

VOLUME 5

SUMÁRIO

8.	Análise Ambiental Integrada.....	1
8.1	Abordagem	1
8.1.1	O Projeto Mina N5 Sul	2
9.	Prognóstico com Avaliação dos Impactos Ambientais.....	21
9.1	Prognóstico sem o Empreendimento	21
9.2	Com o Empreendimento.....	27
9.3	Avaliação dos Impactos Ambientais	31
9.3.1	Metodologia	31
9.3.2	Meio Físico.....	37
9.3.3	Meio Biótico	79
9.3.4	Meio Socioeconômico	107
10.	Ações Ambientais	123
10.1	Plano de Gestão de Recursos Hídricos.....	123
10.1.1	Introdução.....	123
10.1.2	Programa de Monitoramento da Qualidade dos Efluentes Líquidos	124
10.1.3	Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais	132
10.1.4	Programa de Monitoramento Hidrogeológico e da Qualidade das Águas Subterrâneas	140
10.2	Plano de Gestão de Sedimentos	151
10.2.1	Introdução.....	151
10.2.2	Justificativa	151
10.2.3	Objetivos	151
10.2.4	Público Alvo / Abrangência	152
10.2.5	Requisitos Legais para Efetiva Implantação	152
10.2.6	Atividades.....	152
10.2.7	Metodologia	152
10.2.8	Metas e Indicadores Ambientais.....	153
10.2.9	Equipe Técnica	153
10.2.10	Instituições Envolvidas / Responsabilidade de Execução.....	153
10.2.11	Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento	153
10.2.12	Cronograma Físico-Financeiro.....	153
10.2.13	Inter-relação com Outros Planos/Programas.....	153
10.2.14	Bibliografia	154
10.3	Plano de Gestão de Resíduos.....	155
10.3.1	Introdução.....	155

10.3.2	Justificativa	155
10.3.3	Objetivos	156
10.3.4	Público Alvo e/ou Abrangência	156
10.3.5	Requisitos Legais	156
10.3.6	Atividades.....	157
10.3.7	Metodologia	157
10.3.8	Metas e Indicadores Ambientais.....	161
10.3.9	Equipe Técnica	162
10.3.10	Instituições Envolvidas / Responsabilidade de Execução.....	162
10.3.11	Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento – Definição da Forma de Apresentar e Periodicidade dos Relatórios.....	162
10.3.12	Cronograma Físico-Financeiro.....	162
10.3.13	Inter-Relação com Outros Planos/Programas.....	163
10.3.14	Bibliografia	163
10.4	Plano de Gestão da Qualidade do Ar	164
10.4.1	Programa de Controle e Monitoramento das Emissões Atmosféricas	164
10.4.2	Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar	169
10.5	Plano de Gestão de Ruído e de Vibração.....	174
10.5.1	Introdução.....	174
10.5.2	Justificativa.....	174
10.5.3	Objetivos	174
10.5.4	Público Alvo e/ou Abrangência	175
10.5.5	Requisitos Legais	175
10.5.6	Atividades.....	176
10.5.7	Metodologia.....	176
10.5.8	Metas e Indicadores Ambientais.....	178
10.5.9	Equipe Técnica	178
10.5.10	Instituições Envolvidas / Responsabilidade de Execução.....	178
10.5.11	Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento – Definição da Forma de Apresentar e Periodicidade dos Relatórios.....	178
10.5.12	Cronograma Físico-Financeiro.....	178
10.5.13	Inter-Relação com Outros Planos/Programas.....	178
10.5.14	Bibliografia.....	179
10.6	Programa de Conservação da Biodiversidade.....	180
10.6.1	Introdução.....	180
10.6.2	Justificativa.....	180
10.6.3	Objetivos	180
10.6.4	Público Alvo e/ou Abrangência	181
10.6.5	Requisitos Legais	181

10.6.6	Atividades.....	181
10.6.7	Metodologia.....	181
10.6.8	Metas e Indicadores Ambientais.....	188
10.6.9	Equipe Técnica.....	188
10.6.10	Instituições envolvidas / Responsabilidade de Execução.....	188
10.6.11	Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento.....	188
10.6.12	Cronograma Físico-Financeiro.....	189
10.6.13	Inter-relação com Outros Planos/Programas.....	189
10.6.14	Referências Bibliográficas.....	189
10.7	PROGRAMA DE SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO.....	191
10.7.1	Introdução.....	191
10.7.2	Justificativa.....	191
10.7.3	Objetivos.....	191
10.7.4	Público Alvo e/ou Abrangência.....	191
10.7.5	Requisitos Legais.....	191
10.7.6	Atividades.....	192
10.7.7	Metodologia.....	192
10.7.8	Metas e Indicadores Ambientais.....	196
10.7.9	Equipe Técnica.....	197
10.7.10	Instituições envolvidas / Responsabilidade de execução.....	197
10.7.11	Instrumentos de avaliação e acompanhamento.....	197
10.7.12	Cronograma físico-financeiro.....	197
10.7.13	Inter-relação com outros planos/programas.....	197
10.8	PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE VETORES DO PROJETO N5.....	198
10.8.1	Introdução.....	198
10.8.2	Justificativa.....	198
10.8.3	Objetivos.....	199
10.8.4	Público Alvo e/ou Abrangência.....	199
10.8.5	Requisitos Legais.....	199
10.8.6	Atividades.....	199
10.8.7	Metodologia.....	199
10.8.8	Metas e Indicadores Ambientais.....	202
10.8.9	Equipe Técnica.....	202
10.8.10	Instituições Envolvidas / Responsabilidade de Execução.....	202
10.8.11	Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento.....	202
10.8.12	Cronograma Físico-Financeiro.....	202
10.8.13	Inter-relação com Outros Planos/Programas.....	203
10.8.14	Bibliografia.....	203

