS, J. C. F.. Origens da Pedologia No Brasil: Resenha Histórica. Geonomos, Belo Horizonte, v. V, n. 1, p. 1-15, 1997.

- SEINFELD J.H. (1986) Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution. Wiley – Interscience, USA.
- SEINFELD J.H. E PANDIS N. S. (1998) Atmospheric Chemistry and Physics from Air Pollution to Climate Change. Wiley – Interscience, USA.
- SENA Costa J.B., ARAÚJO O.J.B., SANTOS A., JORGE João X.S., MACAMBIRA M.J.B., Lafon J.M. (1995). A Província Mineral de Carajás: aspectos tectono – estruturais, estratigráficos e geocronológicos. Bol. do Museu Paraense Emílio Goeldi (Série Ciências da Terra), 7:199-235.
- SHERMAN C. A. (1978) A Mass-Consistent Model for Wind Fields over Complex Terrain. Journal of Applied Meteorology. Vol. 17, 312 – 319, USA.
- Silva, F.C. Compartilhamento de nutrientes em diferentes componentes da biomassa aérea em espécies arbóreas de um cerrado. 1990. 80p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 1990.
- SIMÃO Neto, M.; Dias Filho, M.B. Pastagens no ecossistema do trópico úmido: Pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: Simpósio sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros: Pesquisas para o desenvolvimento sustentável, 1995, Brasília. Anais do Simpósio sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros. Brasília, DF : SBZ, 1995, p.73-96.
- SIMMONS, G.C. Canga caves in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. The National Speleological Society Bulletin 25: 66-72. 1963.
- SIQUEIRA J.B. & SENA Costa J.B. (1991). O DUPLEX Salobo – MIRIM, Serra dos Carajás. In: SBG, SNET, 3, Rio Claro, Boletim, p. 47-48.
- SOARES, A. V.; SANTOS, A. B.; VIEIRA, E. A.; BELLA, V. M.; MARTINS, L. P. 1994. Área Águas Claras - Contexto Geológico e Mineralizações. In: SIMP. GEOL. AMAZ.4. Resumos Expandidos... Belém: SBG, p. 374-382.
- STANDARD Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 21ª Edição, 2005.
- STCP ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA. Mapeamento das Unidades Pedológicas existentes no perímetro das unidades de conservação representadas pelas Flonas de Carajás e do Tapirapé-Aquiri. Levantamentos em 1999 e 2006.
- STCP ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA. Plano de Manejo para uso múltiplo da Floresta Nacional de Carajás. Capítulo 2. In: STCP ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA - Análise da Unidade de Conservação/Tomo I - Fatores Abióticos. 2003. Curitiba - PR.
- STCP ENGENHARIA DE PROJETOS. Plano de Manejo da Floresta Nacional dos Carajás, 1999.
- STRAHLER, A. N. “Dynamic basis of Geomorphology”. Geol. Soc. America Bulletin, 63:923-938, 1952.
- TASSINARI, C. C.; TEIXEIRA, W.; SIGA Jr. O.; KAWASHITA, K.; CORDANI, U. G. 1987. Geological evolution and evaluation of recent geochronological data in Amazonian Craton. In: IUGS. PRECAMBRIAN EVOLUTION OF THE AMAZONIAN REGION. Final meeting of the working group. Extended abstracts. Carajás. p. 20-31.
- TEIXEIRA, J.B.G. (1994) - Geochemistry, Petrology, and Tectonic Setting of the Archean basaltic and Dioritic rocks from the N4 Iron deposit, Serra dos Carajás, Pará, Brazil., Boston, 1994 (Tese, Doutorado - the Pennsylvania State University/ Department of Geosciences), 176 p. Inédito.

- Terra. Levantamento vegetacional em 841 ha de pastagem ao sul da Serra Sul – Canaã dos Carajás (PA). Terra Meio Ambiente, Relatório Técnico CVRD, 2007.
- THOMAS, M.F. *Geomorphology in the tropics*. John Wiley & Sons. 460p. 1994.
- TOEGEPAST NATURWETESHAPPELIJK ONDERZOEK (TNO) (1979) *Methods for the Calculation of the Physical Effects of the Escape of Dangerous Material (TNO Yellow Book)*, Netherlands.
- 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.
- TRENDALL, A. F.; BASEI, M.A.S.; LAETER, J.R.; NELSON D.R. Íon microprobe zircon U-Pb results from the Carajás área of the Amazon Craton. *Journal of South American Earth Sciences* 11:265-277. 1998.
- TUCCI, C.E.M. - *Hidrologia: Ciência e Aplicação – 3.ed. – Porto Alegre: Editora da universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS / Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH, 2002.*
- TUCCI, C.E.M. & MENDES, C.A. *Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica / Ministério do Meio Ambiente/ SQA. 2006.*
- TUCCI, C.E.M. *Regionalização de Vazões. UFRGS, 2002. 256p.*
- TURNER D.B. (1970) *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*, US Department of Health, Education and Welfare, National Air Pollution Control Administration, Cincinnati, OH, USA.
- TWIDALE, C.R. Sinkholes (dolines) in lateritised sediments, western Sturt Plateau, Northern Territory, Australia. *Geomorphology* 1: 33-52. 1987.
- TWIDALE, C.R.; HORWITS, R.C.; CAMPBELL, E.M. Hamersley landscapes of Western Australia. *Revue Geologie Dynamique Geographie Physique* 26: 173-186. 1985.
- UHL, C.; Buschbacher, R.; Serrão, E.A.S. Abandoned pastures in eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. *Journal of Ecology*, v.76, p.633-681, 1988.
- UHL, C.; Jordan, C.F. Succession and nutrient dynamics following forest cutting and burning in Amazonia. *Ecology*, v.65, p.1476-1490, 1984.
- USGS Global Visualization Viewer. Disponível em <<http://glovis.usgs.gov>>. Acesso em 15 de outubro de 2009.
- VALE. 2008. *Avaliação de Recursos de Minério de Ferro Jazida de Serra Sul- Alvo S11 - Corpos C e D. GAMGF – Gerência de Modelamento Geológico. 197p.*
- VALE. *Estudo Ambiental do Complexo Minerador de Carajás. Elaborado por: GOLDER ASSOCIATES BRASIL, Belo Horizonte, 2003.*
- VANN, J.H. Developmental processes in laterite terrain in Amapa. *Geographical Review* 53: 406-417. 1963.
- VENEZIANI, P., ATHOS Ribeiro dos Santos & WALDIR Renato Paradella. (2004). A evolução tectono-estratigráfica da Província Mineral de Carajás: um modelo com base em dados de sensores remotos orbitais (SAR-C RADARSAT-1, TM Landsat-5), aerogeofísica e dados de campo. *Revista Brasileira de Geociências*, 34(1):67-78.
- VIEIRA, L.S.; Vieira, M.N.F. *Manual de morfologia e classificação de solos. Ed. Agronômica Ceres. São Paulo, SP. 319p., 1983.*

- VIEIRA, M.B.H. – 2004 - Caracterização mineralógica e textural de pellet feed e sinter feed de Serra Sul/Carajás. Relatório Técnico, CVRD.
- VIEL, R.S., MOREIRA, P.C.H., ALKMIN, F.F. Faciologia da Formação Cauê e gênese do minério de ferro friável de Águas Claras, Serra do Curral, MG. In: Simpósio Sobre Sistemas Depositionais no Pré-Cambriano, Ouro Preto, p.137-153. 1987.
- VOGBR. Estudos de Dimensionamento dos Taludes da Cava Final Corpos C e D da Jazida de Minério de Ferro do Projeto Serra Sul em Julho de 2008.
- VON SPERLING, M. “Estudos e modelagem da qualidade da água de rios”. Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Volume 7. 2007.
- VON SPERLING, M. “Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos”. Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Volume 1, 3ª edição. 2005.
- WHITE, W. B. Geomorphology and hidrology of Karst Terrains. 1.ed. Oxford: Oxford University

## 13.2 Meio Biótico

### 13.2.1 Flora

- ALVES, M.V.; THOMAS, W.W. & WANDERLEY, M.G.L. 2002. New species of *Hypolytrum* Rich. (Cyperaceae) from tehe Neotropics. *Brittonia*, 54(2): 124-135.
- ANDRADE-LIMA, D. 1966. A vegetação. in Atlas Nacional do Brasil, Instituto Brasil. de Geogr. e Est. (IBGE). Cons. Nac. Geogr. Rio de Janeiro, RJ.
- ARAUJO, A.C., LONGUI-WAGNER, H.M., W.W. Thomas & Simpson, D.A. 2008. Taxonomic novelties in *Rhyncospora* (Cyperaceae) from South America. *Kew Bulletin* 63:301-307.
- AUSTIN D.F., SECCO R. S. 1988 *Ipomoea marabaensis*, nova Convolvulaceae da Serra dos Carajas (Pa). *Bol. Mus. Paraense Emilio Goeldi, Bot.* 4. (2): 187-194
- AUSTIN, D. *Ipomoea carajasensis*. *Acta Amazonica* 11(2): 291. 1981.
- BARNEBY, R. C. 1991. *Sensitivae censitae*: a description of the genus *Mimosa* Linnaeus (Mimosaceae) in the New World. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 65: 1-835.
- BARREIROS. 1980. *Heliconia carajaensis*. *Bradea* 3(13):104.
- BARROSO, G. M. & R. M. KING. 1971. New Taxa of Compositae (Eupatorieae) from Brazil. *Brittonia*, Vol. 23, No. 2. (Apr. - Jun., 1971), pp. 118-121.
- BARTH, O. M. 1987. Importância apícola dos campos naturais e rupestres da Serra Norte de Carajás (Pará). *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, Ser. Bot.* 3(1):21-28.
- BASTOS, M. & BURM, A.G. 1988. *Thrasya longiligulata* M.Bastos & A.G.Burm *Bol. Mus. Paraense Emilio Goeldi, n.s., Bot.* 4: 236



- BASTOS, M.N.C. 1990. Nota prévia sobre uma gramínea nova da Serra dos Carajás, Pará. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Série Botânica, 3(1): 21-28.
- BENTH. 2005. Ann. Missouri Bot. Gard. 92(4): 491.
- BRAGA, P.I.S. 1979. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica. Acta Amazônica (suplemento) 9(4):53-80.
- CAMPBELL, D. G.; Daly, D. C.; Prance, G. T.; Maciel, U. N. 1986. Quantitative ecological inventory of terra firme and Várzea tropical forest on the Rio Xingu, Brazilian Amazon. Brittonia, 38(4): 369-393.
- CARVALHO, J.O.P.; ARAÚJO, S. M.; Carvalho, M. S. P. - Estrutura horizontal de uma floresta secundária no planalto do Tapajós em Belterra, Pará. In: Simpósio do Trópico Úmido, 1, Belém. Anais. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986b. v.2, p. 207-215.
- CAVALCANTE, P.B. 1970. *Centrosema carajasense*; Uma Nova Leguminosae da Amazônia. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Nova ser. Bot., Belém, 37:1-4.
- CAVALCANTE, P.B. 1996. Frutas comestíveis da Amazônia. Sexta edição. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém Pará. 279 pp.
- CLEEF, A.M. & SILVA, M.F.F. da. 1996. Plant Communities of the Serra dos Carajás (Pará - Brasil). Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Sér. Bot. Vol.10(2): 269-281.
- COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. 2003. Inventário Florestal Diagnóstico - Mina de Ferro - Áreas : Sul IV, Leste e Noroeste, Floresta Nacional de Carajás, Parauapebas – PA. Coord: Aguiar, M.L.B. Documento não publicado.
- CORRÊA, M. P. 1969. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Ministério da Agricultura. Vols. I, II, III, IV, V e VI. Rio de Janeiro, RJ.
- COSTA, F. G. 2005. Extrativismo do jaborandi na região de Carajás: Histórico, Situação atual e extrativismo. Monografia de pós-graduação. Departamento de Ciências Florestais Universidade Federal de Lavras, MG.
- COSTA, F.G. 2005. Extrativismo do jaborandi na região de Carajás: histórico, situação atual e perspectiva. Monografia de pós graduação. Depto. De Ciências Florestais da Univ. Federal de Lavras. Gestão e manejo Ambiental em Sistema Florestais.
- DANTAS, M.; MULLER, N.A.M. Estudos fito-ecológicos do trópico úmido brasileiro II. Aspectos fitossociológicos de mata sobre latossolo amarelo em Capitão Poço, Pará. Boletim de Pesquisa 9. Belém, CPATU/EMBRAPA, 1979.
- DELPRETE, P.G. 2007. new combinations and new synonymies in the genus speraucoce (rubiaceas) for the flora of goias and tocantins (brazil) and the flora of the Guianas. Journal of The Botanical Research Institute Of Texas 1(2): 1028.

- DENHAM SS, ZULOAGA FO AND MORRONE O (2002). Systematic revision and phylogeny of *Paspalum* subgenus *Ceresia* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). Ann. MO Bot. Gard. 89: 337-399.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997 Hortaliças não-convencionais da Amazônia. Cardoso, M.O. (coordenadora). Brasília-DF.
- FÁBIO MÁRTON Consultoria. 1989. Estudo Ambiental na área de influência da CVRD na Província Mineral de Carajás. Projetos ferro e Manganês. Documento não publicado.
- FERRI, M.G. 1980. Vegetação brasileira. Ed. Itatiaia. Belo Horizonte, MG. 157 pp.
- Gentry, A.H. 1992. Bignoniaceae – Part II Tribo Tectomae Flora Neotropica 25(2): 63-64, f. 22.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA / VALE. 2009. Relatório de Análise de Similaridade das Paisagens de Savana Metalófila – 2ª Aproximação e Recorte Espacial Preliminar da Área Mínima de Canga, Consoante com o Estudo para Avaliação do Tamanho Mínimo Viável de Áreas de Vegetação de Canga na Floresta Nacional de Carajás – ETAPA 2. Parauapebas e Canaã dos Carajás, PA.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA / VALE. 2007b. Estudos de Similaridade das Paisagens de Savana Metalófila da Região de Carajás – Pa Arcabouço Metodológico Projeto de Pesquisa Científica Parauapebas e Canaã dos Carajás, PA.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA / VALE. 2007a. Projeto Ramal Ferroviário de Serra Sul, Parauapebas e Canaã dos Carajás, PA.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA / VALE. 2007c. Estudo de Gestão Ambiental Territorial EGAT Volume III Anexo II Diagnóstico do Meio Biótico Parauapebas e Canaã dos Carajás, PA.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA / VALE. 2008a. Estudo de Impacto Ambiental do Ramal Ferroviário Sudeste do Pará (municípios de Canaã de Carajás e Parauapebas, PA). Documento Interno.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA / VALE. 2008b. Estudo de Similaridade das Paisagens de Savana Metalófila da Região de Carajás (componente do “Projeto para Avaliação do Tamanho Mínimo Viável de Canga na Floresta Nacional de Carajás”), municípios de Canaã de Carajás e Parauapebas, PA. Documento Interno.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL. Estudos de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental EIA/RIMA do Projeto Serra Leste de Carajás. No Golder: RT-059-5130-1310-0012-01-J. Belo Horizonte/MG: Agosto de 2006.
- HÖLLDOBLER, B. & E.O. WILSON 1990. The ants. Harvard University Press, Cambridge.
- IAV – Instituto Ambiental Vale. 2008a. Inventário Florestal em 8.868 ha da Floresta Ombrófila no entorno de Serra Sul da Floresta Nacional de Carajás (PA). Relatório não publicado.

- IAV – Instituto Ambiental Vale. 2008b. Inventário Florestal em 1037 ha de Floresta Degradada localizada ao Sul da Floresta Nacional de Carajás (PA). Relatório não publicado.
- IAV 2008b. Inventário Florestal em 1037 ha de Floresta Degradada localizada ao Sul da Floresta Nacional de Carajás (PA). Relatório não publicado.
- IAV. 2008a. Inventário Florestal em 8.868 ha da Floresta Ombrófila no entorno de Serra Sul da Floresta Nacional de Carajás (PA). Relatório não publicado.
- IAVRD- Instituto Ambiental Vale do Rio Doce. 2004. Avaliação da vegetação de canga. Floresta Nacional de Carajás, Município de Parauapebas, PA. Relatório não publicado.
- IAVRD. Instituto Ambiental Vale do Rio Doce. 2004. Avaliação da vegetação de canga. Floresta Nacional de Carajás, Município de Parauapebas, PA. Relatório não publicado.
- IAVRD. Instituto Ambiental Vale do Rio Doce. 2005a. Relatório Técnico da Vegetação do Corpo A – Jazida S11 na Serra Sul. Floresta Nacional e Carajás. Relatório não publicado.
- IAVRD. Instituto Ambiental Vale do Rio Doce. 2005b. Relatório Técnico da Vegetação existente na Jazida S11 - Corpo C – Serra Sul. Floresta Nacional e Carajás/PA. Relatório não publicado.
- IBAMA. Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela mineração. Brasília, IBAMA, 96p. 1990.
- IBDF- Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 1983. Potencial madeireiro do Grande Carajás. Ministério da Agricultura. 134 pp.
- IBGE. Geografia do Brasil, Região Norte. Rio de Janeiro, SERGRAF – IBGE - Diretoria Técnica, 1977. 466p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. 1992. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Manuais Técnicos em Geociências No. 1.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. 1993. Mapa de vegetação do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- ILKIU-BORGES, A.L.; CARDOSO, A.L.R.; SILVEIRA LIMA, E.C.; & VON ATZINGER, N. (s/data). Carajás – uma iniciativa de preservação.
- INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 1991. Catálogo de madeiras da Amazônia. Amazonas, MA. 163 pp.
- KAGEYAMA, P. Y; GANDARA, F. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP: FAPESP, 2000. p. 249-269.
- KAGEYAMA, P.Y. Plantações de essências nativas florestas de proteção e reflorestamentos mistos. Piracicaba, Documentos Florestais (8):1–9, 1990.
- KIRBRIDE, J.H. 1980. *Manipulus rubiacearum* I. Acta Amazon. Manaus, 10(1): 97-118.