10.9	Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômico	205
10.9.1	Introdução.....	205
10.9.2	Justificativa.....	205
10.9.3	Objetivos	205
10.9.4	Público Alvo e/ou Abrangência	206
10.9.5	Requisitos Legais	206
10.9.6	Atividades.....	206
10.9.7	Metodologia.....	206
10.9.8	Metas e Indicadores Ambientais.....	207
10.9.9	Equipe Técnica	207
10.9.10	Instituições Envolvidas / Responsabilidade de Execução.....	207
10.9.11	Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento – Definição da Forma de Apresentar e Periodicidade dos Relatórios.....	207
10.9.12	Cronograma Físico-Financeiro.....	207
10.9.13	Inter-Relação com Outros Planos/Programas.....	208
10.9.14	Bibliografia.	208
10.10	Programa de Comunicação Social	209
10.10.1	Introdução.....	209
10.10.2	Justificativa.....	209
10.10.3	Objetivos	209
10.10.4	Público Alvo e/ou Abrangência	209
10.10.5	Requisitos Legais	210
10.10.6	Atividades.....	210
10.10.7	Metodologia.....	210
10.10.8	Metas e Indicadores Ambientais.....	210
10.10.9	Equipe Técnica/Recursos Humanos	211
10.10.10	Instituições Envolvidas / Responsabilidade de Execução	211
10.10.11	Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento – Definição da Forma de Apresentar e Periodicidade dos Relatórios.....	211
10.10.12	Cronograma Físico-Financeiro	211
10.10.13	Inter-Relação com Outros Planos/Programas.....	211
10.10.14	Bibliografia	212
10.11	Programa de Educação Ambiental	213
10.11.1	Introdução.....	213
10.11.2	Justificativa.....	213
10.11.3	Objetivos	214
10.11.4	Público Alvo e/ou Abrangência	214
10.11.5	Requisitos Legais	214
10.11.7	Metodologia.....	215

10.11.8	Metas e Indicadores Ambientais	215
10.11.9	Equipe Técnica/Recursos Humanos	216
10.11.10	Instituições Envolvidas / Responsabilidade de Execução	216
10.11.11	Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento – Definição da Forma de Apresentar e Periodicidade dos Relatórios.....	216
10.11.12	Cronograma Físico-Financeiro	216
10.11.13	Inter-Relação com Outros Planos/Programas.....	217
10.11.14	Bibliografia	217
10.12	Programa de Controle da Malária e Outras Doenças Transmitidas ou não por Vetores	218
10.12.1	Introdução.....	218
10.12.2	Justificativa	218
10.12.3	Objetivos	218
10.12.4	Público Alvo e/ou Abrangência	218
10.12.5	Requisitos Legais	218
10.12.6	Atividades.....	219
10.12.7	Metodologia	219
10.12.8	Metas e Indicadores Ambientais.....	219
10.12.9	Equipe Técnica	219
10.12.10	Instituições Envolvidas / Responsabilidade de Execução	220
10.12.11	Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento – Definição da forma de Apresentar e Periodicidade dos Relatórios.....	220
10.12.12	Cronograma Físico-Financeiro	220
10.12.13	Inter-Relação com Outros Planos/Programas.....	220
10.12.14	Bibliografia	220
10.13	Programa de Arqueologia Preventiva.....	221
10.13.1	Introdução.....	221
10.13.2	Justificativa	221
10.13.3	Objetivos	221
10.13.4	Público Alvo e/ou Abrangência	221
10.13.5	Requisitos Legais	221
10.13.6	Atividades.....	222
10.13.7	Metodologia	222
10.13.8	Metas e Indicadores Ambientais.....	222
10.13.9	Equipe Técnica	222
10.13.10	Instituições Envolvidas / Responsabilidade de Execução	223
10.13.11	Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento – Definição da Forma de Apresentar e Periodicidade dos Relatórios.....	223
10.13.12	Cronograma Físico-Financeiro	223
10.13.13	Inter-relação com Outros Planos/Programas	223

10.13.14	Bibliografia	223
10.14	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas	231
10.14.1	Apresentação	231
10.14.2	Objetivo	231
10.14.3	Conceitos em Recuperação	231
10.14.4	Medidas Físicas de Recuperação	232
10.14.5	Medidas Biológicas de Recuperação	234
10.14.6	Uso Futuro da Área e Novas Pesquisas	244
10.14.7	Monitoramento do Processo Sucessional	245
10.14.8	Referências	246
10.15	Plano de Fechamento de Mina	248
10.15.1	Introdução	248
10.15.2	Estrutura do Plano de Fechamento	248
10.15.3	Objetivos	250
10.15.4	Definição do Cenário de Fechamento	251
10.15.5	Gestão das Ações de Fechamento do Complexo Minerador de Carajás	252
10.15.6	Intervenções Previstas na Área da Mina	252
11.	Análise de Risco	256
11.1	Introdução	256
11.1.1	Metodologia	256
11.1.2	Resultados da APP	261
11.1.3	Recomendações	265
11.1.4	Conclusões da APP do Complexo Adaptada à Mina N5 SUL	267
12.	Conclusões	307
13.	Glossário	310
14.	Bibliografia	331
15.	Equipe Técnica	364

FIGURAS

Figura 1: Domínio das Unidades de Paisagem na Área de Estudo do Projeto Mina N5 Sul.....	3
Figura 2: Áreas de Canga no Conjunto da Serra Norte da Minas do Complexo Minerador Ferro Carajás.....	5
Figura 3: Capões de Mata e a Lagoa de N5 Sul e os Campos Hidromórficos.....	6
Figura 4: Unidade de Paisagem I e Subunidades Associadas.....	8
Figura 5: Aspectos da Unidade de Paisagem I e as subunidades associadas.....	9
Figura 6: Mina de N4 que compõe o conjunto das estruturas da Unidade de Paisagem III.....	18
Figura 7: Área da Cava da Mina de N5E e Pilha de Estéril - Unidade de Paisagem III.....	19
Figura 8: Corpo N5 Sul sem o desenvolvimento da Mina.....	28
Figura 9: Corpo N5 com o desenvolvimento da Mina.....	28
Figura 10: Situação após implantação da Mina N5 Sul.....	29
Figura 11: Situação após implantação da Mina N5 Sul.....	29
Figura 12: Distâncias de penetração para efeitos de borda abióticos (A), biológicos diretos/plantas (B) e biológicos diretos/animais (C). (Múrcia, 1995).	30
Figura 13: Representação da Classificação da Natureza dos Aspectos Ambientais.....	36
Figura 14: Fluxograma de Avaliação do Impacto Ambiental de Alteração na Qualidade do Ar.....	40
Figura 15: Fluxograma de Avaliação do Impacto Ambiental da Alteração nos Níveis de Pressão Sonora e Vibração.....	44
Figura 16: Fluxograma de Avaliação do Impacto Ambiental da Alteração no Relevo/Paisagem.....	49
Figura 17: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração da dinâmica erosiva.....	53
Figura 18: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração das propriedades do solo.....	57
Figura 19: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração da dinâmica hídrica superficial.....	60
Figura 20: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração da dinâmica hídrica subterrânea.....	64
Figura 21: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração da disponibilidade hídrica.....	67
Figura 22: Fluxograma de Avaliação do Impacto de Alteração na Qualidade das Águas Superficiais.....	73
Figura 23: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração da qualidade da água subterrânea.....	77
Figura 24: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da perda de habitat.....	81
Figura 25: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração da paisagem.....	84
Figura 26: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da fragmentação dos ecossistemas.....	87
Figura 27: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da perda da biota.....	91
Figura 28: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental do afugentamento da fauna.....	96
Figura 29: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração das comunidades da biota.....	102
Figura 30: Critérios de avaliação do impacto da alteração da situação do patrimônio natural.....	109
Figura 31: Diagrama de avaliação do impacto ambiental alteração da situação de sítios arqueológicos.....	113
Figura 32: Diagrama de avaliação do impacto ambiental de alteração dos níveis de emprego.....	118
Figura 33: Diagrama de avaliação do impacto ambiental de Alteração da Renda das Famílias e do Poder Aquisitivo da População.....	121
Figura 34: Princípios do PGR.....	156