- Kirkbr 1980. *Perama carajasensis* J.H.Kirkbr. Acta Amazônica 10(1): 109.
- KRAL & M.T. Strong. *Bulbostylis carajana*: Sida 18: 844. 1999.
- KRAL, R. 1988. The Genus *Xyris* (Xyridaceae) in Venezuela and Contiguous Northern South America. Ann. Missouri Bot. Gard. 75: 654.
- LONGHI-WAGNER & BOECHAT. 1993. *Sporobolus multiramosus* Longhi-Wagner & Boechat. Acta Bot. Brasil. 7(2): 152-155
- LOPES, W.P.; SILVA, A.F.; SOUZA, A.L. Phytosociological structure of a stand of arboreal vegetation in Rio Doce State Park - Minas Gerais, Brazil. Acta Botânica Brasilica, v16, n4, p.443-456, 2002.
- LORENZI, H, SOUZA, H.M.; MEDEIROS-COSTA, J.T.; CERQUEIRA, L.S.C. & VON BEHR, N. 1996. PALMEIRAS no Brasil - nativas e exóticas. Editora Plantarum. Nova Odessa. SP.
- LORENZI, H. 1991. Plantas daninhas do Brasil - terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 2ª ed. Editora Plantarum Ltda. Nova Odessa, SP 440 pp.
- LORENZI, H. 1992. Árvores brasileiras. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Editora Plantarum Ltda. Nova Odessa, SP. 352 pp.
- LORENZI, H. 1998. Árvores brasileiras. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Vol. 2. Editora Plantarum Ltda. Nova Odessa, SP. 352 pp.
- LORIN I. NEVLING, Jr.; KERRY BARRINGER. 1993. A New Species of *Daphnopsis* (Thymelaeaceae) from Brazil. Brittonia, Vol. 45, No. 4. pp. 335-336.
- LOUREIRO, A. A. e LISBOA, P.L.B. 1979. Madeiras do município de Aripuanã e suas utilidades (Mato Grosso). Acta Amazonica 9(1): suplemento.
- LOUREIRO, A. A., SILVA, M.F. e ALENCAR, J.C. 1979. Essências madeireiras da Amazônia. Vol I e II. Conselho Nacional de Pesquisas-CNPq e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA. Manaus, AM.
- LOURTIEG. 1987. *Cuphea carajasensis* Sellowia 39: 13.
- MASCHIO, L.M.A.; BALENSIEFER, M.F.G.;CURCIO, L.M. Evolução, Estágio e Caracterização da Pesquisa em Recuperação de áreas Degradadas no Brasil. Anais do I Simpósio Brasileiro de Recuperação de Áreas Degradadas. Univ. Federal do Paraná, Curitiba, PR, 520p., 1992.
- MATA NATIVA 2, CIETEC- Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas. 2006. Viçosa
- MATTEI, L. V. Avaliação de protetores físicos em semeadura direta de *Pinus taeda* L. Ciência Florestal, V.7, n.1, p91-100, 1997.

- MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., Brooks, T.M., Pilgrim, J.D., Konstant, R.W. da Fonseca, G.A.B. & Kormos, C. 2003. Wilderness and biodiversity conservation. PNAS 100(18): 10309–10313.
- MOLDENKE HN. 1973 Notes on new and noteworthy plants: 58. Phytologia 25. (7): 430-432
- MORILLO, G. 1993. Nuevos Taxones Sudamericanos em El Género *Marsdenia* R. Br. (Asclepiadaceae). Anales del Jardin Botanico de Madrid 51(1): 57-58.
- MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. 1988. Relatório Final – Projeto Estudo e Preservação de Recursos Humanos e Naturais da Área do Projeto Ferro Carajás, 513 pag.
- NEVLING, L.L. & Jr.; Barringer, K. 1993. A New Species of *Daphnopsis* (Thymelaeaceae) from Brazil. *Brittonia*, Vol. 45, No. 4. (Oct. - Dec., 1993), pp. 335-336.
- OLIVEIRA, E.P. Monitoramento da mesofauna do solo para avaliação de áreas recuperadas com árvores nativas na mineração Rio do Norte. Anais do III Simpósio Brasileiro de Recuperação de Áreas Degradadas. Univ. Federal de Viçosa, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 580p., 1997.
- OLIVEIRA, L. C. & SILVA, J. N. M. - Dinâmica de uma floresta secundária no planalto de Belterra, Santarém, Pará. Anais do Simpósio de Silvicultura na Amazônia Oriental: Contribuições do Projeto Embrapa/DFID, 1999.
- OSAGUI, H. 2001a. Inventário Florestal na área do igarapé Gelado Floresta Nacional de Carajás, Parauapebas, PA. Documento não publicado.
- OSAGUI, H. 2001b. Inventário Florestal de 114,51 ha na Floresta Nacional de Carajás, Parauapebas - Pará. Documento não publicado.
- PARADELLA, W.R.; SILVA, M.F.F. DA & ROSA, N.A. A. Geobotanical approach to the Tropical Rain Forest Environment of the Carajás Mineral Province (Amazon Region Brazil) Based on Digital TM and DEM data. *International Journal of Remote Sensing* 15(8): 1633-1648. 1994.
- PIRANI JR, THOMAS WW. 1988 Duas novas especies de *Picramnia* (Simaroubaceae) para a flora do norte do Brasil. *Bol. Mus. Paraense Emilio Goeldi, Bot.* 4(2): 271-280
- PLOWMAN, T. New taxa of *Erythoxylum* (Erythoxylaceae) from the Amazon Basin. *Acta Amazonica* suppl. 14(1/2): 124. 1984
- POGGIANI, F.; MONTEIRO, C.C. Efeito da implantação de maciços florestais puros na reabilitação do solo degradado pela mineração de xisto betuminoso. Anais do VI Congresso Florestal Brasileiro, Campos do Jordão. Florestas e meio ambiente: conservação e produção, patrimônio social. p.275-81, 1990.
- POGGIANI, F.; SIMÕES, J.W.; MENDES FILHO, J.A.A.; MORAES, A.M. Utilização de espécies florestais de rápido crescimento na recuperação de áreas degradadas. Piracicaba, IPEF, Série Técnica 2, 25p., 1981.

- PRANCE, G.T. & BROWN Jr., K.S. 1987. The principle vegetation types of the Brazilian Amazon. In: Whitmore, T.C. and Prance, G.T. (eds.). Biogeography and Quaternary History in Tropical America. Clarendon Press, Oxford., Pp. 30-31.
- PRANCE, G.T. 1977. 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.
- RADAMBRASIL, 1974. Levantamento de recursos naturais. Vol. 4. Folha SB.22 - Araguaia. Ministério das Minas e Energia. Dpto Nacional da Produção Mineral. Rio de Janeiro, RJ.
- RAYOL, B. 2006. Análise florística e estrutural da vegetação xerofítica das savanas metalófilas na FLONA Carajás: subsídios à conservação. Dissertação de mestrado apresentado à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi.
- RIBEIRO, J.E.L.S.; HOPKINS, M.J.G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C.A.; COSTA, M.A.S.; BRITO, J.M.; SOUZA, M.A.D.; MARTINS, L.A. D.; LOHMANN, L.G.; ASSUNÇÃO, P.A.; PEREIRA, E.C.; SILVA, C.F.; MESQUITA, M.R. e PROCÓPIO, L.C. 1999. Flora da Reserva Ducke - Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firma na Amazônia Central. INPA, Manaus. AM. 800 pp.
- RIZZINI, C.T. 1978. Árvores e madeiras úteis do Brasil. Manual de dendrologia brasileira. Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo, SP. 304 pp.
- RIZZINI, C.T. 1979. Tratado de Fitogeografia do Brasil. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- ROB. H. 1980. *Vernonia paraensis* H. Rob. Phytologia 46(2): 111.
- ROB. H. 1994. *Asteraceae Lepidaploa paraensis* (H.Rob.) H.Rob. Phytologia 76(1): 28.
- RYLANDS, A.B. et al. 2002. Amazonia. In: R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, P. Robles Gil, J. Pilgrim, G.A.B. da Fonseca, T. Brooks & W.R. Konstant (eds.). Wilderness: earth's last wild places. pp. 56-107. CEMEX, Agrupación Serra Madre, S.C., Mexico.
- SALAZAR, G.A. & SILVA, J.B.F. 1993. *Mormodes paraensis*, a new orchid species from Brazil. Lindleyana 8(2): 73-76.
- SALM, R. Tree species diversity in a seasonally-dry forest: the case of the Pinkaití site, in the Kayapó Indigenous Area, southeastern limits of the Amazon. Acta Amazonica, 34(3):435 – 443, 2004.
- SALOMÃO, R.P.; SILVA, M.F.F. da. & Rosa, N.A. Inventário Ecológico em Floresta Pluvial Tropical de Terra Firme, Serra Norte, Carajás, Pa. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Série Botânica. Vol. 4(1):46. 1988.
- SECCO, R.S. & MESQUITA, A.L. 1983. Nota Sobre a Vegetação de Canga da Serra Norte. I. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Nova Sér. Bot., 59:1-13. il.

- SILVA, A.S.L. 1993. A flora “rupestre” de Carajás – Fabaceae. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Série Botânica. Vol.9(1):3-30.
- Silva, M.F.F. 1987. Estudos Botânicos em Carajás. *In* Desenvolvimento Econômico e Impacto Ambiental em Áreas de Trópico Úmido Brasileiro. A experiência da CVRD. Anais do Seminário. Rio de Janeiro.
- SILVA, M.F.F. 1987. Estudos Botânicos em Carajás. *In* Desenvolvimento Econômico e Impacto Ambiental em Áreas de Trópico Úmido Brasileiro. A experiência da CVRD. Anais do Seminário. Rio de Janeiro.
- SILVA, M.F.F. da. & ROSA, N.A. 1990. Estudos Botânicos na Área do Projeto Ferro Carajás, Serra Norte. I - Aspectos Ecológicos e Vegetacionais dos Campos Rupestres (1). *In*: XXXV Congresso Nacional de Botânica, Manaus-Am, 1984. Anais: 367-379. Brasília - IBAMA.
- SILVA, M.F.F. da. 1991. Análise Florística da Vegetação que Cresce sobre Canga Hematítica em Carajás-Pa (Brasil). Série Especial do Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. 7(1):79-108.
- SILVA, M.F.F. da; MENEZES, N.L. de; CAVALCANTE, P.B. & JOLY, C.A. 1986a. Estudos Botânicos: Histórico, Atualidade e Perspectivas. *In*: Carajás: Desafio Político, Ecologia e Desenvolvimento. São Paulo: Brasiliense; Brasília: CNPq. p 184-207.
- SILVA, M.F.F. da; ROSA, N.A. & SALOMÃO, R.P. 1986b. Estudos Botânicos na Área do Projeto Ferro Carajás. 3 - Aspectos Florísticos da Mata do Aeroporto de Serra Norte-Pa. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Série Botânica. Vol. 2(2):169-187.
- SILVA, M.F.F., SECCO, R.S. & LOBO, M.G.A. 1996. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil. Acta Amazônica 26(1/2):17-44.
- SILVEIRA, E.C.; CARDOSO, A.L.R.; ILKIU-BORGES, A.L. & Von ATZINGER, N. 1995. Flora orquidológica da Serra dos Carajás, Estado do Pará. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Série Botânica, 11(1): .
- SILVEIRA, M.M.T. et al. Sugestão de Roteiro Analítico-Descritivo para Recuperação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos da Indústria Coureiro-Calçadista. Anais do I Simpósio Brasileiro de Recuperação de Áreas Degradadas. Univ. Federal do Paraná, Curitiba, PR, 520p., 1992.
- SKORUPA, L.A. 1998. Three new species of *Pilocarpus* Vahl (Rutaceae) from Brazil. *Novon* 8:447-454.
- STCP – Engenharia de Projetos Ltda. 2003. Plano de Manejo para uso múltiplo da Floresta Nacional de Carajás. Cap. 3 – Manejo e Desenvolvimento – Zoneamento. Curitiba, PR.
- STEYERMARK, J.A.BERRY, P.E. & Holst, B.K., 1995. Flora of the Venezuelan Guayana – VolII Introduction.
- TAYLOR, P. 1986. New Taxa in *Utricularia* (Lentibulariaceae) *Kew Bulletin*, Vol. 41, No. 1 (1986), pp. 1-18

VALE. Programa de Recuperação de Áreas Degradadas PRAD - Mina de Ferro de Carajás  
Província Mineral de Carajás – PA. 2008.

VAN ROSMALEN, M.G.M. 1982. Fruits of Guianan flora. Institute of systematic botany,  
Utrecht University and Silvicultural Department of Wageningen, Agricultural University.  
Netherlands.

ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E.H.A. & MAIA, J.G.S. 2001. Aroma de flores na Amazônia.  
Museu Paraense Emílio Goeldi. Coleção Adolpho Ducke. Belém, Pará. 240 pp.

### 13.2.2 Aves

ANTAS, P. T. Z. ; NASCIMENTO, I. L. S. Sob os céus do Pantanal: Biologia e Conservação do  
Tuiuiú (*Jabiru mycteria*). São Paulo: Empresa das Artes, 1996. 169 pp.

AQUINO, M. J. S. *O Ferro e a “Canga”: Disputas e Parcerias na Conservação e Exploração  
Mineral em Carajás*. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-  
GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 3., 2006. Brasília, Anais...  
Brasília: Centro de Convenções Israel Pinheiro.

BIBBY, C. J., BURGESS, N. D.; HILL, D. A. Birds census techniques. Cambridge: Academy  
Press Inc. Printing in Great Britain by the University Press, 1993.

BRANDT MEIO AMBIENTE. Relatório de Controle Ambiental (RCA) do Projeto Igarapé  
Bahia do município de Parauapebas, PA, Belo Horizonte: Vale. 2002. Documento Interno.

BRANDON, K., FONSECA, G. A. B., RYLANDS, A. B. SILVA; J. M. C. Conservação  
brasileira, desafios e oportunidades. Megadiversidade, v. 1, n.1, p. 7-13, 2005.

BROWER, J. E. ; ZAR, J. H. Field & laboratory methods for general ecology. Dordrecht: W. C.  
Brown Publishers, 1984. 226 pp.

BROWN, K. S. Biogeografia e conservação das florestas Atlântica e Amazônica Brasileiras. In:  
SEMINÁRIO SOBRE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E IMPACTO AMBIENTAL  
EM ÁREAS DO TRÓPICO ÚMIDO BRASILEIRO, 1., 1986, Belém. Anais... Rio de  
Janeiro: VALE 1987. p. 85-92.

CAVALCANTI, R. B. Migrações de aves do cerrado. In: Encontro Nacional de Anilhadores de  
Aves, 4, 1990, Recife. Anais... Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco: 1990, p.  
110-116.

CHAZDON, R. L., COLWELL, R. K., DENSLOW, J. S., GUARIGUATA, M. R. Statistical  
methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary  
rain forests of NE Costa Rica. In: Forest biodiversity research, monitoring and modeling:  
Conceptual background and Old World case studies. Ed. F. Dallmeier & J. A. Comiskey, p.  
285-309. Parthenon Publishing, Paris. 1998.

COLWELL, R. K. User's guide to EstimateS 7.5 statistical. Estimation of species richness and  
shared species from samples. Version 7.5. Copyright 2005, 22 p. 2005.



- CINTRA, R., ALVES, M. A. S. CAVALCANTI, R. B. Dieta da rolinha Columbina talpacoti (Aves, Columbidae) no Brasil Central – comparação entre sexos e idades. *Revista Brasileira de Biologia*, v.50, n.2, p. 469-473.1990.
- COLLAR, N. J. ; JUNIPER, A. T. Dimensions and causes of the parrot conservation crisis. In: S. R. Beissinger and N. E R. Snyder (eds.). *New World parrots in crisis: solutions from conservation biology*. Washington: Smithsonian Institution Press. 1992. p. 1-182.
- COLLAR, N. J., CROSBY, N. J. ; STATTERSFIELD, A. J. *Birds to watch 2: The world list of threatened birds*. Cambridge: International Council for Bird Preservation. 1994.
- COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. *Lista das Aves do Brasil*, 2008. Disponível em : < <http://www.cbro.org.br/CBRO/listabr.htm>>.
- 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. (orgs.). *Neotropical Ornithology*. Washington, D. C.: American Ornithologists Union Ornithological Monographs, v. 36, 1985. pp. 49-83.
- FLATHER, C. Fitting species-accumulation functions and assessing regional land use impacts on avian diversity. *Journal of Biogeography*, v.23, p.155–68. 1996.
- GALETTI, M.; GUIMARÃES JR., P. R.; MARSDEN, S. Padrões de riqueza, risco de extinção e conservação dos psitacídeos neotropicais In: GALETTI, M.; PIZO, M. A. Eds. *Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil*. Belo Horizonte (MG): Melopsittacus Publicações Científicas. p.17-22. 2002.
- GALETTI, M. & PIZO, M.A. (eds.). *Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil*. Belo Horizonte, Melopsittacus Publicações Científicas. p.123-139. 2002.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. *Estudo de Impacto Ambiental da Mina Serra Leste, Curionópolis, PA, Belo Horizonte, Vale, 2006a*. Documento Interno.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. *Relatório de Controle Ambiental (RCA) e de Plano Básico Ambiental (PBA) da Estrada e Ferrovia da Mina Serra Leste, Curionópolis, PA. Vale, 2006b*. Documento Interno.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. *Relatório de Controle Ambiental (RCA) da Usina de Beneficiamento de Minério de Ferro à Umidade Natural do Complexo de Ferro Carajás, Projeto 130 Milhões da VALE, Parauapebas, PA. Vale, 2006c*. Documento Interno.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. *Relatório de Controle Ambiental (RCA) da Mina de Manganês do Azul, Parauapebas, PA. Vale, 2006d*. Documento Interno.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. *Estudo de Gestão Ambiental Territorial – EGAT da Região de Carajás. Vale, 2007*. Documento Interno.

- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. Estudo de Impacto Ambiental do Ramal Ferroviário Sudeste do Pará, Canaã de Carajás e Parauapebas, PA. Vale, 2008a. Documento Interno.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. Estudo de Similaridade das Paisagens de Savana Metalófila da Região de Carajás (componente do “Projeto para Avaliação do Tamanho Mínimo Viável de Canga na Floresta Nacional de Carajás”), Canaã de Carajás e Parauapebas, PA. Vale, 2008b. Documento Interno.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. Estudo de Impacto Ambiental do Pellet Feed da Barragem do Gelado, Parauapebas, PA. Vale. 2008c, (em andamento). Documento Interno.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Cristalino, Canaã dos Carajás e Curionópolis, PA. Vale. 2008c. Documento Interno.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Cristalino, Canaã dos Carajás e Curionópolis, PA. Vale. 2008c. Documento Interno.
- GOTELLI, N. J.; GRAVES, G. R. Null models in ecology. Smithsonian Institution Press. 1996.
- GOTELLI, N. J.; ENTSMINGER, G.L. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0. Acquired Intelligence e Kesity-Bear. 2001.
- GRANTS AU, R. Os beija-flores do Brasil: uma chave de identificação para todas as formas de beija-flores do Brasil com a descrição de quatro formas novas. Tradução de Ilse Grantsau. 2. ed. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1989. 233p.
- GUEDES, N. M. R. Araras azuis, 15 anos de estudos no Pantanal. In: SIMPOSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECÔNICOS DO PANTANAL, 4, 2004, Corumbá, Anais... Corumbá: Embrapa Pantanal. 2004.
- HAFFER, J. Avian zoogeography of the neotropical lowlands. In: In: BUCKLEY, P. A., FOSTER, M. S., MORTON, E. S., RIDGELY, R. S., BUCKLEY, F. G. (orgs.). Neotropical Ornithology. Washington, D. C.: American Ornithologists Union Ornithological Monographs, 1985. v.36,. pp.113-14.
- HARDY, J. W., COFFEY Jr., B. B.; REYNARD, G. B. Voices of the New World Owls. Gainesville: ARA Records, 1990.
- HARDY, J. W., VIELLIARD, J. M.; STRANECK, R. Voices of the Tinamous. Gainesville: ARA Records, 1993.
- HILTY, S. L.; BROWN, W. L.. A guide to the birds of Colombia. New Jersey: Princeton University Press, 1986. 836p.

- IMA, M. S. B. & MAY, P. H. A expansão da fronteira agrícola no sul do Amazonas e sua relação com o incremento do desmatamento nas áreas de cerrado e campos naturais. 2005 Disponível em [http: <://www.amazonia.org.br/arquivos/190311.pdf>](http://www.amazonia.org.br/arquivos/190311.pdf).
- INSTITUTO AMBIENTAL VALE DO RIO DOCE. Termo de Referência para Elaboração de EIA-RIMA para o Projeto Serra Sul, Canaã dos Carajás, PA. Vale, 2007. Documento Interno.
- INSTITUTO AMBIENTAL VALE DO RIO DOCE. Departamento de Manganês e Ligas – DIMA, Relatório Técnico do Inventário Florestal em uma Área de 163 hectares na Barragem do Azul, Projeto de Alçamento do Maciço, Mina de Manganês do Azul, Floresta Nacional de Carajás, Parauapebas, PA. 2005a. Documento Interno.
- INSTITUTO AMBIENTAL VALE DO RIO DOCE.. Diagnóstico de Fauna, Corpo 1, Mina de Manganês do Azul, Floresta Nacional de Carajás, Parauapebas, PA. 2005b. Documento Interno.
- INSTITUTO AMBIENTAL VALE DO RIO DOCE. Diagnóstico de Fauna, Floresta Ombrófila, Floresta Nacional de Carajás, Parauapebas, PA, 2005c. Documento Interno.
- ISLER, M. L.; ISLER, P. R.. The tanagers - natural history, distribution, and identification. Washington,: Smithsonian Institution Press, 1987. 404p.
- KARR, J. R., SCOTT, K. R., BLAKE, J. G.; BIERREGAARD, R. O.. Birds of four neotropical forests. In: GENTRY, A. H., editor. Four neotropical rainforests. New Haven and London: Yale University press: 1990.cap.14, p. 237-269.
- KREBS, C. J. Ecological methodology. Harper Collins Publ..1989. p. 654.
- LANYON, W. E.. Revision of the Myiarchus flycatchers of South America. Bulletin of the American Museum of Natural History, 1978. v.161, n.4. p. 427-628.
- LINS, L. V.; MACHADO, A. B. M.; COSTA, C. M. R.; HERRMANN, G. Roteiro metodológico para elaboração de listas de espécies ameaçadas de extinção: contendo a lista oficial da fauna ameaçada de extinção de Minas Gerais. Publicações Avulsas da Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, v.1, p.1-50. 1997.
- LONGINO, J. T.; CODDINGTON, J.; COLWELL, R. K. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. Ecology, v.83, n.3, p.689–702, 2002.
- MACHADO, A. B. M.; FONSECA, G. A. B.; MACHADO, R. B.; AGUIAR, L. M. S.; LINS, L. V. 1. Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998. 605 pp.
- MACHADO, A. B. M.; MARTINS, C. S.; DRUMMOND, G. M. Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção, incluindo as listas das espécies quase ameaçadas e deficientes em dados. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 2005.157 pp.
- MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. V.2. 1.420 pp.

- MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement., New Jersey: Princeton University Press, 1988. 179 pp.
- MAGURRAN, A., E. R. Ecological diversity and its measurement., Vedná, New York.1989.
- MARINI, M. A.; GARCIA, F. I. Bird conservation in Brazil. Conservation Biology, v.19, n. 3, p. 665-671, 2005.
- MITTERMEIER, R. A.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; MITTERMEIER, C. G. Brasil. In: R. A. Mittermeier; P. Robles Gil; C. G. Mittermeier. (Org.). Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations. 1 ed. México: CEMEX. SA, México, 1997, v. 1, p. 38-73.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/IBAMA. Manejo de Fauna em Florestas Nacionais com Atividades de Mineração: Proposta Metodológica para Diagnóstico, Monitoramento e Salvamento. Brasília, DF. IBAMA, 2006. 47pp.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, v.403, p. 853-858 , 2000.
- MORENO, C. E. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Zaragoza, v.1, 84 pp.,2000.
- MOTTA JÚNIOR, J. C. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do estado de São Paulo. Ararajuba, v.1, p.65-71, 1990.
- MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI. Fauna de Carajás, Diagnóstico do Estado da Arte do Conhecimento sobre a Fauna da Região da Serra de Carajás, Floresta Nacional de Carajás e Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri, Parauapebas, Canaã dos Carajás e Água Azul do Norte, PA. Vale, 2005. Documento Interno.
- NEGRET, A. J.; NEGRET, R. A. As aves migratórias do Distrito Federal. Boletim Técnico, n.6. Ministério da Agricultura. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 1981. 64p.
- NEGRET, A. J., TAYLOR, J., SOARES, R. C., CAVALCANTI, R. B.; JOHNSON, C. 1984. Aves da região geo-política do Distrito Federal. Lista (Check List) 429 espécies. SEMA, Brasília. 1984.
- NOVAES, F. C. Vertebrados Terrestres da Serra Norte/Carajás. In: SEMINÁRIO SOBRE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E IMPACTO AMBIENTAL EM ÁREAS DO TRÓPICO ÚMIDO BRASILEIRO, 1.;1986. Belém, Anais... Belém: VALE, 1987. p.109-112.
- ODUM, E. P. Ecology. London: Holt-Saunders. 1980. 244pp.
- OREN, D. C. A Avifauna de Canga Ferrífera. In: SEMINÁRIO SOBRE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E IMPACTO AMBIENTAL EM ÁREAS DO TRÓPICO ÚMIDO BRASILEIRO, 1. 1986. Belém, Anais... Belém: VALE, 1987. p. 113-116.

- PACHECO, J. F.; KIRWAN, G. M.; ALEIXO A.; WHITNEY, B. M.; WHITTAKER, A.; MINNS, J.; ZIMMER, K. J.; FONSECA, P. M. S.; LIMA, M. F. C.; OREN, D. C. An avifaunal inventory of the CVRD Serra dos Carajás Project. *Cotinga*, Pará, v. 27, p.15-30, 2007.
- RIDGELY, R.; TUDOR, G. 1989. *The birds of South America: Suboscines*. Texas, USA: Texas University Press. 516p.
- RIDGELY, R. & TUDOR, G.. *The birds of South America: Oscines*. Texas: Texas University Press, 1994. 814pp.
- SCHAUENSEE, R. M. *A guide to the birds of South America*. Philadelphia: The Pan American Section, The International Council for Bird Preservation, Inter Collegiate Press Inc, The Academy of Natural Sciences of Philadelphia.1982. 500 pp.
- SCHEINER, S. M. Six types of species-area curves. *Global Ecology and Biogeography*, v.12, p. 441–447, 2003.
- SECTAM, *Fauna Ameaçada de Extinção no Estado do Pará*, 2006. Disponível em : < <http://www.sectam.pa.gov.br> >. Acesso em 20 de ago. 2007. Resolução COEMA nº. 54/07 – Lista das Espécies da Flora e da Fauna Ameaçadas no Estado do Pará.
- SICK, H. *Migrações de aves na América do Sul Continental*. CEMAVE - Centro de Estudos de Migrações de Aves. Gráfica IBDF: Publicação Técnica nº. 2. Ministério da Agricultura. 1983. 86pp.
- SEMA – SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E GTZ. *Lista vermelha de animais ameaçados de extinção no Estado do Paraná*. Curitiba, 1995. 177 pp.
- SICK, H. *Ornitologia brasileira*. Edição revista e ampliada J. F. Pacheco. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 862p.
- SILVA, M. C.; RYLANDS, A. B. & FONSECA, G. A. B.. The fate of amazonian áreas of endemisms. *Conservation Biology*, v.19, n.3, p.686-684, 2005.
- SOBERON, M. J. & LLORENTE, B. J. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, v.7, p.480-488, 1993.
- SOUZA, D. G. S. *Todas as aves do Brasil: guia de campo para identificação*. Feira de Santana: Editora Dall, 1998. 239 pp.
- STCP ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA *Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás*. Vale, 2001. Documento Interno.
- STORK, N. E.; BOYLE T. J. B.; DALE, V.; EELEY, H.; FINEGAN, B.; LAWES, M.; MANOKARAN, N.; PRABHU, R.; SOBERON J. *Criteria and Indicators for Assessing the Sustainability of Forest Management: Conservation of Biodiversity*. CIFOR Working Paper: n.17, 1997.

- TJØRVE, E. Shapes and functions of species–area curves: a review of possible models. *Journal of Biogeography*, v.30, p.827–835, 2003.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais (DERNA). Rio de Janeiro, 1991.
- VIELLIARD, J. M. Guia sonoro das aves do Brasil. Sociedade Brasileira de Ornitologia, Fundação o Boticário de Proteção à Natureza. Manaus: Sonopress, 1995a. Rimo da Amazônia, Indústria e Comércio Fonográfica Ltda.
- VIELLIARD, J. M. Cantos de aves do Brasil. Sociedade Brasileira de Ornitologia. Manaus: Sonopress, 1995b. - Rimo da Amazônia, Indústria e Comércio Fonográfica Ltda.
- VIEIRA, I. C. G., FERREIRA L. V.; HOMMA, A. K. O. Programa de C&T para recuperação de áreas alteradas no arco do desmatamento da Amazônia. Disponível em: <[http://www.sbpcnet.org.br/documentos/Relatorio\\_final-SBPC-Amazonia.pdf](http://www.sbpcnet.org.br/documentos/Relatorio_final-SBPC-Amazonia.pdf)>.
- WILLIAMSON, M.; GASTON, K. J.; LONSDALE, W. M. The species-area relationship does not have an asymptote! *Journal of Biogeography*, v.28, p.827±830. 2001.

### 13.2.3 Herpetofauna

- AVILA-PIRES, T.C.S. HOOGMOED, M.S. & L.J. VITT. 2007. Herpetofauna da Amazônia. In *Herpetologia do Brasil II*, L.B. Nascimento e M.E. OLIVEIRA (ed.). 13-43 pp. Sociedade Brasileira de Herpetologia, Belo Horizonte.
- ÁVILA-PIRES, T. C. S. 1995. Lizards of Brazilian Amazônia (Reptilia: Squamata), *Zoologische Verhandelingen*. 706p.
- AZEVEDO-RAMOS, C. & U. GALATTI. 2002. Patterns of amphibian diversity in Brazilian Amazonia: conservation implications. *Biological Conservation* 103:103-111.
- CABRERA, M. R. & COLANTONIO, S. E. 1997. Taxonomic Revision Of The South America Subspecies Of The Turtle *Kinosternon Scorpioides*. *Journal Of Herpetology* 31(4): 507-513.
- CASTRO, A.B. 2006. Biologia reprodutiva e crescimento do muçã *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus,1776) em cativeiro. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Federal do Pará, Belém, PA, UFPA/Embrapa/UFRA. 101pp.
- CRUMP, M. L. 1971. Quantitative analysis of the ecological distribution of a tropical herpetofauna. *Occas. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas* 3:1-62.
- COLWELL, R.K. & CODDINGTON, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 345:101-118.

- CUNHA, O. R. 1970. Uma nova espécie de quelônio, *Kinosternon scorpioides carajasensis* da Serra dos Carajás, Pará. (Testudinata, Kinosternidae). Boletim do Museu paraense Emílio Goeldi, Sér. Zool. (73).
- CUNHA, O. R., NASCIMENTO, F. P. & ÁVILA-PIRES, T. C. S. 1985. Os Répteis da área de Carajás, Pará, Brasil (Testudines e Squamata) I, 9-92p. In: *Contribuições do Museu Paraense Emílio Goeldi ao Projeto Carajás*. Publicações Avulsas nº 40, Belém, Pará, Brasil.
- CUNHA, O. R. & P. NASCIMENTO. 1993. Ofídios da Amazônia. As cobras da região do Pará. Bol. Mus. Para. E. Goeldi. 9: 1-191.
- DALY, J.W., BROWN, G.B. & MENSAH-DWUMAH, M.. 1978. Classification of skin alkaloids from neotropical poison-dart frogs (Dendrobatidae). *Toxicon* 16 (1978), pp. 164–168.
- DUELLMAN, W.E. 1978. The Biology of an Equatorial Herpetofauna in Amazonian Ecuador. Miscellaneous Publications University of Kansas Museum of Natural History, 65: 1-352.
- FRANCO, F. L. & T.G. FERREIRA. 2002. Descrição de uma nova espécie de *Thamnodynastes* Wagler, 1830 (Serpentes, Colubridae) do norte brasileiro, com comentários sobre o gênero. *Phyllomedusa* 1:57-74.
- GALATTI, U. 1992. Population Biology of the frog *Leptodactylus pentadactylus* in a Central Amazonian Rainforest. *Journal of Herpetology* 26(1): 23-31.
- GALATTI, U. 1996. Condição Nutricional, Reprodução e Dinâmica Populacional de *Bufo granulatus goeldii* em Área de Savana na Margem do Rio Tapajós, Santarém, Pará. Tese de Doutorado. PPG INPA/UFPA, Manaus. 120 pp.
- GALATTI, U., R. A. T. STUPIÑAN, A. C. L. DIAS, & A. E. M. TRAVASSOS. 2007. Anfíbios da Área de Pesquisa Ecológica do Guamá – APEG e Região de Belém – PA. In *Mocambo: Diversidade e Dinâmica Biológica da Área de Pesquisa Ecológica do Pará (APEG)*. Eds. GOMES, J. I., METINS, M. B. , MARTINS DA SILVA, R. C. V. & ALMEIDA, S. S. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi: Embrapa Amazônia Oriental.
- GIARETTA, A. A. & M. N. D. C. KOKUBUM. 2003. A New Species of *Pseudopaludicola* (Anura, Leptodactylidae) from Northern Brazil. *Zootaxa* 383: 1-8.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. 2007. Estudo de Gestão Ambiental Territorial – EGAT. Volume III, Anexo II - Diagnóstico do Meio Biótico. Rio de Janeiro, RJ. Pp: 25-60.
- GOTELLI, N.J. & A.M. ELLISON. 2004. *A Primer of Ecological Statistics*. Massachusetts: Sinauer Associates.
- HADDAD, C. F. B., & P. A. PRADO. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic forest of Brazil. *BioScience* 55:207-217.
- HÖLD, W. 1990. Reproductive diversity in Amazonian lowland frogs. *Fortschritte der Zoologies* 38:41-60.