Figura 35: Localização das Estações de Qualidade do Ar	171
Figura 36: Implantação de sistema de drenagem com o intuito de se formar um gradiente hidráulico que conduza parte considerável da água pluvial para o interior das estruturas drenantes. Ao lado micro-terraços.	233
Figura 37: Implantação de diques de amortecimento: todas as drenagens periféricas são direcionadas para estes diques que possuem a função de sedimentar as partículas sólidas da enxurrada e drenar a água de forma disciplinada.....	233
Figura 38: Detalhe de área de cava em conformação final, onde foi implantada vegetação herbácea e arbustiva, semeado em algumas ocasiões com o auxílio de microterraços.	235
Figura 39: Vista de topo de um plantio de mudas sobre a berma formando uma cortina verde para o talude de corte da cava de N4E.....	238
Figura 40: Exemplo de aplicação de tela vegetal em talude de corte.	239
Figura 41: Vista geral da PDE Norte 1, na Mina N5, antes de receber a revegetação, sem a necessidade de microterraços.	240
Figura 42: A mesma área, 30 dias após as atividades de recuperação.	240
Figura 43: Espécies regionais sendo preparadas para serem plantadas na PDE Norte 1.....	240
Figura 44: Detalhe de mudas plantadas em meio às leguminosas comerciais e espécies nativas.....	240
Figura 45: Talude numa PDE onde foi implantada a técnica de micro-terraços de folhas de babaçu.	241
Figura 46: Exemplo de aplicação do mix através do método de semeadura manual, após a prévia implantação de micro-terraços e o microcoveamento.....	242

TABELAS

Tabela 1: Modelo de Representação dos Critérios de Avaliação de Impactos Ambientais.....	37
Tabela 2: Identificação das Tarefas Geradoras dos Aspectos Ambientais que causam a Alteração da Qualidade do Ar.....	41
Tabela 3: Identificação das Tarefas Geradoras dos Aspectos Ambientais que causam a Alteração nos Níveis de Pressão Sonora e Vibração.....	45
Tabela 4: Identificação das Tarefas Geradoras dos Aspectos Ambientais que causam a Alteração no Relevo/Paisagem.....	50
Tabela 5: Identificação das atividades geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração da dinâmica erosiva.....	54
Tabela 6: Identificação das atividades geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração das propriedades do solo.....	58
Tabela 7: Identificação das atividades geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração da dinâmica hídrica superficial.....	61
Tabela 8: Identificação das atividades geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração da dinâmica hídrica subterrânea.....	65
Tabela 9: Identificação das atividades geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração da disponibilidade hídrica.....	68
Tabela 10: Identificação das Tarefas Geradoras dos Aspectos Ambientais que causam a Alteração na Qualidade das Águas Superficiais.....	74
Tabela 11: Identificação das atividades geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração da qualidade da água subterrânea.....	78
Tabela 12: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a perda de habitat.....	82
Tabela 13: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração da paisagem.....	85
Tabela 14: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a fragmentação dos ecossistemas.....	88
Tabela 15: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a perda da biota.....	92
Tabela 16: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam o afugentamento da fauna.....	97
Tabela 17: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração nas comunidades da biota.....	103
Tabela 18: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam o impacto da alteração da situação do patrimônio natural.....	110
Tabela 19: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração da situação de sítios arqueológicos.....	114
Tabela 20: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração dos níveis de emprego.....	118
Tabela 21: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a Alteração da Renda das Famílias e do Poder Aquisitivo da População.....	122
Tabela 22: parâmetros a serem monitorados nos efluentes líquidos das SAOs.....	126
Tabela 23: Parâmetros a serem monitorados nos efluentes líquidos dos sistemas de contenção de sedimentos.....	127
Tabela 24: Relação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos a serem analisados nos Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas do Projeto Mina N5 Sul.....	134
Tabela 25: Localização dos pontos de nascente a serem monitorados.....	144
Tabela 26: Localização dos vertedouros.....	146
Tabela 27: Localização dos poços de monitoramento instalados na área da futura Mina N5 Sul.....	146

Tabela 28: Parâmetros a serem analisados para a caracterização hidroquímica das águas subterrâneas.....	147
Tabela 29: Parâmetros e periodicidade de monitoramento de poços de rebaixamento	148
Tabela 30: Classificação por Grupos de acordo com a natureza dos resíduos (PRO 0010/GABAN).	159
Tabela 31: Níveis Definidos pela Resolução CONAMA 003/90.....	165
Tabela 32 Níveis Definidos pela Resolução CONAMA 003/90.....	165
Tabela 33: Níveis Definidos pela Resolução CONAMA 003/90.....	170
Tabela 34: Níveis Definidos pela Resolução CONAMA 003/90.....	170
Tabela 35: Efeitos da Vibração	176
Tabela 36: Componentes do Cronograma para o Fechamento do Complexo Minerador de Carajás.....	253
Tabela 37: Espécies de leguminosas a serem utilizadas no plano de recuperação.....	237
Tabela 38: Espécies regionais (aproximadamente 25 a 40 kg/ha) comumente utilizadas na recuperação de áreas degradadas em Carajás. Obs: As espécies variam conforme a disponibilidade sazonal.	237
Tabela 39: Quantificação dos insumos componentes do “mix” de sementes e insumos.	242
Tabela 40: Relação das espécies comerciais e quantidades recomendadas para o plantio em taludes de aterro das PDE.	242
Tabela 41: Modelo de Planilha adotada na APP.....	257
Tabela 42: Categorias de Frequência dos Cenários Acidentais	258
Tabela 43: Categorias de gravidade para danos a empregados, contratados ou público externo	258
Tabela 44: Categorias de Gravidade Considerando a Intensidade do Impacto e a Capacidade de Suporte do Meio Ambiente.....	260
Tabela 45: Categorias de gravidade considerando o tempo de limpeza e recuperação.....	260
Tabela 46: Matriz para Classificação de Risco dos Cenários Acidentais	261
Tabela 47: Distribuição dos cenários acidentais por categorias de frequência, gravidade e risco	261
Tabela 48: Distribuição dos cenários acidentais por categoria de risco.....	262
Tabela 49: Distribuição dos cenários acidentais por categorias de frequência, gravidade e risco	262
Tabela 50: Distribuição dos cenários acidentais por categoria de risco.....	262
Tabela 51: Distribuição dos cenários acidentais por categorias de frequência, gravidade e risco	263
Tabela 52: Distribuição dos cenários acidentais por categoria de risco.....	263
Tabela 53: Distribuição dos cenários acidentais por categorias de frequência, gravidade e risco	263
Tabela 54: Distribuição dos cenários acidentais por categoria de risco.....	264
Tabela 55: Distribuição dos cenários acidentais por categorias de frequência, gravidade e risco	264
Tabela 56: Distribuição dos cenários acidentais por categoria de risco.....	264
Tabela 57: Distribuição dos cenários acidentais por categorias de frequência, gravidade e risco	265
Tabela 58: Distribuição dos cenários acidentais por categoria de risco.....	265
Tabela 59: Distribuição dos cenários acidentais por categorias de frequência, gravidade e risco	267
Tabela 60: Distribuição dos cenários acidentais por categoria de risco.....	267
Tabela 61: Planilhas contendo a Análise Preliminar de Perigos (APP)	268

8. ANÁLISE AMBIENTAL INTEGRADA

8.1 ABORDAGEM

A análise ambiental integrada deve ser compreendida como a expressão da síntese entre os três níveis de interação que caracterizam o ambiente. Nesse aspecto, o conjunto das variáveis abióticas (meio físico), bióticas (fauna e flora) e antrópicas (meio socioeconômico e cultural) devem ser analisados sobre a ótica do conceito de paisagem.

Trata-se, portanto, de entender a identidade unitária de um aspecto geográfico frente aos contatos que esta estabelece com outros espaços geográficos contíguos portadores de outra identidade igualmente unitária.

Nesta perspectiva, a paisagem é produto da interação tridimensional do conjunto das variáveis tanto no sentido vertical como horizontal, que resultam na conformação de uma área que guarda peculiaridades que se traduzem em sua identidade unitária. Neste sentido cabe o conceito de CEOTMA (1984), onde a paisagem é uma porção da superfície terrestre apreendida visualmente, resultante da combinação dinâmica de elementos físico-químicos, biológicos e antrópicos que de forma interdependente geram um conjunto único em permanente evolução.

É importante compreender que apesar das diferentes dinâmicas que podem caracterizar cada unidade de paisagem observada no contexto espacial analisado, estas podem, não necessariamente, resultar na identificação de uma área ou em uma unidade exclusiva.

Significa que, a depender da intensidade da dinâmica de cada unidade de paisagem, a priori, identificadas, unidades distintas podem ser agregadas em espaços reconhecidos como homogêneos em função da natureza dos objetivos orientativos da abordagem adotada.

Trata-se, necessariamente, de admitir a necessidade de estabelecer critérios claros para que o reconhecimento de diferentes unidades de paisagem esteja em consonância com os pressupostos previamente identificados. Caso contrário, a variação espacial da intensidade de interação vertical e horizontal dos diferentes atributos ambientais poderá resultar na composição de unidades de paisagem em escala métrica, por vezes, de não interesse à abordagem pretendida.

No presente caso, as unidades de análise foram estabelecidas a partir da identificação das relações de causa e efeito que resultaram na composição de ambientes de efetiva uniformidade. A base de construção do entendimento das relações de causa e efeito são os grandes domínios litológicos, geomorfopedológicos, fitogeográficos e do uso do espaço observado nos mesmos. É importante assinalar que a dinâmica ambiental pode possibilitar o surgimento de arranjos de paisagem em escalas diferentes que podem imprimir importante peculiaridade ao espaço de análise. Significa que dentro de unidades de paisagem mais amplas podem ocorrer na forma de “enclave” unidades de paisagens que, apesar de espacialmente mais restritas, são portadoras de uma singularidade, por vezes, ímpar.