- IAVRD - Instituto Ambiental Vale do Rio Doce. 2005. Diagnóstico de Fauna – Floresta Ombrófila, Floresta Nacional de Carajás. Parauapebas, PA. 46pp.
- IUCN. 2008. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 10/11/2008.
- LIMA, A.P.; W.E. MAGNUSSON; M. MENIN; L.K. ERDTMANN; D.J. RODRIGUES; C. KELLER & W. HÖDL. 2006. Guia de Sapos da Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central. Áttema Design Editorial. 168pp.
- MARTINS, M. & M. E. OLIVEIRA. 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* 6:78-150.
- MARTINS, M., M. S. ARAÚJO, R. J. SAWAYA, AND R. NUNES. 2001. Diversity and evolution of macrohabitat use, body size and morphology in a monophyletic group of Neotropical pitvipers (*Bothrops*). *Journal of Zoology* 254:529-538.
- MASCHIO, G. F. 2008. História Natural e Ecologia das Serpentes da Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço/Portel, Pará, Brasil. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Pará / Museu paraense Emílio Goeldi. Belém, Pará.
- MORENO, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI (MPEG). 2005. Diagnóstico do “estado da arte” do conhecimento sobre a fauna da região de Carajás. Belém, PA. 353pp.
- NASCIMENTO, F. P.; ÁVILA-PIRES T. C. S.; CUNHA, O. R. 1987. Os répteis da área de Carajás, Pará, Brasil (Squamata). II. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, nova série Zoologia, Belém, 3 (1): 33-65.
- PARMELEE, J. R. 1999. Trophic Ecology of a Tropical Anuran Assemblage. *Scientific Papers Nat. Hist. Mus. Univ. Kansas* 11: 1-59.
- PIANKA, E.R. 1966. Convexity, desert lizards, and spatial heterogeneity, *Ecology* 47 (1966), pp. 1055–1059.
- POUGH, F.H., MAGNUSSON, W.E., RYAN, M.J., TAIGEN, T.L. & WELLS, K.D. 1992. Behavioral energetics. In: M.E. Feder and W.W. Burggren, Editors, *Environmental Physiology of the Amphibians*, University of Chicago Press, Chicago. Pp. 395–436.
- PETERS, J.A. & OREJAS-MIRANDA, B. 1970. Catalogue of Neotropical Squamata. Part I . Snakes. *Bulletin of the United States National Museum* 297: 1-347.
- SANTOS-COSTA, M. C. 2003. História natural da comunidade de serpentes da Estação Científica Ferreira Penna, Melgaço, Pará. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Biociências (Zoologia). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. PUC / RS. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.



- SEBBEN, A., SCHWARTZ, C.A. & CRUZ, J.S. 1993. A defesa química dos anfíbios. *Ciência Hoje*, v. 15, n. 87. pp. 25-33.
- STORK, N.E., T.J.B. BOYLE, V. DALE, H. EELEY, B. FINEGAN, M. LAWES, N. MANOKARAN, R. PRABHU AND J. SOBERON. 1997. Criteria and Indicators for Assessing the Sustainability of Forest Management: Conservation of Biodiversity. CIFOR Working Paper No 17.
- STRÜSSMANN, C., M. B. R. DO VALE, M. H. MENEGHINI & W. E. MAGNUSSON. 1984. Diet and foraging mode of *Bufo marinus* and *Leptodactylus ocellatus*. *Journal of Herpetology* 18: 138-146.
- TOCHER, M.D., C. GASCON, & B. L. ZIMMERMAN. 1997. Fragmentation effects on a Central Amazonian frog community: a ten-year study. Pg: 124-137. In: W. F. Laurance e R. O. Bierregaard Jr. (eds.). *Tropical Forests Remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago, The University of Chicago Press.
- VILLAÇA, A.M. 2004. Uso de habitat por *Caiman crocodilus* e *Paleosuchus palpebrosus* no reservatório da UHE de Lajeado, Tocantins. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Piracicaba. 59 p.
- VITT, L. J., 1991. Ecology and life history of the scansorial arboreal lizard *Plica plica* (Iguanidae) in Amazonian Brazil. *Canadian Journal Zoology* 69:504-511.
- VITT, L. J., P. A. ZANI, & A. M. BARROS. 1997a. Ecological Variation among Populations of the Gekkonid Lizard *Gonatodes humeralis* in Amazon Basin. *Copeia* 1:32-43.
- VITT, L. J., P. A. ZANI, & A. C. M. LIMA. 1997b. Heliotherms in tropical rain forest: the ecology of *Kentropyx calcarata* (Teiidae) and *Mabuya nigropunctata* (Scincidae) in the Curuá-Una of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 13:199-220.
- VITT, L. J., P. A. ZANI, & T. C. S. AVILA-PIRES. 1997c. Ecology of the arboreal tropidurid lizard *Tropidurus* (=Plica) umbra in the Amazon region. *Canadian Journal Zoology* 75: 1876-1882.
- VITT, L. J., P. A. ZANI, J. P. CALDWELL, M. C. ARAUJO, & W. E. MAGNUSSON. 1997d. Ecology of Whiptail Lizards (*Cnemidophorus*) in the Amazon region of Brazil. *Copeia* 4:745-757.
- VITT, L.; MAGNUSSON, W.E.; ÁVILA-PIRES, T.C.; LIMA, A.P. 2008. Guia de Lagartos da Reserva Adolpho Ducke – Amazônia Central. Ed. Átemma. Manaus. 175p.
- ZIMMERMAN, B. L., M. T. RODRIGUES. 1990. Frogs, snakes, and lizards of INPA-WWF Reserves near Manaus, Brasil. In *Four Neotropical rainforest*, ed. A. H. Gentry, pp 426-454. Yale University Press, New Haven.

### 13.2.4 Mastoufauna Terrestre

- BRANDT Meio Ambiente, 1997, Documento Integrado dos Relatórios de Zoneamento Ambiental e Monitoramento Biológico da Área de Influência do Projeto Salobo (Salobo Metais S.A. – SML01004.doc).
- CULLEN Jr., L., Valladares-Pádua, C., Rudran, R. (Organizadores) 2004. Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. 665 p. Ed. da UFPR; Fundação O Boticário da Proteção à Natureza.
- EMMONS, L. H. & F. Feer. 1997. Neotropical rainforest mammals, a field guide, 2nd edition. Chicago: Univ. of Chicago Press.
- EMMONS, L. H., 2005 A Revision of the Genera of Arboreal Echimyidae (Rodentia: Echimyidae, Echimyinae), With Descriptions of Two New Genera. Mammalian Diversification: from Chromosomes to Phylogeography Eileen A. Lacey and Philip Myers (editors)
- FEARNSIDE, PM, Ferraz, J. 1995. A conservation gap analysis of Brazil's Amazonian vegetation. *Conservation Biology* 9: 1134-1147.
- FERREIRA, L. V. 1999. "Identificação de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade Através da Representatividade das Unidades de Conservação e Tipos de Vegetação nas Ecorregiões da Amazônia Brasileira". (Site da Internet).
- FERREIRA, L. V., Venticinque, E, e Almeida, S. 2005. O Desmatamento na Amazônia e a Importância das Áreas Protegidas. *Estudos Avançados* 19 (53), 2005
- FONSECA, G. A. B., and Kierulff. 1989. Biology and Natural History of Brazilian Atlantic Forest Small Mammals. *Bull. Florida State Mus., Biol. Sci.* 34(3):99-152.
- FONSECA, G. A. B., Sminck, M., Pinto, L. P. S., Brito, F. Abordagens Interdisciplinares para a Conservação da Biodiversidade e Dinâmica do Uso da Terra no Novo Mundo: Anais da Conferência Internacional. Conservation International do Brasil,
- FONSECA, G.A.B.; Herrmann, G; Leite. Y.R; Mittermeier, R.A.; Rylands, A.B.; e Patton, J.L. 1996. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil. Occasional Papers in. Conservation International e Fundação Biodiversitas.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA e PROJETOS LTDA, 2004. Estudos ambientais do Projeto Salobo (RV-039-5130-1310-0067-00-B).
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA e PROJETOS LTDA, 2005. Estudo de Impacto Ambiental e Plano de Controle Ambiental (EIA/PCA) do projeto Serra Leste. Relatório Técnico.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA e PROJETOS LTDA, 2005. Projeto Ferro Carajás, N5 Sul.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA e PROJETOS LTDA, 2007. Projeto Ramal Ferroviário de Serra Sul, Parauapebas e Canaã dos Carajás, PA.

- INPE. 1999. Relatório Projeto PRODES (obtido na home page do INPE)
- LARA, M. C., J. L. Patton, and E. Hingst-Zaher 2002 *Trinomys mirapitanga*, a new species of spiny rat (Rodentia: Echimyidae) from the Brazilian Atlantic forest. *Mamm. Biol. (Z. Säugetierkunde)* 67:233-242.
- MAGURRAN, A. E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princenton University Press. New Jersey, EUA. 179 pp.
- MMA/SBF, 2002. *Biodiversidade Brasileira. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros*. Brasília. 404 p.
- MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI/COMPANHIA VALE do RIO DOCE, “Estudo e Preservação dos Recursos Naturais e Humanos da Área do Projeto Ferro Carajás”.
- PATTON, J. L.; & M. N. F. da Silva. 1995. A new species of spinymouse (*Scolomys*, Sigmodontinae, Muridae) from the Western Amazon of Brazil. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 108(2):319-337.
- PERES, C.A; 1997. Primate community structure at twenty western Amazonian flooded and unflooded forests. *J. Trop. Ecol.* 13:381-405.
- RADAMBRASIL, 1974. Levantamento de recursos naturais. Vol. 4. Folha SB.22 - Araguaia. Ministério das Minas e Energia. Dpto Nacional da Produção Mineral. Rio de Janeiro, RJ.
- RAMBALDI, D. M E Oliveira, D. A. S. (org.). 2003. *Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Brasília: MMA/SBF, 510 p.
- REDFORD, K.H. & ROBINSON, J.G. 1991. Subsistence and commercial uses of wildlife, 7-23 in: J.G. Robinson & K.H. Redford (eds.) *Neotropical wildlife use and conservation*. Chicago, University of Chicago Press, 1991.
- REIS, NÉLIO R., PERACCHI, A. L. Wagner, A. P., Lima, I. P. *Mamíferos do Brasil*. 2006. 437 p. : il. ; Universidade Estadual de Londrina.
- SECRETARIA EXECUTIVA de CIÊNCIA, TECNOLOGIA e MEIO AMBIENTE (SECTAM). 2006. *Relação das espécies ameaçadas do Estrado do Pará*. Disponível em [www.sectam.pa.gov.br](http://www.sectam.pa.gov.br).
- SEMA, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2007. *Lista de espécies da flora e da fauna ameaçadas no Estado do Pará*. Disponível em <http://www.sectam.pa.gov.br>.
- SICK, H, 1997. *Ornitologia Brasileira*, Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 912 p. il.
- SILVA, M. N. F. da, RYLANDS, A. B. and PATTON, J. L. 2001. Biogeografia e conservação da mastofauna na floresta amazônica brasileira. In: *Biodiversidade na Amazônia Brasileira: Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios*, A. Veríssimo, A. Moreira, D. Sawyer, I. dos Santos, L. P. Pinto and J. P. R. Capobianco (eds.), pp. 110-131, 471-475. Instituto Socioambiental, Estação Liberdade, São Paulo.

- SOARES-FILHO, B. S., NEPSTAD, D. C., CURRAN L., CERQUEIRA, G. C., GARCIA, R.A., RAMOS, C.A., Voll, E., MCDONALD, A., LEFEBVRE, P. S. e MCGRATH D. Cenários de Desmatamento para a Amazônia. *Estudos Avançados* 19 (54), 2005
- TARREZ R. R., 1987. *Manual de técnicas de Gestión de Vida Silvestre*. 703 p. Wildlife Society, Inc; WWF.
- TOLEDO, P. M; MORAES-SANTOS, H. M e MELO, C. C. S. 1999. Levantamento Preliminar de Mamíferos não voadores da Serra dos Carajás: Grupos Silvestres Recentes e Zooarqueológicos. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, ser. Zool.*, 15 (2). 141 – 157.
- VIEIRA, I.; NEPSTAD, D.; S. JUNIOR & C. PEREIRA. 1993. A importância de áreas degradadas no contexto agrícola e ecológico da Amazônia. In: Ferreira, E.J.G.; E.R.M. Leão & L. Oliveira (Eds.) *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazonia*. Vol. 2. INPA, Manaus.
- VOSS, R. S. & L. H. EMMONS. 1996. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bul. Am. Mus. Nat. Hist.* 230: 115 pp.

### 13.2.5 Mastofauna Voadora

- BERNARD, E. 2001a. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. *J. Trop. Ecol.* 17: 115–126.
- BERNARD, E. 2001b. Species list of bats (Mammalia: Chiroptera) of Santarém area, Pará State, Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 18: 455–463.
- BERNARD, E. 2002. Diet, activity and reproduction of bat species (Mammalia: Chiroptera) in Central Amazonia, Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 19: 173–188.
- BERNARD, E, & M. B. Fenton. 2002. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera).
- BERNARD, E., FENTON, M.B., 2003. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 35 (2), 262–277.
- BERNARD, E., ALBERNAZ, A.L.K.M., and MAGNUSSON, W.E. 2001. Bat species composition in three sites in the Amazon Basin. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 36: 177–184.
- COLWELL, R.K. 1997. ESTIMATES: Statistical estimation of species richness and shared species from samples: user's guide and application. Available at <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- COSSON, J.F., PONS, J.M., and MASSON, D. 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and necatrive bats in French Guiana. *J. Trop. Ecol.* 15: 515–534.
- ESTRADA, A., COATES-ESTRADA, R., 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation* 103, 237–245.

- FENTON, M. B., L. ACHARYA, D. AUDET, M. B. C. HICKEY, C. MERRIMAN, M.K. OBRIST, D.M. SYME. 1992. Phyllostomid bats as indicators of habitat disruption in the neotropics. *Biotropica*, 24(3): 440-446.
- FINDLEY, J. S. 1993. Bats: a community perspective. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- FLEMING, T. H. 1988. The short tailed fruit bat: a study in plant–animal interactions. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- GRIBEL, R., and TADDEI, V.A. 1989. Notes on the distribution of *Tonatia schulzi* and *Tonatia carrikeri* in the Brazilian Amazon. *J. Mammal.* 70: 871–873.
- GRIBEL, R., GIBBS, P.E., and QUEIROZ, A.L. 1999. Flowering and pollination of *Ceiba petandra* (Bombacaceae) in central Amazonia. *J. Trop. Ecol.* 15: 247–263.
- HANDLEY, C.O. 1967. Bats of the canopy of an Amazonian forest. *Atas Simp. Biota Amazonica (Zool.)*, 5: 211–215.
- KALKO, E.K.V., HANDLEY, C.O., and HANDLEY, D. 1996. 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.
- KALKO, E. K. V., D. FRIEMEL, C. O. HANDLEY, & H. U. Schnitzler. 1999. Roosting and foraging behavior of two Neotropical gleaning bats, *Tonatia silvicola* and *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae). *Biotropica* 31: 344–353.
- LIM, B K., and M. D. ENGSTROM. 2001. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama Forest, Guyana, and the Guianan subregion: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 10: 613-657.
- MEDELLÍN, R. A., M. EQUIHUA, and M. A. AMIN. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14(6): 1666-1675.
- MOK, W.Y., WILSON, D.E., LACEY, L.A., and LUIZÃO, R.C.C. 1982. Lista atualizada de quirópteros da Amazônia Brasileira. *Acta Amazonica*, 12: 817–823.
- MORENO-VALDEZ, A., W. E. GRANT, R. L. HONEYCUTT. 2000. A simulation model of Mexican long-nosed bat (*Leptonycteris nivalis*) migration. *Ecological Modelling* 134 (2000) 117–127.
- ORR, R.T., 1976. Vertebrate Biology. Saunders, Philadelphia, PA.
- PATTON, J.L., SILVA, M.N.F., and MALCOLM, J.R. 2000. Mammals of the Rio Juruá and the evolutionary and ecological diversification of Amazonia. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 244: 1–306.
- PICCININI, R.S. 1974. Lista provisória dos quirópteros da coleção do Museu Paraense Emilio Goeldi (Chiroptera). *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Nova Ser. Zool.* 77: 1–32.