As informações mais detalhadas referem-se ao sítio onde se pretende a implantação da Mina N5 Sul, visto ser este o domínio natural a sofrer as transformações mais expressivas.

8.1.1 O PROJETO MINA N5 SUL

O desenvolvimento da Mina N5 Sul se dará sobre a porção setentrional de um pequeno “platô” que representa um prolongamento em direção a sul da área onde atualmente ocorre a exploração de minério de ferro da Mina de N5E. Trata-se, portanto, da expansão desta Mina e, conseqüentemente, da ampliação do Complexo Minerador de Carajás sobre as áreas portadoras de depósitos ferríferos contidos dentro da Zona de Mineração, conforme perímetro definido no Plano de Manejo para Uso Múltiplo da Floresta Nacional de Carajás (IBAMA 2003).

Atualmente o conjunto das minas de minério de ferro ocupa uma área de 5,405 hectares. Neste caso, o pleno desenvolvimento da Mina N5 Sul agregaria a esta área mais 128 hectares, ou seja, o Complexo Minerador de Ferro de Carajás teria sua área ampliada em 3%. Frente a Zona de Mineração, cuja extensão é de 104.039,10 hectares, a atual área diretamente afetada pelo Complexo Minerador de Ferro de Carajás ocupa cerca de 5% desta. Com o desenvolvimento do projeto ora proposto para a Mina N5 Sul, esta área seria acrescida de 0,01% alcançando um total de ordem de 5,01%

Em ambos os cenários os números apresentam-se discretos, mostrando pouca expressão quando se analisa a importância espacial da Mina N5 Sul frente à Zona de Mineração. Se analisada frente ao contexto espacial ao domínio da Floresta Nacional de Carajás (411.949 ha), a Mina N5 Sul representaria uma superfície de intervenção direta de aproximadamente 0,04 %.

Por se tratar de uma mina que será desenvolvida dentro do domínio de uma Floresta Nacional é importante esclarecer que a área a ser ocupada pela mesma não comporta usos antrópicos, a exceção de levantamentos pertinentes à fase de estudos de viabilidade do projeto. Neste caso, é importante salientar que a abordagem à análise integrada do que foi conceitual e espacialmente definida como Área Diretamente Afetada (ADA) e Área de Influência Direta (AID) terá como enfoque fundamental o arranjo físico e biótico dos perímetros das referidas áreas, tendo o arranjo antrópico analisado, como referencial, os possíveis reflexos das atividades de mineração desenvolvidas na Mina N5 Sul.

Para entendimento do arranjo espacial do projeto Mina N5 Sul cabe esclarecer, ainda, que:

Conforme mostra a Figura 1, três domínios espaciais podem ser observados na área de estudo, são eles: a floresta ombrófila, a savana estépica e as minas de ferro do Complexo Minerador de Carajás.



Figura 1: Domínio das Unidades de Paisagem na Área de Estudo do Projeto Mina N5 Sul.

- Conforme apresentado no item referente à Caracterização do Empreendimento, os postos de trabalho a serem gerados serão preenchidos com os próprios funcionários atualmente lotados na Vale e nas empreiteiras e demais prestadores de serviço, atualmente envolvidos em outras atividades dentro do Complexo Minerador de Carajás.
- Grande parte das estruturas que serão envolvidas no empreendimento, ora proposto, já se encontram inseridas e em operação na área de domínio efetivo do Complexo Minerador de Carajás. Trata-se, portanto, de estruturas já licenciadas e devidamente portadoras dos devidos controles ambientais estabelecidos pela legislação vigente.
- Parte da área, onde se pretende a instalação da Mina N5 Sul, já integrava a AID do Complexo Minerador de Carajás, considerado, portanto, um espaço geográfico cujas interferências ambientais decorrentes da atividade minerária já eram evidentes, especialmente aquelas vinculadas ao efeito de borda.
- As demais estruturas que integram o Projeto Mina N5 Sul não foram alvos de maiores detalhamentos visto que se inserem num domínio totalmente antropizado representado pelas minas do Complexo Minerador de Carajás. As novas estruturas como pilha de estéril Norte I, refeitórios, oficinas, barragem de rejeitos do Gelado, a de captação de água da Pêra, bem como a estrutura de beneficiamento, continuarão a operar dentro da capacidade de suporte para as quais foram licenciadas, visto que a Mina N5 Sul não representa acréscimos na produção atual do Complexo Ferro Carajás.
- Apesar do reconhecido papel de um empreendimento deste porte, no que tange aos aspectos sociais e econômicos, os efeitos esperados são compatíveis com os processos típicos que já ocorrem numa região cuja organização social, econômica e

cultural foi, em grande parte, construída tendo a mineração como elemento indutor. Portanto, não se configura como processo indutor de um novo arranjo na região de inserção. Conforme salientado, o projeto Mina N5 Sul não configura um empreendimento, propriamente dito, mas sim a condição de manutenção de uma produção já observada no Complexo Minerador de Carajás. Além do mais, sua implantação e operação se dará com a mão-de-obra já alocada nas atividades em curso no mesmo.

8.1.1.1 As Grandes Unidades de Paisagem da Área de Estudo da Mina N5 Sul

Conforme assinalado anteriormente, o Projeto Mina N5 Sul e os perímetros considerados como áreas de estudo comportam, em superfície, três fisionomias de paisagens que serão analisadas a seguir, considerando as variações ocorrentes dentro das mesmas como, também, suas interações. Partindo-se da compreensão dos aspectos citados e análise do contexto espacial presente, buscou-se focar a qualidade ambiental da área de estudo. As unidades de paisagem a serem analisadas são apresentadas a seguir.

8.1.1.1.1 Unidade de Paisagem I

Esta unidade de paisagem tem como suporte litológico as formações ferríferas e, mais localmente, a canga estruturada. Esta apresenta-se dominante superficialmente e é constituída por clastos de minério de ferro de diâmetros compreendidos entre seixo e calhaus agregados por cimento ferruginoso.

Os processos pedológicos produzem, em larga escala, apenas a desagregação da rocha nesta unidade. Solos residuais rasos pedregosos formam-se, apenas, localmente em condições onde as declividades permitem a acumulação de sedimentos de toda natureza. Trata-se, numa análise macro-espacial de uma unidade onde o solo, no seu sentido *stricto sensu* é praticamente ausente.

É importante salientar que, apesar da denominação popularmente atribuída a feição morfológica em análise de “platô”, esta é portadora de padrões de dissecação em seu interior, exibindo inclusive importante variação altimétrica entre o seu talvegue e o divisor de água limítrofe das sub-bacias vizinhas.

O Corpo Mineral N5 Sul mostra-se basculado de leste para oeste, tendo a drenagem convergente para uma lagoa localizada no seu interior, a partir da qual encontra-se um sangradouro natural, por onde há o escoamento fluvial em direção ao córrego Buritizal. Esta pequena área de aproximadamente 280 hectares representa um pequeno prolongamento de um domínio espacial maior, onde atualmente alojam-se as minas de ferro do Complexo Minerador de Carajás, além de outros prolongamentos vizinhos, isolados por processo de dissecação fluvial, onde a mineração ainda não foi desenvolvida. A Figura 2 mostra o domínio desta unidade na área, ora em estudo, como também em todo o domínio com Complexo Minerador de Carajás e seu entorno.

A vegetação desenvolvida sobre o domínio da Canga recebe a denominação regional de Savana Estépica, enquanto na classificação brasileira (IBGE, 1992) é denominada de Savana Estépica.

Com relação aos aspectos hidrogeológicos esta área é portadora de aquíferos cuja permeabilidade é variável, podendo esta ser baixa em segmentos onde as declividades favorecem o escoamento superficial frente à infiltração ou de permeabilidade média a alta nos domínios mais baixos e fraturados das formações ferríferas. Em ambos os casos, a transmissão da água se dá muito lentamente no aquífero. O nível da água nesta unidade de paisagem em análise posiciona-se, em média, a 40 metros de profundidade em relação à superfície do terreno.

O arranjo hidrográfico desta unidade de paisagem mostra um comportamento atípico ao que se espera para um domínio amazônico.