- PIRES, J. M., and G. T. PRANCE. 1985. 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.
- REIS, N.R. 1984. Estrutura de comunidades de morcegos na região de Manaus, Amazonas. *Rev. Bras. Biol.* 44: 247–254.
- REIS, N.R., and PERACCHI, A.L. 1987. Quirópteros da região de Manaus, Amazonas, Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Nova Ser. Zool.* 3: 161–182.
- SAMPAIO, E.M.; E.K.V. Kalko; E. BERNARD; B.R. HERRERA & C.O. HANDLEY. 2003. A biodiversity assessment of bats (Chiroptera) in a tropical lowland rainforest of Central Amazonia, including methodological and conservation considerations. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38(1):17-31.
- SAZIMA, I.; VOGEL, S. & SAZIMA, M. 1989. Bat pollination of *Encholirium glaziovii*, a terrestrial bromeliad. *Journal Plant Systematics and Evolution*, Berlin, 168(3-4): 167-179.
- SIMMONS, N. B. 2005. 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.
- SIMMONS, N. B., & R. S. VOSS. 1998. The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna. Part I. Bats. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 237: 1–219.
- SIMMONS, N.B., Voss, R.S., and PECKHAM, H.C. 2000. The bat fauna of Sãul region, French Guiana. *Acta Chiropterol.* 2: 23–36.
- SOSA, M.; P. J. SORIANO. 1993. Solapamiento de dieta entre *Leptonycteris curasoae* y *Glossophaga longirostris* (Mammalia: Chiroptera). *Revista Biología Tropical* 41:529–532.
- TADDEI, V.A., and REIS, N.R. 1980. Notas sobre alguns morcegos da Ilha de Maracá, Território Federal de Roraima (Mammalia: Chiroptera). *Acta Amazonica*, 10: 363–368.
- TAVARES, V.C; GREGORIN, R; PERACCHI, L.A. A Diversidade de Morcegos no Brasil. *In*: Pacheco, S. M., Marques, R.V.; Esberard, C.E.L. (Org). *Morcegos do Brasil: Biologia, Sistemática, Ecologia e Conservação*. Pelotas: USEB No prelo.
- UIEDA, W. 1980. Ocorrência de *Carollia castanea* na Amazônia Brasileira (Chiroptera: Phyllostomidae). *Acta Amazonica*, 10: 936–938.
- VOSS, R.S., and EMMONS, L.H. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 230.
- WILSON, D. E., C. F. ASCORRA, C. F., and S. S. SOLARI. 1996. 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.

### 13.2.6 Entonofauna de Importância Sanitária

- ADLER, S. & TEODOR, O. 1957 Transmission of disease agents by Phlebotominae sand flies. *Ann Rev Entomol* 2: 203-226.
- AGUIAR, G.M. & MEDEIROS, W.M. 2003. Distribuição regional e habitats das espécies de flebotomíneos do Brasil. In: Rangel, E. F. & Lainson, R. (eds.) *Flebotomíneos do Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. 2003. cap. 3: 207-256.
- ARRUDA M., CARVALHO MB, NUSSENZWEIG RS, MARACIC M, FERREIRA AW, COCHRANE AH. Potencial vectors of malaria and their different susceptibility to *Plasmodium falciparum* and *Plasmodium vivax* in northern Brazil identified by immunoassay. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.*, 35: 873-81, 1986.
- AZEVEDO, A.C.R., SOUZA, N.A., MENEZES, C.R.V., COSTA, A.C., COSTA, S.M., LIMA, J.B. & RANGEL, E.F. 2002. Ecology of sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in North of State of Mato Grosso, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 97: 459-464.
- CERQUEIRA, N. L., 1961. Distribuição geográfica dos mosquitos da Amazônia (Diptera: Culicidae: Culicinae). *Rev. Brasil. Entomol.*, 10:111-168.
- COLWELL, R. K. & CODDINGTON, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical transactions of the Royal Society (Series B)*, 345: 101- 118.
- COLWELL, R. K. 2006. EstimateS, Version 8.0: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide). Freeware for Windows <http://viceroy.eeb.uconn.edu/Colwell>
- CONSOLI, R.G.B. & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R., 1994. Principais Mosquitos de Importância sanitária no Brasil. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, 228 pp.
- FEARNSIDE, P.M. 1999. Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: risks, value and conservation. *Environmental Conservation* 26: 305-321.
- FEARNSIDE, P.M. 2006. Desmatamento na Amazônia: dinâmicas, impactos e controle. *Acta Amazônica* 36 (3): 395-400.
- FORATTINI, O.P. 1973. Entomologia Médica. Psychodidae. Phlebotominae. Leishmanioses. Bartonelose. São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda. e Editora da Universidade de São Paulo. 658 p.
- FORATTINI, O.P., 2002. Culicidologia Médica, vol 2, EDUSP, S.Paulo, 860 pp.
- FORATTINI, O.P., GOMES, A.C., NATAL, D., KAKITANI, I., MARUCCI, D. 1989. Preferências alimentares e domiciliação de mosquitos culicidae no Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil, com especial referência a *Aedes scpularis* e a *Culex (melanoconion)*. *Rev. Saúde Públ* 22: 9-19.

- FRAIHA H, SHAW JJ, LAINSON R. 1971. Phlebotominae brasileiros. II *Psychodopygus wellcomei*, nova espécie antropófila de flebotomo do grupo squamiventris do sul do Estado do Pará Brasil (Diptera: Psychodidae. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 69: 489-500.
- GALATI, E A B, 1990. Sistemática dos Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) das Américas. Tese de Doutorado, FSP/USP, 199 pp
- GALVÃO, A.L.A., DAMASCENO, R.G., MARQUES, A.P. 1942. Algumas observações sobre a biologia de anofelinos de importância epidemiológica de Belém/Pará. Arq Hig Saúde Pública 12: 51-111.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL. 2007. Estudo de gestão territorial EGAT. Vol 3. Anexo 2. Diagnóstico do meio biótico. Rio de Janeiro. 327 p.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., AND P. D. RYAN, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- LAINSON R, SHAW J.J., SILVEIRA F.T., de SOUZA A.A., BRAGA R.R., ISHIKAWA E.A. 1994. The dermal leishmaniasis of Brazil, with special reference to the eco-epidemiology of the disease in Amazônia. Mem Inst Oswaldo Cruz 89: 435-443.
- LAINSON, R & SHAW, J.J. 1998. New World Leishmaniasis – the neotropical *Leishmania* species. In: Topley and Wilson's Collier, L.; Balows, A. & Sussman, M (Eds.) Microbiology and Microbial Infections. p. 241-266.
- LAINSON, R. & RANGEL, E F, 2005. *Lutzomyia longipalpis* and the eco-epidemiology of american visceral leishmaniasis, with special reference to Brazil: a review. Mem. Inst. Oswaldo Cruz., 100:811-827
- LAINSON, R. 1989. Demographic changes and their influence on the epidemiology of the american leishmaniasis. In: Service, M.W. (ed.) *Demography of vector-borne diseases*. Boca Raton, Florida: CRC Press p. 85-106.
- LANE, J. 1953. Neotropical Culicidae. Univ. S.Paulo, 2 vols, 1112 pp
- MACIEL, C.S. 1962. Lista de culicíneos do Estado de Minas Gerais, Brasil (Diptera, Culicidae). Rev Bras Malariol D Trop 14: 465-494.
- MAIA-ELKHOURY, A.N.S; W. A. ALVES; M. L. DE SOUSA-GOMES; J. M. DE SENA & E. A. LUNA. 2008. Visceral leishmaniasis in Brazil: Trends and challenges. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 24(12): 2941-2947.
- MELO, A. S. 2004. A critique of the use of jackknife and related non-parametric techniques to estimate species richness. Community Ecology 5(2): 149-157.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Leishmaniose visceral (calazar) - Distribuição de casos confirmados, por Unidade Federada. Brasil, 1980–2005. [portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/visceral\\_2006.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/visceral_2006.pdf) (10/11/2007).
- NEVES D.P. 2005. Diptera. In: Neves DP, Melo AL, Linardi PM, Vitor RWA. Parasitologia Humana. Editora Atheneu, 11ª.edição, 494p.



- OLIVEIRA-FERREIRA J, LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R, TEVA A, DEANE LM, DANIEL-RIBEIRO CT. 1990. Natural malaria infections in anophelines in Rondônia State, Brazilian Amazon. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.*, 43: 6-10.
- PÓVOA, M.M., CONN, J.E., SCHLICHTING, C.D., AMARAL, J.C.O.F., SEGURA, M.N.O., SILVA, A.N.M., et al. 2003. Malaria vectors, epidemiology and the re-emergence of *Anopheles darlingi* in Belém, Pará, Brasil. *J Med Entomol* 40: 379-386.
- RANGEL, E.F. & LAINSON, R. 2003a. Transmissores de Leishmaniose Tegumentar Americana. In: Rangel, E. F. & Lainson, R. (Eds.) *Flebotomíneos do Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. 2003. p. 291-336.
- RANGEL, E.F. & LAINSON, R., 2003b. *Flebotomíneos do Brasil*. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, 368 pp
- REBÊLO, J.M.M. 2001. Frequência horária e sazonalidade de *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. *Cad Saúde Públ* 17: 221-227.
- ROCHA, J.A.M. & MASCARENHAS, B.1994. Observações sobre a atividade diária de mosquitos (Diptera: Culicidae) nos arredores de Belém, Pará, Brasil. *Bol Mus Pará Emílio Goeldi, Zool* 1: 225-233.
- RYAN, L.; LAINSON, R. & SHAW, J.J. 1987. Leishmaniasis in Brazil. XXIV. Natural flagellate infections of sandflies (Diptera: Psychodidae) in Pará State, with particular reference to the role of *Psychodopygus wellcomei* as the vector of *Leishmania braziliensis* in the Serra dos Carajás. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 81: 353-355.
- SANTOS, A. J. DOS. 2003. Estimativas de riqueza em espécies. In: Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Cullen Jr., L.; Rudran. R.& Valladares-Padua,C. (Org.). Curitiba, Universidade Federal do Paraná. p. 19-41.
- SEGURA MNO & CASTRO FC. 2007. Atlas de culicídeos na amazônia brasileira. Características específicas de insetos hematófagos da família Culicidae Ministério da Saúde, 67p.
- 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., CONN, J.E. & PÓVOA, M.M. 2006. Fauna anofélica da cidade de Belém, Pará, Brasil: dados atuais e retrospectivas. *Cad. Saúde Públ.* 22: 1575-1585.
- SOARES, R.P.P. & TURCO, S.J. 2003. *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) a review. *An Acad Bras Cienc* 75: 303-330.
- TOTI, D.S., F.A. COYLE & J.A. MILLER. 2000. A structured inventory of appalachian grass bald and heath bald spider assemblages and a test of species richness estimator performance. *Journal of Arachnology* 28: 329-345.
- YOUNG, D.G. & DUNCAN, M.A. 1994. Guide to the Identification and Geographic Distribution of *Lutzomyia* sand flies in Mexico, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae). Gainesville: Associated Publishers – American Entomological Institute. 419 p.

### 13.2.7 Termitofauna

- BANDEIRA, A. & TORRES, M. (1985) Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. *Bol. Mus. Par. Emilio Goeldi, Sér. Zool.*, 2 (1): 13-38
- BANDEIRA, A.G. & MACAMBIRA, M. (1988) Térmitas de Carajás, estado do Pará, Brasil: composição faunística, distribuição e hábito alimentar *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi., ser. Zool.*, 4, 175-190
- CONSTANTINO, R. (2002). An illustrated key to Neotropical termite genera (Insecta: Isoptera) based primarily on soldiers. *Zootaxa*, 67, 1–40.
- DESOUZA, O., ARAÚJO, A., & REIS Jr, R. (2009). Trophic controls delaying foraging by termites: reasons for the ground being brown? *Bulletin of Entomological Research*, (pp. in press).
- DESOUZA, O. & BROWN, V. (1994). Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology*, 10, 197–206.
- DESOUZA, O. & CANCELLO, E. (in prep.). Termites and ecosystem function. *Encyclopedia of Life Supporting Systems*, theme 6.142 Tropical Biology and Natural Resources. UNESCO/EOLSS. <http://www.eolss.org>.
- DONOVAN, S., EGGLETON, P., & BIGNELL, D. (2001). Gut content analysis and a new feeding group classification of termites. *Entomological Entomology*, 26, 356–366.
- EGGLETON, P.; WILLIAMS, P. & GASTON, K. (1994) Explaining global termite diversity: Productivity or history? *Biodivers. Conserv.*, 3, 318-330
- JONES, D. & EGGLETON, P. (2000). Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of Applied Ecology*, 37, 191–203.
- KUNIN, W. & GASTON, K. (1993) The biology of rarity: patterns, causes and consequences *Tree*, 8, 298-301
- MITTELBACH, G. & STEINER, C. (2001) What is the observed relationship between species richness and productivity? *Ecology*, 82, 2381-2396
- POLASKY, S., NELSON, E., CAMM, J., CSUTI, B., FACKLER, P., LONSDORF, E., MONTGOMERY, C., WHITE, D., ARTHUR, J., GARBER-YONTS, B., HAIGHT, R., KAGAN, J., STARFIELD, A., & TOBALSKE, C. (2008). Where to put things? spatial land management to sustain biodiversity and economic returns. *Biological Conservation*, 141(6), 1505 – 1524.
- REDFORD, K. (1984). The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. *Biotropica*, 16(2), 112–119.
- ROISIN, Y. & LEPONCE, M. 2004. Characterizing termite assemblages in fragmented forests: A test case in the Argentinian Chaco. *Austral Ecology*, 29, 637-646

### 13.2.8 Abelhas Nativas

- AB'SÁBER, A. N. 1986. Geomorfologia da Região de Carajás. In: Almeida, J.M.G.de (Org.). Carajás – desafio político, ecologia e desenvolvimento. Capítulo 5. Brasiliense, p 88-124.
- AGUIAR, C. M. L.; M. GIMENEZ & P. L. O. RREBOUÇAS. 2005. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea). In: F.A. Junca, L. Funch & W. Rocha. Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, pp 259-281.
- ANJOS-SILVA, E. J, CAMILLO, E. & GARÓFALO CA. 2006. Occurrence of *Aglae caerulea* Lepelletier & Serville (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in the Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso state, Brazil.. *Neotropical Entomology*. 35 (6): 868-870.
- ARAÚJO, E. D.; COSTA, M.; CHAUD-NETO, J. & FOWLER, H. G. 2004. Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): Inference of flight range and possible ecological implications. *Brazilian Journal of Biology* 64(3B):563-568.
- ARAUJO, V.A.; Y. ANTONINI & A. P. A. ARAUJO. 2006. Diversity of bees and their floral resources at altitudinal áreas in the Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Entomology* 35(1):30-40.
- BECKER. P.; MOURE, J. S. & PERALTA, F. J. A. 1991. More about Euglossine bees in Amazonian forest fragments. 1991. *Biotropica*. 23(4b): 586-591.
- CAMARGO, J.M.F. 1990. Stingless bees of the Amazon. *Proceedings of the 11th International Congress of the IUSI* (eds G. K. Veeresh, B. Mallik and C. A. Viraktamath), pp. 736±738. IUSI, Bangalore, India.
- CAMARGO, J. M. F. 1994. Biogeogra@a de Meliponini (Hymenoptera, Apidae, Apinae): a fauna AmazoÃnica. II encontro sobre abelhas. Editora Legis Summa Ltda, RibeiraÃo Preto, SaÃo Paulo, Brasil.
- CAMARGO, J. M. F. & PEDRO, S. E. M. 2003. Meliponini neotropicais: O g@nero Partamona Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae, Apinae) - bionomia e biogeografia.. *Revista Brasileira de Entomologia*, 47(3), 311-372.
- CAMARGO, J. M. F. & PEDRO, S. E.M. 2004. Meliponini neotropicais: O g@nero Ptilotrigona Moure (Hymenoptera, Apidae, Apinae).. *Revista Brasileira de Entomologia*, 48(3), 353-377.
- CAMARGO, J. M. F. & ROUBIK, D. W. 1991. Systematics and bionomics of the apoid obligate necrophages: the *Trigona hypogea* group (Hymenoptera: Apidae; Meliponinae).. *Biological Journal of the Linnean Society*, 44(1), 13-39.
- CAMPOS, L. A. O.; F. A. SILVEIRA; M. L. OLIVEIRA; C. V. M. Abrantes; E. F. Morato & G. A. R. Melo. 1989. Utiliza@a de armadilhas para captura de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apoidea). *Revista Brasileira de Zoologia* 6(4):621-626.
- DRESSLER, R. I. 1982. Biology of the Orchid Bees (Euglossini). *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 13: 373-394.

- FARIA-MUCCI, G. M., M. A. MELO & L. A. O. Campos. 2003. A fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas utilizadas como fonte de recursos florais, em um ecossistema de campos rupestres em Lavras Novas, Minas Gerais, Brasil. In G.A.R. MELO & I. ALVES-DOS-SANTOS (eds.). Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure. Criciúma: UNESC, pp 241-256.
- KERR, W.E.; CARVALHO, G.A. & NASCIMENTO, V.A.. 1996. Abelha urucu – Biologia, Manejo e Conservação. Belo Horizonte, Acangaú, 1 43p
- MICHENER, C. D. 2007. The Bees of the World. 2ed. Baltimore, Maryland: Johns Hopkins, 953 pp.
- MORATO, E. F. 1994. Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada, nas vizinhanças de Manaus (Brasil). Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série. Zool. 10(1): 95-105.
- MORATO, E. F.; CAMPOS, L. A. O. & MOURE, J. S. 1992. Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) coletadas na Amazônia Central. Revista Brasileira de Entomologia. 36(4): 767-771.
- MOURE, J. S.; URBAN, D. & MELO, G. A. R. 2007. Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. Curitiba. Sociedade Brasileira de Entomologia.
- NEMÉSIO, A. & MORATO, E. F. (2004). Euglossina (Hymenoptera: Apidae: Apini) of the Humaitá Reserve, Acre state, Brazilian Amazon, with comments on bait trap efficiency.. Revista Tecnologia e Ambiente, 10(2), 71-80.
- NEMÉSIO, A. 2005. Description of the male *Eufriesea nigrohirta* (Friese, 1899) (Hymenoptera: Apidae) with comments on the holotype, species biology and distribution.. Lundiana, 6(1), 41-45.
- NEMÉSIO, A. & MORATO, E. F. 2006. The orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) of Acre state (northwestern Brazil) and a re-evaluation of euglossine bait-trapping. Lundiana, 7(1), 59-64.
- NEMÉSIO, A. & SILVEIRA, F. A. 2007. Diversity and distribution of orchid bees (Hymenoptera: Apidae) with a revised checklist of species. Neotropical Entomology. 36(6): 874-888.
- OLIVEIRA, M. L. & CAMPOS, L. A. O. 1995. Abundância, riqueza e diversidade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia Central, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 12: 547-556.
- OLIVEIRA, M. L. & L. A. O. Campos. 1996. Preferências por estratos florestais e por substâncias odoríferas em abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae). Revista Brasileira de Zoologia 13:1075-1085.

- OLIVEIRA, M. L. ; MORATO, E. F. & GARCIA, M. V. B. 1995. Diversidade de espécies e densidade de ninhos de abelhas sociais sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) em floresta de terra firme na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Zoologia*, 12 (1): 13-24.
- PACKER, L.; ZAYED, A; GRIXTI, J.C.; RUZ, L.; OWEN, R. E., Vivallo, F. & Toro, H. 2005. Conservation genetics of potentially endangered mutualisms: Reduced levels of genetic variation in specialist versus generalist bees. *Conservation Biology* 19(1):195-202.
- SAKAGAMI, S. F.& LAROCA, S. 1971. Relative abundance, phenology and flower visited of apid bees in eastern Paraná, Southern Brasil (Hymenoptera: Apidae). *Koniyu*, 39 (3): 217-230.
- SILVA-PEREIRA, V. & G. M. M. SANTOS. 2006. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in “campos rupestres”, Bahia, Brazil. *Neotropical Entomology* 35(2):165-174.
- Silveira, F. A. & Cure, J. R. 1993. High-altitude bee fauna of Southeastern Brazil: Implications for biogeographic patterns (Hymenoptera: Apoidea). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 28(1):47-55.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R. & ALMEIDA, E. A. B. 2002. *Abelhas Brasileiras – Sistemática e Identificação*. Belo Horizonte: edição do autor, 253p.
- Schwarz, H. F. 1948. Stingless bees (Meliponidae) of the western hemisphere. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. Vol. 90.
- TAKAHASHI, J.; AYABE, T.; MITSUHATA, M.; SHIMIZU, I. & Ono, M. 2008. Diploid male production in a rare and locally distributed bumblebee, *Bombus florilegus* (Hymenoptera, Apidae). *Insectes Sociaux* 55(1):43-50.
- WILLE, A. 1962. A technique for collecting stingless bees under jungle conditions. *Insectes Sociaux* 9(3):291-293.
- WILSON, E. O. 1997. A situação atual da diversidade biológica. P.3-24. In: Wilson E. O. & Peter, F. M. *Biodiversidade*. Rio de Janeiro: editora Nova Fronteira.
- ZAYED, A. & PACKER, L. 2005. Complementary sex determination substantially increases extinction proneness of haplodiploid populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102(30):10742-10746.
- ZAYED, A.; PACKER, L.; Grixti, J. C.; Ruz, L.; Owen, R. E. & Toro, H. 2005. Increased genetic differentiation in a specialist versus a generalist bee: implications for conservation. *Conservation Genetics* 6:1017-1026.

### 13.2.9 Polinização

- APPANAH, S. 1981. Pollination in Malaysian primary forest. *Malaysian Forester* 44: 37-42.
- BAWA, K.S.; BULLOCK, S.H.; PERRY, D.R.; COVILLE, R.E. & GRAYUM, M.H. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest tree. II. Pollination systems.
- CORLETT, R.T. & TURNER, I.M. 1997. Long term survival in tropical forest remnants in Singapore and Hong Kong. Pp. 333-345. In: W.F. Laurence & R.O. Bierregaard Jr. (eds.). *Tropical forest remnants- ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago, University of Chicago Press.
- DAFINI, A., 1992. *Pollination ecology – a practical approach – Oxford: Oxford University Press.*
- DICKS, L.V.; CORBET, S.A & PYWELL, R.F. 2002. Compartmentalization in plant-insect flower visitor webs. *Journal of Animal Ecology* 71: 32-43.
- JANZEN, D.H. 1970. Herbivores and the tree species in tropical forest. *American Naturalist* 104: 501-528.
- KEARNS, C. A. & INOUE, D. W. 1997. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. *BioScience* 47(5): 298307.
- KEARNS, C. A., INOUE, D. W. & WASER, N. M. 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 83-112.
- KINOSHITA, L.S.; TORRES, R.B.; FORNI-MARTINS, E.R.; SPINELLI, T.; AHN, Y.J. & Constâncio, S.S. 2006. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP. *Acta Botanica*
- BRASILICA 20: 313-327. KRESS, W.J. & BEACH J.H. 1994. Flowering plant reproductive system. Pp. 161-182. In: L.A. McDade; K.S. Bawa; H.A.
- HESPENHEIDE & G.S. HARTSHORN (eds.). *La selva – ecology and natural history of a Neotropical rain forest*. Chicago, University of Chicago Press.
- KWAK, M. M., VELTEROP, O. & ANDEL, J. 1998. Pollen and gene flow in fragmented habitats. *Applied Vegetation Science* 1: 37-54.
- HEITHAUS, E.R. 1974. The role of plant-pollinator interactions in determining community structure. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 61: 675-691.
- LAURENCE, W.F. & BIERREGARD JÚNIOR, R.O. 1997. *Tropical forest remnants - ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago, University of Chicago Press.
- MACHADO, I.C. & LOPES, A.V. 2004. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. *Annals of Botany* 94: 365-376.

- MAYFIELD, M.M.; WASER, N. & PRICE, M. 2001. Exploring the most effective pollinator principle with complex flowers: bumblebees and *Ipomopsis aggregata*. *Annals of Botany* 88: 591-596.
- Momose, K.; Yumoto, T.; Nagamitsu, T.; Kato, M.; Nagamasu, H.; Sakai, S.; Harrison, R.D.; Itioka, T.; Hamid, A.A. & Inoue, T. 1998. Pollination biology in a lowland Dipterocarp forest in Sarawak, Malaysia. I. Characteristic of the plant-pollinator community in a lowland Dipterocarp forest. *American Journal of Botany* 85: 1477-1501.
- MURCIA, C. 1996. Forest fragmentation and the pollination of neotropical plants. In: Schelhas, J., Greenberg, R. (eds.) *Forest Patches in tropical landscapes*. Washington, D.C. – Island Press. pp. 19-37.
- MUCHHALA, N. 2003. Exploring the boundary between pollination syndromes: bats and hummingbirds as pollinators of *Burmeistera cyclostigmata* and *B.tenuiflora* (Campanulaceae). *Oecologia* 134: 373-380.
- PIJL, L.V. 1982. *Principles of Dispersal in Higher Plants*. Berlin, Springer-Verlag.
- SMITH, A.P. 1973. Stratification of temperate and tropical forest. *American Naturalist* 107: 671-683.
- WASER, N.M.; CHITTKA, L.; PRICE, M.V.; WILLIAMS, N.M. & OLLERTON J. 1996. Generalization in pollination systems, and why it matters. *Ecology* 77: 1043-1060.

### 13.2.10 Mirmecofauna

- ANDERSEN An (1997) Using Ants As Bioindicators: Multiscale Issues In Ant Community Ecology. *Conservation Ecology* 1: [www.consecol.org/Vol11/Iss11/Art18](http://www.consecol.org/Vol11/Iss11/Art18).
- BELSHAW R & BOLTON B (1993) The Effect Of Forest Disturbance On The Leaf Litter Ant Fauna In Ghana. *Biodiversity And Conservation* 2: 656-666.
- BENSON Ww & BRANDÃO Crf (1987) Pheidole Diversity In The Humid Tropics: A Survey From Serra Dos Carajas, Para, Brazil: *Chemistry And Biology Of Social Insects* (Ed. By J Eder & H Rembold) Verlag J. Peperny, Munchen, Pp. 593-594.
- BENSON Ww & HARADA Ay (1988) Local Diversity Of Tropical And Temperate Ant Faunas (Hymenoptera, Formicidae). *Acta Amazonica* 18: 275-289.
- BESTELMEYER Bt, AGOSTI D, ALONSO Le, BRANDÃO Crf, BROWN Wl, Delabie Jhc & SILVESTRE R (2000) *Field Techniques For The Study Of Ground-Dwelling Ants: An Overview, Description, And Evaluation: Standard Methods For Measuring And Monitoring Biodiversity* (Ed. By D Agosti, Jd Majer, Le Alonso & Tr Schultz) Smithsonian Institution Press, Washington And London, Pp. 122-144.
- CARVALHO Ks & VASCONCELOS Hl (1999) Forest Fragmentation In Central Amazonia And Its Effects On Litter-dwelling Ants. *Biol. Cons.* 91: 151-158.

- FITTKAU Ej & KLINGE H (1973) On Biomass And Trophic Structure Of The Central Amazonian Rain Forest Ecosystem. *Biotropica* 5: 2-14.
- Golder (2009) Relatório De Análise De Similaridade Das Paisagens De Savana Metalófila Projeto Área Mínima De Canga 2ª Aproximação. Golder Associates Brasil Consultoria E Projetos Ltda., Belo Horizonte, Mg.
- KALIF Kab, AZEVEDO-RAMOS C, MOUTINHO P & MALCHER Sao (2001) The Effect Of Logging On The Ground-Foraging Ant Community In Eastern Amazonia. *Studies On Neotropical Fauna And Environment* 36: 215-219.
- LASSAU Sa & HOCHULI Df (2004) Effects Of Habitat Complexity On Ant Assemblages. *Ecography* 27.
- LATTKE Je (1999) A New Species Of Fungus-Growing Ant And Its Implications For Attine Phylogeny (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 1-6.
- MAJER Jd (1983) Ants: Bio-Indicators Of Minesite Rehabilitation, Land-Use And Land Conservation. *Environmental Management* 7: 375-383.
- MAJER Jd (1996) Ant Recolonization Of Rehabilitated Bauxite Mines At Trombetas, Para, Brazil. *Journal Of Tropical Ecology* 12: 257-273.
- MAJER Jd, BRENNAN Kec & MOIR MI (2007) Invertebrates And The Restoration Of A Forest Ecosystem: 30 Years Of Research Following Bauxite Mining In Western Australia. *Restoration Ecology* 15: S104-S115.
- MORELATO LPC & OLIVEIRA Ps (1991) Distribution Of Extrafloral Nectaries In Different Vegetation Types Of Amazonian Brazil *Flora* 185: 33-38.
- MOUTINHO Prs (1991) Note On Foraging Activity And Diet Of Two Pheidole Westwood Species (Hymenoptera: Formicidae) In An Area Of "Shrub Canga" Vegetation In Amazonian Brazil *Revista Brasileira De Biologia* 51: 403-406.
- MPEG (2005) Diagnóstico Do "Estado Da Arte" Do Conhecimento Sobre A Fauna Da Região De Carajás. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pa.
- OLIVEIRA Ps & FREITAS Avl (2004) Ant-Plant-Herbivore Interactions In The Neotropical Cerrado Savanna. *Naturwissenschaften* 91: 557-570.
- PERFECTO I & SNELLING R (1995) Biodiversity And The Transformation Of A Tropical Agroecosystem: Ants In Coffee Plantations. *Ecol. Appl.* 5: 1084-1097.
- ROCHA Cfd & SIQUEIRA Cc (2008) Feeding Ecology Of The Lizard *Tropidurus Oreadicus* Rodrigues 1987 (Tropiduridae) At Serra Dos Carajás, Pará State, Northern Brazil. *Brazilian Journal Of Biology* 68: 109-113.
- VASCONCELOS HI (1999) Effects Of Forest Disturbance On The Structure Of Ground-Foraging Ant Communities In Central Amazonia. *Biodiversity And Conservation* 8: 409-420.



- VASCONCELOS HI & VILHENA JMS (2006) Species Turnover And Vertical Partitioning Of Ant Assemblages In The Brazilian Amazon: A Comparison Of Forests And Savannas. *Biotropica* 38: 100-106.
- VASCONCELOS HI, VILHENA JMS & CALIRI GJA (2000) Responses Of Ants To Selective Logging Of A Central Amazonian Forest. *Journal Of Applied Ecology* 37: 508-515.
- VASCONCELOS HI, VILHENA Jms, MAGNUSSON We & ALBERNAZ Alk (2006) Long-Term Effects Of Forest Fragmentation On Amazonian Ant Communities. *Journal Of Biogeography* 33: 1348-1356.
- VERHAAGH M (1990) The Formicidae Of The Rain Forest In Panguana, Peru: The Most Diverse Local Ant Fauna Ever Recorded: Social Insects And The Environment (Ed. By Gk Veeresh, B Mallik & Ca Viraktamath) Oxford & Ibh Publ. Co., New Delhi, Pp. 217-218.
- WILSON Eo (1987) The Arboreal Ant Fauna Of Peruvian Amazon Forests: A First Assessment. *Biotropica* 19: 245-251.

### **13.2.11 Biota Aquática**

- BISPO, P. C. 2002. Estudo de comunidades de Ephemeroptera, Plecoptera e Tricoptera (EPT) em riachos do Parque Estadual Intervales, Serra de Paranapiacaba, Sul do Estado de São Paulo. 120 p. Tese (Doutorado em Ciências – Área de Zoologia – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002).
- CARNS JR, J. & PRATT, J. R. 1993 .A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg, D. M. & Resh, V.H. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall. P.10-27.
- COLWELL, R. K., C. X. Mao, & J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85, 2717-2727.
- COLWELL, R. K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- FERNADEZ, H. R.; DOMINGUES, E. 2001. Guia para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Tucumán. Editorial Universitaria de Tucumán, Argentina.
- GEITLER, L. 1930-1931. Cyanophyceae. In: Rabenhorst *Kryptogamen-Flora*. 14: 1-1196.
- GERMAIN, H. 1981. Flore des Diatoms, Diatomophycées. Société Nouvelle des Éditions Boubée, Paris. 437p.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL. 2007. EIA do Ramal Ferroviário do Sudeste do Pará.
- JOHNSON, R. K., Wiederholm, T. & Rosenberg, D. M. 1993. Freshwater biomonitoring using individual organismos, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates.

- In: Rosenberg, D. M. & Resh, V. H. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall. P. 40-158.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
- HAWKINS, C. P., MURPHY, M. & NADERSON, N. H. 1982. Effects of canopy substrate composition, and gradient on the structure of macroinvertebrate communities in Cascade Range stream of Orange. *Ecology*, v. 63, n. 6, p. 1840-1856.
- HOEK, C.V., MANN, D.G., & JAHNS, H.M. 1995. *Algae, an Introduction of Phycology*. Cambridge University Press., Cambridge. 627p.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1988. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 2/2 Epithemiaceae, Surirellaceae*. Gustav Fischer, Stuttgart. 596p.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1991a. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 2/3 Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Gustav Fischer, Stuttgart. 576p.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1991b. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 2/4 Achnantaceae, kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamt-literaturverzeichnis Teil 1-4*. Gustav Fischer, Stuttgart. 437p.
- LOPRETTO, E. C. & TELL. G. 1995. *Ecosistemas de aguas Continentales. Metodologías para su estudio*. Ediciones SUR, La Plata.
- LUND, J.W.G.; KIPLING, C.; Le CREN, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia* 11: 143-170.
- MAGALHÃES, C.; BOND-BUCKUP, G. MELO, G. A & BUCKUP, L. 2003. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. Edições Loyola: Centro Universitário São Camilo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- MERRITT, R. W. & CUMMINS, K. (Ed). 1996. *An introduction to the aquatic insects of North América*. 3. ed. Dubuque: Kendal/Hunt Publishing. 862 p.
- NORRIS, R. H. & GEORGES, A. 1993. Analysis and interpretation of benthic macroinvertebrate surveys. In: ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall. P. 234-286.
- OLIVEIRA, A. M.; HAMADA, N. & NESSIMIAN, J. L. 2005. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 49(2): 181-204.
- PAPPAS, J.L. & STOERMER, E.F. 1996. Quantitative Method for Determining a Representative Algal Sample Count. *Journal of Phycology* vol.32,no4, pp.693-696.
- PÉREZ, G. R. 1988. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Universidad de Antioquia, Centro de Investigações. Editorial Presencia. Bogotá, Colombia.

- REYNOLDS, C.S. 1997. Vegetation process in the pelagic: a model for ecosystem theory. Ecology Institute. Excellence in Ecology 9. Luhe. 371p.
- ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H. (1993). Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg, D.M.; Resh, V.H. (eds). Fresh water biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall. P.1-9.
- SPONSELLER, R. A.; Bentfield, E. F. & Valett, H. M. 2001. Relationships between land use, spatial scale and stream macroinvertebrate communities. *Freshwater Biology*, v. 46, p. 1409-1424.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. 1991. Estrutura da comunidade de insetos aquáticos associados a sedimento de reservatórios. Significado dos diferentes povoamentos. *Na. Sem. Reg. Ecol.* v. VI, p. 151-168, São Carlos.
- UFRJ. 2006B. Projeto Estudos Limnológicos na Floresta Nacional de Carajás. Relatório Final Fase Preliminar 2004-2005.
- UFRJ. 2006A. Projeto Estudos Limnológicos na Floresta Nacional de Carajás. Relatório Anual Detalhado 2005.
- UFRJ. 2005. Projeto Estudos Limnológicos na Floresta Nacional de Carajás. Relatório Anual 2004.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Argew. Limnol.*, 9: 1-38.

### 13.2.12 Ictiofauna

- ABELL, R.; THIEME, M.L.; REVENGA, C.; BRYER, M.; KOTTELAT, M.; BOGUTSKAYA, N.; COAD, B.; MANDRAK, N.; BALDERAS, S.C.; BUSSING, W.; STIASSNY, M.L.J.; SKELTON, P.; ALLEN, G.R.; UNMACK, P.; NASEKA, A.; NG, R.; SINDORF, N.; ROBERTSON, J.; ARMIJO, E.; HIGGINS, J.V.; HEIBEL, T. J.; WIKRAMANAYAKE, E.; OLSON, D.; LÓPEZ, H.L.; REIS, R.E.; LUNDBERG, J.G.; SABAJ PÉREZ, M.H.; PETRY, P. 2008. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience* 58 (5): 406-414.
- AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., SUZUKI, H. I. & JÚLIO, H. F. 2003. Migratory fish from the upper Paraná River basin, Brazil. pp 19-99 In: Carolsfeld, J., Harvey, B., Ross, C., Baer, A., Ross, C. eds., *Migratory Fishes of South America: Biology, Social Importance and Conservation Status*, World Fisheries Trust, the World Bank and the International Development Research Centre, Victoria,
- AMARAL, J. S.; MELO, R. G., HONJI, R. M & MOREIRA, R. G. 2007. Effects of migration impediment of *Salminus hilarii* (Teleost: Characidae) on the pituitary–gonad axis. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology*, Volume 148, Supplement 1, p. S44

- ANDERBERG, M. R. 1973. Cluster analysis for applications. Academic Press, New York, 359p.
- ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; AGOSTINHO, A. A.; FABRÉ, N. N. 1995. Trophic Aspects of Fish Communities In Brazilian Rivers And Reservoirs. In: J.G. Tundisi; C.E.M. Bicudo; T. Matsumura Tundisi. (Org.). Limnology in Brazil. Brasil, Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, p. 105-136.
- BARTHEM, R.B. 1987. Uso de redes de espera no estudo de ritmos circadianos de algumas espécies de peixes nos lagos de várzea do rio Solimões. Rev. Brasil. Zool., 3 (7): 409-422
- BELL, F. G. & DONNELLY, L. J. 2006. Mining and its impact on the environment. Taylor & Francis Group, London, 547 p.
- BÖHLKE JE, WEITZMAN SH, MENEZES NA. 1978. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. Acta Amazon 8: 657-677.
- CAPELETI , A. R. & PETRERE JR., M. 2006. Migration of the curimatá *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Pisces, Prochilodontidae) at the waterfall “Cachoeira de Emas” of the Mogi-Guaçu river – São Paulo, Brazil. Braz. J. Biol. 66(2b): 651-659
- CHAO, A., W.-H. HWANG, Y.-C. CHEN, & C.-Y. Kuo. 2000. Estimating the number of shared species in two communities. *Statistica Sinica* 10:227-246
- COLWELL, R. K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>
- COSTA, J.E.M 2002. Peixes anuais brasileiros: diversidade e conservação. Editora da UFPR, Curitiba, 240p.
- ESCHMEYER, W. N. 1998. Catalog of Fishes. Special publication n° 1 of the Center for Biodiversity Research and Information. California Academy of Sciences. vols. 1-3: 1-2905.
- FAUSCH, K.D.; LYONS, J; KARR, J. R.; ANGERMEIER, P.L. 1990. Fish communities as indicators of environmental degradation. In: Adams, S. M. Biological indicators of stress in fishes. American Fisheries Society Symposium 8, 123-144.
- FROESE, R. & PAULY, D. (Eds). 2009. FishBase. World Wide Web - electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (02/2009).
- Géry J. 1969. The fresh-water fishes of South America. Pages 828–848 in Fitkau EJ, ed. Biogeography and Ecology in South America. The Hague (Netherlands): W. Junk.
- Géry, J. 1977. Characoids of the world. Neptune: New Jersey, TFH Publications. 672p.
- HENRY, R; UIEDA, V. S; AFONSO, A. A. de O. & KIKUCHI, R. M. 1994. Input of allocthonous matter and structure of fauna in a Brazilian headstream. Mitt. Internat. Verein. Limnol. 25: 1866-1870.

- HESTER, R.E., HARRISON, R.M. (Eds.), 1994. Mining and its Environmental Impact, Issues in Environmental Science and Technology, 1. The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Cambridge CB4 4WF
- KOTTELAT, M. & WHITTEN, T. 1996. Freshwater biodiversity in Asia, with special reference to fish. World Bank Tech. Pap. 343: 59 p.
- KRISHNASWAMY, J., BUNYAN, M., MEHTA, V.K., JAIN, N., KARANTH, K.U., 2006. Impact of iron ore mining on suspended sediment response in a tropical catchment in Kudremukh, Western Ghats, India. For. Ecol. Manage, 224:187–198
- LAMAS, I.R. 1993. Análise de características reprodutivas de peixes de água doce, com ênfase no local de desova. Belo Horizonte, UFMG. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. 72p.
- LIN, D. S. C. & CARAMASCHI, E. P. 2005. Responses of the fish community to the flood pulse and siltation in a floodplain lake of the Trombetas River, Brazil. Hydrobiologia, 545: 75–91
- LOWE-MCCONNELL, R. H. (1975) Fish Communities in Tropical Freshwater; Their Distribution, Ecology and Evolution. Longman Inc., London. 337 p.
- LOWE-MCCONNELL, R.L. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, London. 382p.
- LUCINDA, P. H. F.; FREITAS, I. S.; SOARES, A. B.; MARQUES, E. E.; AGOSTINHO, C. S.; OLIVEIRA, R. J. 2007. Fish, Lajeado reservoir, rio Tocantins drainage, state of Tocantins, Brazil. Check List (UNESP), v. 3, p. 77-90
- LUDWIG, J. A & REYNOLDS, J. F. 1988. *Statistical ecology. a primer on methods and computing*. New York: Wiley-Interscience Publications, 337 p.
- MCALLISTER, D. E., HAMILTON, A .L. & HARVEY, P. 1997. Global freshwater biodiversity: striving for the integrity of freshwater ecosystems. Sea Wind 11(3): 140 p.
- MESCHIATTI, A. J. & ARCIFA, M. S. 2009. A review on the fishfauna of Mogi-Guaçu River basin: a century of studies. Acta Limnol. Bras., 2009, 21(1): 135-159
- MITSCH, W.J & GOSSELINK, J.G. 2000. *Wetlands*, Third edition. New York, USA: John Wiley and Sons.
- MOILANEN, A. & M. NIEMINEN, 2002. Simple connectivity measures in spatial ecology. *Ecology*, 83: 1131-1145
- MOTA, S. Q. & RUFFINO, M. L. 1997. Biologia e pesca do curimatá (*Prochilodus nigricans* Agassiz, 1829) (Prochilodontidae) no médio Amazonas. . Revista UNIMAR 19 (2): 493-508
- PLANQUETTE, P, KEITH, P. & Le BAIL, P. Y. 1996. Atlas des poisons d'eau douce de Guyane (Tomo 1). Muséum National D'Histoire Naturelle, Paris, 429 p.

- POWER, M.E. 1984. The importance of sediment in the grazing ecology and size class interactions of an armored catfish, *Ancistrus spinosus*. *Environ. Biol. Fishes*, 10: 173-181.
- PRINGLE, C. M. 2003. What is hydrologic connectivity and why is it ecologically important? *Hydrological Processes* 17: 2685-2689
- REIS, R. E., KULLANDER, S. O. & FERRARIS Jr., C. J. (orgs.) 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, EDIPUCRS, 729p.
- RINGUELET R. 1975. Zoogeografia y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur* 2: 1–122.
- ROCHA, O. & GÜNTZEL, A.1999. Crustáceos Branquiópodos. pp.: 107-120. in Joly, C.A. & Bicudo, C.E.M. (orgs) Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 4: invertebrados de água doce. São Paulo: FAPESP, xxii+176p
- SANTOS, G.M., FERREIRA, E.J.G. 1999. Peixes da bacia Amazônica. p. 345 - 373. In: Lowe - McConnell, R.H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. EDUSP, São Paulo, 584p
- SANTOS, G.M., MERONA, B., Juras, A.A., Jégu, M. 2004. Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da usina hidrelétrica Tucuruí. Brasília, Eletronorte, 216p.
- SCHAEFER, S. A. 1998. Conflict and resolution: impact of new taxa on phylogenetic studies of the Neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). pp. 375-400 in: Malabarba, L.R.; Reis, R.E.; Vari, R.P.; Lucena, Z. M. & Lucena, C.A.S. (eds.) Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Edipucrs, Porto Alegre.
- STARNES, L. B. & GASPER, D. C. 1995. Effects of surface mining on aquatic resources in North America. *Fisheries* 20(5): 20–23.
- TOWNSEND, C. R. 1996. Concepts in river ecology: pattern and process in the catchment hierarchy. *Archiv Für Hydrobiologie Supplement*, 113 (1-4): 3-21
- VARI RP & WEITZMAN SH 1990. A review of the phylogenetic biogeography of the freshwater fishes of South America. In: Peters, G, Hutterer, R (Eds) Vertebrates in the tropics. Museum Alexander Koenig, Bonn, pp. 381-393.
- VARI, R. P. & L. R. MALABARBA. 1998. Neotropical Ichthyology: an overview. Pp. 1-11. In L. R. Malabarba, R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena, and C. A. S. Lucena (eds.), Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes. Porto Alegre, Edipucrs.
- VAZZOLER, A. E. A., Menezes, N. A. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). *Rev. Brasil. Biol.* 52: 627-640
- VIEIRA, 1994. Estrutura de comunidades e aspectos da alimentação e reprodução dos peixes em dois lagos do médio rio Doce, MG. Dissertação Mestrado, UFMG, Belo Horizonte, 76 p.

### 13.3 Meio Socioeconômico

BENI, Mario Carlos. Análise estrutural do turismo. 2. ed. São Paulo: Ed. SENAC, 2001.

BRAGA, S. S; GONTIJO, B.M. O turismo como vetor de transformações sócio-espaciais: Estudo de caso comparativo entre os distritos de Milho Verde e São Gonçalo do Rio das Pedras, Serro - MG. In: XII Simpósio Nacional de Geografia Física, 2007, Natal. Natureza, geotecnologias, ética e gestão do território: resumos / XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 9 a 13 de julho de 2007, 343pág.. Natal, RN : Departamento de Geografia/CCHLA/UFRN, 2007, 2007. pág. 498-518.

BRANDT MEIO AMBIENTE, Relatório do Estudo de Impacto Ambiental da Mineração Onça Puma (EIA/RIMA). Projeto Onça Puma – Lavra e Processamento de Minério de Níquel. Março/2004.

CANAÃ DOS CARAJÁS (2009). *Relatório de Saúde do 1º Semestre/2009*. Departamento de Informação, Controle e Avaliação – DICA. Secretaria Municipal de Saúde de Canaã dos Carajás.

DATASUS. Indicadores e Dados Básicos Municipais, 2000 e 2005.

DIAGONAL URBANA. Diagnóstico Integrado da Socioeconomia do Sudeste do Pará, 2006.

DIAGONAL URBANA. Relatório de Diagnóstico do Plano Diretor Participativo, 2006.

DTDIE/INEP/MEC. Mapa do Analfabetismo no Brasil: Indicadores do Censo Demográfico de 2000 e do Censo Escolar de 2000, 2003. Estudos etno-ecológicos para a instalação do empreendimento Onça Puma. Etno-zoneamento, pesquisa ambiental, relatórios e plano de manejo, realizados pelo Instituto Socioambiental (1991 a 2000). Estudo de Impacto Ambiental – EIA Ramal Ferroviário Serra Sul. Elaborado por: Golder, 2007

GIANNINI, Isabelle. Proposta de gestão integrada atendendo solicitação da FUNAI/MPF/Vale/Xikrin, 2004.

GIANNINI, Isabelle. Análise de uma Situação de Intervenção Social. In: POEMA tropic – Pobreza e Meio Ambiente no Trópico Úmido. Poema, nº 2, Julho/Dezembro, 1998.

GIANNINI, Isabelle; INGLEZ DE SOUSA, Cássio. Estudo Etnoecológico na Terra Indígena Xikrin do Catete. Relatório Final elaborado para Onça Puma, Julho/2005.

GIANNINI, Isabelle. Xikrin Rompem com Modelo Predatório e Defendem Manejo Sustentável. In: Povos Indígenas no Brasil. São Paulo: Instituto Socioambiental, 1996.

GOMES, Patrício M. (Eco) Turismo: Uma (Re) Leitura dos discursos. Dissertação de Mestrado. Brasília: CDS / UnB, 2000.

GONTIJO, B.M. A Ilusão do Ecoturismo na Serra do Cipó/MG: Estudo de caso Lapinha da Serra. UnB-CDS, Doutor, Desenvolvimento Sustentável, 2003

GOTTDIENER, Mark. A produção social do espaço urbano. 2. ed. São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1997. p. 115-158.

- INLEZ DE SOUSA, Cássio. Diagnóstico Xikrin. Consultoria Antropológica realizada para Instituto Socioambiental, 2002.
- INLEZ DE SOUSA, Cássio. Vantagens, Vícios e Desafios: Os Kayapó Gorotire em Tempo de Desenvolvimento. São Paulo: Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censos Demográficos, PA. 2000. Contagem da População, PA. 2007.
- IPEA. Políticas sociais – acompanhamento e análise, n. 101. Fev. 2007
- IPEADATA. Indicadores Sociais, 1991, 2000.
- IPEADATA. PIB Municipal. 2000 e 2005.
- MAGALHÃES, Cláudia Freitas, Diretrizes para o turismo sustentável em municípios, São Paulo: Roca, 2002.
- MAGALHÃES, Edvard. Legislação Indigenista Brasileira e Normas Correlatas. Brasília, FUNAI/CGDOC, 2005.
- MEC/ INEP. Indicadores Demográficos e Educacionais, 2006. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=8866&Itemid=&sistem=1](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=8866&Itemid=&sistem=1)>
- MEC/INEP. Censo Escolar – Educacenso, 2007.
- MENEZES, Ebenezer Takuno; SANTOS, Thais Helena."Analfabetismo funcional" (verbete). *Dicionário Interativo da Educação Brasileira* - EducaBrasil. São Paulo: Midiamix Editora, 2002, Disponível em: <<http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=132>>. Acesso em 09/9/2007.
- MINISTÉRIO DA FAZENDA/SECRETARIA DO TESOURO NACIONAL. FINANÇAS DO BRASIL. Dados Contábeis dos Municípios, 2002 e 2006.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO-OMT. Desarrollo Turístico Sostenible: Guia para Planificadores Locales. Madrid: OMT, 1997.
- ORIOLO, ÁLVARO LUIZ *et.,al* (2007). *Diagnóstico do Setor Agropecuário de Canaã dos Carajás*. Campo Consultoria e Agronegócios Ltda. Companhia Vale do Rio Doce, março.
- PAVAN, SANDRA. Subsídio para elaboração de um plano de manejo em regime de rendimento sustentado do patrimônio florestal dos índios Xikrin do Catete, segunda fase. São Paulo: Relatório Instituto Socioambiental/ Companhia Vale do Rio Doce, 1994.
- PNUD/IPEA/FJP. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. 1991, 2000. Disponível em: <<http://www.fjp.gov.br>>.
- RELATÓRIOS DE SAÚDE DOS XIKRIN elaborados anualmente pelo Dr. João Paulo Botelho.
- RELATÓRIO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO AGROSILVIPASTORIL, Programa de Reabilitação da Mata Ciliar do rioCateté e de



Educação Ambiental nas Aldeias da Terra Indígena Xikrin do Cateté. Ambiental Consultoria e Projetos, Maio/2007.

SANTOS, Milton. A natureza do espaço: técnica e tempo; razão e emoção. 2. ed. São Paulo: HUCITEC, 1997.

SAWYER, D. R.; PINHEIRO, S. M. G. A Dinâmica Demográfica das Regiões de Fronteira. Anais do IV Encontro Nacional de Estudos Populacionais. ABEP: São Paulo, 1984. p. 2027. Disponível em: <[http://www.abep.org.br/usuario/GerenciaNavegacao.php?caderno\\_id=077&nivel=1](http://www.abep.org.br/usuario/GerenciaNavegacao.php?caderno_id=077&nivel=1)>. Acessado em: 18/03/2008.

SEMEC. Caracterização do Município, 2007.

SEMEC. Dados fornecidos: Número de matrículas na rede particular de acordo com as escolas; Estatística Inicial (matrículas), 2007.

SEPOF. Estatísticas Municipais, 2007.

SILVA, Fabíola. As tecnologias e seus significados: um estudo de cerâmica dos Assuniri do Xingu e da cestaria dos Kayapó-Xikrin sob uma perspectiva etnológica. Tese de Doutorado – USP – São Paulo, 2000. 244pp.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES HOSPITALARES DO SUS - SIH/SUS, 2006.

Sítio eletrônico: Associação Itakyra. Disponível em <[www.itakyra.org.br](http://www.itakyra.org.br)>. Acessado em 09/04/2008.

Sítio Eletrônico: Banco de dados da Folha de São Paulo. Disponível em: <[http://almanaque.folha.uol.com.br/brasil\\_10out1970.htm](http://almanaque.folha.uol.com.br/brasil_10out1970.htm)>. Acessado em: 17/03/08.

Sítio Eletrônico: ComCiência. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/200404/reportagens/07.shtml>>. Acessado em: 17/03/08.

Sítio eletrônico: Conselho Regional de Medicina do Pará. Disponível em: <<http://200.178.170.99/site/index.php>>. Acessado em 05/03/2008.

Sítio Eletrônico: Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – DNIT. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/imprensa/resultInfo.asp?id=226>>. Acessado em: 17/03/08.

Sítio Eletrônico: Disponível em: <[www.dams.org/docs/kbase/studies/csbranxb.pdf](http://www.dams.org/docs/kbase/studies/csbranxb.pdf)>. Acessado em: 17/03/08. Sítio eletrônico: IBGE. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2005/estimativa\\_pop.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2005/estimativa_pop.shtm)>. Acessado em: 17/03/08.

Sítio Eletrônico: SEDUC. Consulta das matrículas 2008. Disponível em: <<http://www.seduc.pa.gov.br>>. Acessado em: 01/04/2008

Sítio Eletrônico: VALE. Disponível em: <<http://www.vale.com/vale/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=46>>. Acessado em: 18/03/08.

SOUSA, Cássio Inglez. Diagnóstico Xikrin. Instituto Socioambiental, 2002.

- SWARBROOKE (1995) apud PELLEGRINE, Américo. Dicionário Enciclopédico de Ecologia e Turismo; Editora Manole. 2000,
- URBAN, Greg. A história da cultura Brasileira segundo as línguas nativas. In CARNERIO DA CUNHA, M. M. (org.), *Índios no Brasil*. São Paulo: Companhia das Letras. 1992. pp. 87-102.
- VIANA, Virgílio; PAVAN, Sandra; GIANNINI, Isabelle. Subsídios para a Elaboração de um Plano de Manejo em Regime de Rendimento Sustentado do Patrimônio Florestal dos Índios Xikrin do Catete – PA. São Paulo: Relatório ISA/CEDI/Fundo Nacional do Meio Ambiente da Semam/PR, 1992.
- VIDAL, Lux. As categorias de idade como sistema de classificação e controle demográfico de grupos entre os Xikrin do Catete e de como são manipulados em diferentes contextos. In: *Rev. Mus. Paulista*, vol. XVIII, São Paulo: USP, 1976.
- VIDAL, Lux. A mulher indígena Kayapó. Belém: *Mensageiro* – Estudo no. 5, abr/mai/jun, 1990.
- VIDAL, Lux. *Morte e Vida de uma Sociedade Indígena Brasileira*. São Paulo: HUCITEC, 1977.
- VIDAL, Lux. *Xikrin do Catete*. Relatório de viagem. Consultoria para a Vale. 1983. ([www.trabalhoindigenista.org.br/acervo](http://www.trabalhoindigenista.org.br/acervo)).
- VIVEIRO DE CASTRO, Eduardo. Amazônia Antropizada. In: Almanaque Brasil Socioambiental – Uma Nova Perspectiva para Entender a Situação do Brasil e a nossa Contribuição para a Crise Planetária. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008, pág. 102-103.
- WEARING, Stephen & NEIL, John. Ecoturismo – Impacto, tendencias y posibilidades. Madrid: Editorial Síntesis, S.A., 1999.
- WORLD WILDLIFE FOUND - WWF. Manual de Ecoturismo de Base Comunitária: Ferramentas para um planejamento responsável. Brasília, 2003.

### 13.3.1 Arqueologia

- ALMEIDA, F. O. de. *O Complexo Tupi da Amazônia Oriental*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, 2008.
- ALMEIDA, F. O. de e L. G. GARCIA. Aspectos do Espaço Tupinambá no Leste Amazônico. *Revista de Arqueologia*, 21 (2): 97-119, 2008.
- ARAÚJO COSTA, F.H.J. de C. *Projeto Baixo Tocantins: Salvamento Arqueológico na Região de Tucuruí* – PA. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.
- ARNAUD, Expedito. A expansão dos índios Kayapó-Gorotire e a ocupação nacional (Região Sul do Pará). *Separata da Revista do Museu Paulista*, São Paulo, n.s., 32,1987.
- 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 Anthropologist* 91(1):59-82, 1989.
- BALÉE, W. People of the Fallow: A Historical Ecology of Foraging in Lowland South America. In *Conservation of Neotropical Forests*, edited by K.H. Redford & P. Christine, pp. 35-57, Columbia University Press, New York, 1992.
- BALÉE, W. *Footprints of the forest: Kaapor ethnobotany: the historical ecology of plant utilization by an Amazonian people*. Columbia University Press, New York, 1994.
- BANNER, Horace O índio Kayapó em seu acampamento. *Boletim do MPEG: Série Antropologia*, Belém : MPEG, n.s., 1961, 13.
- CALDARELLI, S. B. *Diagnóstico arqueológico da área do Ramal Ferroviário Serra Sul da EFC*. Relatório entregue à Golder, para compor o EIA do empreendimento. São Paulo, 2007.
- CÂNDIDO, M. M. D. *Educação patrimonial em variados territórios: relato de uma experiência itinerante*. XXIV Simpósio Nacional de História, São Leopoldo: Unisinos, 2007.
- COUDREAU, Henri. *Viagem à Itaboca e ao Itacaiúnas*. [1898]. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, 1980.
- DREYFUS, Simone. *Les Kayapo du Nord, état du Pará, Brésil : contribution à l'étude des indiens Gê*. Paris, Mouton & Co., 1963.
- ESCRITÓRIO INTERNACIONAL DOS MUSEUS. *Carta de Atenas*. Conclusões Gerais e Deliberações da Sociedade das Nações, do Escritório Internacional dos Museus, out. 1931. Disponível em: [ww.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=232](http://ww.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=232). Acesso em: 23 jul. 2007.
- FERDIERE, A. *La fouille, pour quoi faire?* In: A. Schnapp (Ed.), *L'Archéologie Aujourd'hui*. Paris, Hachette, 1980.
- FERRAZ, IARA. GAVIÃO Parakêteje. *Enciclopédia dos Povos Indígenas do Brasil*. ISA, s/d.
- GNECCO, C. *The Pleistocene/Holocene Boundary in The Northern Andes: An Archaeological Perspective*. Unpublished PhD Dissertation, Washington University, St. Louis, Missouri, 1994.
- GNECCO, C. An archaeological perspective of the Pleistocene/Holocene boundary in northern South America. *Quaternary International* 53/54:3-9, 1999.
- GNECCO, C. & S. MORA. Late Pleistocene/early Holocene tropical forest occupations at San Isidro and Peña Roja, Colombia. *Antiquity* 71:683-690, 1997.
- GRINSPUM, D. *Educação para o patrimônio: museu de arte e escola. Responsabilidade compartilhada na formação de públicos*. Tese de Doutorado, FEUSP, 2000.
- HESTER, T. R. *Methods of excavation*. In: T. R. HESTER, H. J. SHAFER & K. L. FEDER, *Field Methods in Archaeology*. Mayfield Publishing Co., Mountain View, 1997.

- HORTA, M. L. P.; GRUNBERG, E.; MONTEIRO, A. Q. *Guia Básico de Educação Patrimonial*. Brasília, IPHAN, 1999.
- ICOMOS/ICAHM. *Carta para a proteção e gestão do patrimônio arqueológico*. ICOMOS/ICAHM. Lausanne, 1990.
- ICOMOS/ICAHM. Carta de Lausanne, 1990. *Carta para Gestão e Proteção de Patrimônio Arqueológico*. Disponível em: [www.iphan.gov.br/portal/baixa\\_FcdAnexo.do?id=262](http://www.iphan.gov.br/portal/baixa_FcdAnexo.do?id=262) . Acesso em: 27 jul. 2007.
- IPHAN/MINC. Inventário Nacional de Referências Culturais (INRC): *Manual de Aplicação*. Brasília: IPHAN/Departamento de Identificação e Proteção, 2000.
- KRAUSE, F. *In den Wildnissen Brasiliens* (Dans les pays sauvages du Brésil), Leipzig, R. Voigtländer, 1911.
- KIPNIS, R. Long-Term Land Tenure Systems in Central Brazil: Evolutionary Ecology, Risk-Management, and Social Geography. In: Ben Fitzhugh and 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.
- LARAIA, R. B. Suruí. *Enciclopédia dos Povos Indígenas no Brasil*. ISA, 1998.
- LATHRAP, D. W. The "Hunting" Economies of the Tropical Forest Zone of South America: An Attempt at Historical Perspective. In *Man The Hunter*, edited by R.B. Lee & I. DeVore, pp. 23-29. Aldine, Chicago, 1968
- LOWIE, Robert H. Northwestern and Central Ge. In: STEWARD, Julian (Ed.). *Handbook of South American Indians*. Washington, Smithsonian Institution, 1946, 1: 477-517.
- LYNCH, T.F. The South American Paleo-Indians. In *Ancient Native Americans*, edited by J.D. Jennings, pp. 455-489, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1978.
- MAGALHÃES, M. P. *Arqueologia de Carajás: a presença pré-histórica do homem*. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi 1994.
- MAGALHÃES, M. P. *A Physis da Origem: o sentido da Historia na Amazônia*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2005.
- MAGALHÃES, M. P. *A A Physis da Origem: o sentido da Historia na Amazônia*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2005.
- MELATTI, JÚLIO CÉSAR *Índios da América do Sul – Áreas Etnográficas*. In: <http://www.geocities.com/RainForest/Jungle/6885/ias.htm>, 2002.
- NIMUENDJU, Curt *Mapa Etno-Histórico do Brasil e Regiões Adjacentes*. Rio de Janeiro, IBGE, 1981.

- RICARDO, CARLOS ALBERTO (Ed.) *Povos Indígenas no Brasil, 8: Sudeste do Pará (Tocantins)*. São Paulo, CEDI, 1985.
- ROOSEVELT, ANNA CURTENIUS. Early Pottery in the Amazon. Twenty Years of Scholarly Obscurity. In: *The Emergence of Pottery. Technology and Innovation in Ancient Societies*, William K. Barnett and John Hoopes, eds. Washington: Smithsonian Institution Press, pp. 115-131, 1995.
- ROOSEVELT, ANNA CURTENIUS. Paleoindian and Archaic occupations in the Lower Amazon, Brazil: A summary and Comparison. In *Explorations in American Archaeology: Essays in Honor of Wesley R. Hurt*, edited by Mark G. Plew, pp. 165-191, University Press of America, Lanham, Md., 1998a.
- ROOSEVELT, ANNA CURTENIUS. 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.
- ROOSEVELT, Anna C. Ancient Hunter-Gatherers of South America. In *Cambridge University Encyclopedia of Hunter-Gatherers*. R. Lee and R. Daly (editors). Cambridge: Cambridge U. Press. Pp. 86-92, 1999.
- ROOSEVELT, Anna C. et alli. Eighth Millennium Pottery from a Prehistoric Shell Midden in the Brazilian Amazon. *Science* 254:1621-1624, 1991.
- 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.
- SCIENTIA *Arqueologia Preventiva nos corpos N5E e N5S Serra Norte, Complexo Minerador de Carajás, PA*. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2005
- SILVEIRA, Maura I. *Estudo Sobre Estratégia de Subsistência de Caçadores-Coletores Pré-Históricos do Sítio Gruta do Gavião, Carajás (Pará)*. Dissertação de Mestrado, São Paulo, USP, 1994.
- SIMÕES, Mario F. Índices das fases arqueológicas brasileiras 1950-1971. Belém, Publicações Avulsas Museu Paraense Emílio Goeldi, n. 18, 1972.
- SIMÕES, Mario F. Salvamento Arqueológico em Carajás (PA). IN *Carajás, desafio político, ecológico e desenvolvimento*. Almeida, J.M.G. (org.) São Paulo: CNPq/Brasiliense, p. 534-559, 1986.
- 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.

- UNESCO. *Carta de Nova Delhi, 1956. Recomendação que define os princípios internacionais a serem aplicados em matéria de pesquisas arqueológicas*. Disponível em: [www.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=234](http://www.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=234) . Acesso em: 27 jul. 2007.
- VIDAL, Lux *O espaço habitado entre os Kaiapó-Xikrin (Jê) e os Parakanã (Tupi) do médio Tocantins, Pará*. In: S. C. NOVAES (Org.), *Habitações Indígenas*. São Paulo, Nobel/EDUSP, 1983: 77-102.
- VERSWIJVER, Gustaf Kayapó. In: *Enciclopédia dos Povos Indígenas do Brasil*. ISA, 2002.
- ATAÍDES, J. M.; MACHADO, L. A.; SOUZA, M. A. T. *Cuidando do Patrimônio Cultural*. Goiânia: Ed. UCG, 1997.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *The Archaeological Survey Manual*. Walnut Creek, Ca., Left Coast Press, 2007.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Arqueologia Preventiva na Área do Níquel do Vermelho, Canaã de Carajás, Pará. Relatório Final*. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2006a.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Salvamento arqueológico na Serra Sul, Complexo Minerador de Carajás, PA. Relatório Final 1º Etapa*. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2006b.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Projeto de Arqueologia Preventiva na Área da Barragem do Gelado, Serra Norte, Complexo Minerador de Carajás, Pará – Relatório da Etapa de Resgate*. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2007a.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Projeto de Arqueologia Preventiva na Área da Barragem do Gelado, Serra Norte, Complexo Minerador de Carajás, Pará – Relatório da Etapa de Prospecção*. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2007b.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Arqueologia Preventiva na Área da Mina de Manganês do Azul, Complexo Minerador de Carajás, Pará. Relatório da Prospecção Arqueológica*. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2007c.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Arqueologia Preventiva no Corpo N4WS, Serra Norte, Complexo Minerador de Carajás, Pará -. Relatório Final*. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2007d.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Projeto de Arqueologia Preventiva na Área da Barragem do Gelado, Complexo Minerador de Carajás, PA. Relatório da Prospecção Arqueológica na Área da Usina*. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2007e.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Prospecção arqueológica em áreas de empréstimo, levantamento pericial arqueológico e educação patrimonial ao longo da Estrada de Ferro Carajás, MA/PA – Relatório 2008*. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2008a.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Arqueologia Preventiva na área do Níquel do Vermelho, Canaã dos Carajás, Pará – Segunda Etapa - Resgate*. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2008b.

- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Diagnóstico arqueológico da área do Projeto do Alemão*. Relatório entregue à Golder, para compor o EIA do empreendimento. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2008c.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Diagnóstico arqueológico da área Projeto Cristalino*. Relatório entregue à Golder, para compor o EIA do empreendimento. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2008d.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Arqueologia Preventiva na Área da Mina de Manganês do Azul, Complexo Minerador de Carajás, Pará. Relatório de Campo*. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2008e.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Projeto de Arqueologia Preventiva no Corpo N4E, Serra Norte, Complexo Minerador de Carajás, Pará – Relatório da Prospecção de Cavidades Naturais no Corpo N4E*. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2008f.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Arqueologia Preventiva na Serra Norte, Complexo Minerador de Carajás, Pará -. Relatório Parcial 3*. São Paulo: Scientia Consultoria Científica, 2008g.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Projeto de Arqueologia Preventiva na Área do Níquel do Vermelho em Canaã de Carajás, Pará – 2º Etapa. Relatório da Prospecção Arqueológica – 2008h*.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Projeto de Arqueologia Preventiva Serra Sul, Complexo Minerador de Carajás, Pará – 2º Etapa – 2008i*.
- WHITE, G. G. & KING, T. F. *Resgate de sítios arqueológicos na área de intervenção da Linha de Transmissão 230kV Marabá-Itacaiúnas-Carajás - Relatório final*. Belém: Scientia Consultoria Científica, 2009.

#### 13.4 Análise de Risco

- CPR (Committee for the Prevention of Disasters), 2005, Guidelines for quantitative risk assessment, Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3).
- E&P Forum, 1996, Quantitative Risk Assessment Datasheet Directory, E&P Forum Report N° 11.8/250, Capítulo 10: Storage Tank Incidents.
- HELCOM (The Helsinki Commission), 2002, HELCOM Manual on Co-operation in Response to Marine Pollution within the framework of the Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area (Helsinki Convention) – Response to accidents at sea involving spills of hazardous substances and loss of packaged dangerous goods, Volume 2.
- LEES, F.P., 1996, Loss Prevention in the Process Industries, 2a Edição, Butterworth-Heinemann, Volume 2.
- MSHA (Mine Safety & Health Administration), 2009, <http://www.msha.gov/mshainfo/factsheets/mshafact2.htm>, consultado em 16/10/2009.

NEW JERSEY DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION (NJDEP), s.d., Source Document for Risk Assessment, Bureau of Chemical Release Information and Prevention.

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), 2009, <http://www.cdc.gov/niosh/mining/statistics/disall.htm>, consultado em 16/10/2009.