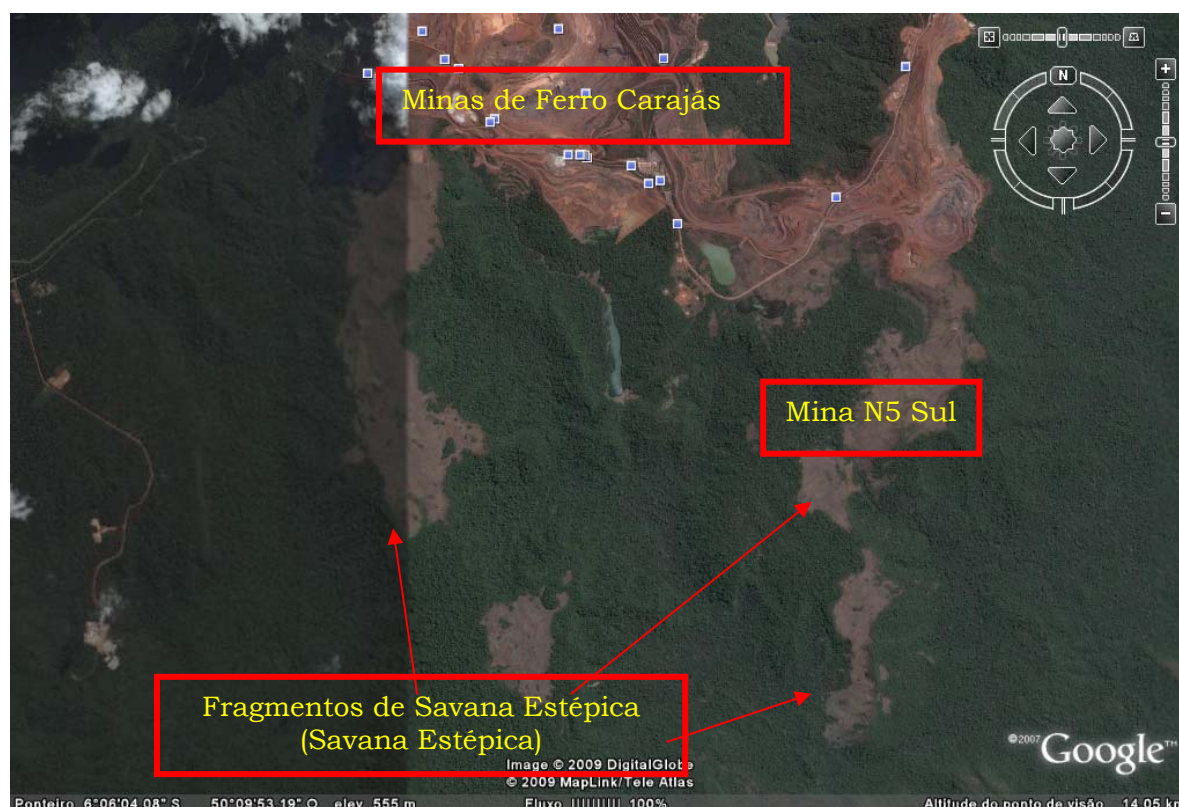


Figura 2: Áreas de Canga no Conjunto da Serra Norte das Minas do Complexo Minerador Ferro Carajás

As características litológicas e topográficas favorecem o desenvolvimento de um sistema hidrográfico tipicamente temporário. Na unidade analisada, o fluxo perene foi notado apenas no córrego Buritizal, especificamente num contexto pedológico e fisiológico que será tratado a seguir e que escapa às características dominantes na área em questão.

As características bióticas da unidade de paisagem analisada são típicas do domínio da formação conhecida como savana estépica. Trata-se de uma formação vegetal típica da região da Serra dos Carajás, totalmente correlata às características físicas do substrato sobre o qual se desenvolve. A exemplo de outros biomas savânicos no Brasil, este também mostra alguma variação na concentração de biomassa na área onde ocorre. Por isso, apresenta-se na forma campestre até a arbórea, conforme detalhes a serem apresentados posteriormente. Neste domínio ocorrem também ambientes hidrófilos e higrófilos, conforme será descrito a seguir.

Por conter uma variação de declividade considerável, as condições de pedogênese também são múltiplas. Majoritariamente predominam áreas de substratos desprovidas de solos desenvolvidos, nestas ocorrem as formações rupestres *stricto sensu*, enquanto que fisionomias de porte mais arbustivo e arbóreo passam a ocorrer isoladamente à medida que os solos espessam localmente. Pequenos capões de mata (Figura 3) chegam a se formar em meio ao Corpo N5 Sul em decorrência do espessamento do solo.

No fundo do vale que se inicia no sangradouro da lagoa de N5 Sul (Figura 3), começam a se formar os chamados Campos Hidromórficos, cujo domínio espacial é variável ao longo do ano, já que sua abrangência é determinada pelo ciclo das chuvas na região.



Figura 3: Capões de Mata e a Lagoa de N5 Sul e os Campos Hidromórficos.

Com relação à fauna presente na unidade analisada, o arranjo geométrico da área da Mina N5 Sul parece não constituir obstáculo ao trânsito da mesma na região em análise. Conforme se observa nos dados apresentados no diagnóstico ambiental do meio biótico que precede este item, apesar da proximidade com as áreas operacionais do Complexo Minerador Ferro Carajás, os resultados confirmam que as populações analisadas são similares àquelas existentes em domínios da Flona de Carajás isentas de qualquer perturbação ambiental. Os dados obtidos confirmam a riqueza esperada para a grande e única área de ambiente florestal amazônico preservado no Sudeste do Pará.

Esta unidade de paisagem apresenta-se como uma estreita faixa da ordem de 700 metros de largura, que se prolonga em direção ao sul. A leste, oeste e sul, a área é bordejada por maciços florestais ombrófilos que também a penetram, acompanhando a drenagem do córrego Buritizal.

Com relação às pressões antrópicas, esta unidade de paisagem mostra-se entrecortada por acessos que foram consolidados na área. Tais acessos foram se consolidando na medida em que o uso dos mesmos, para fins de pesquisa, foram ocorrendo de forma sistemática. Por estarem instalados em domínios tipicamente campestres e em substrato rochoso, não agregam efeitos importantes relacionados ao seccionamento de ambientes ou manifestação de efeitos de borda consideráveis.

A pressão antrópica nesta paisagem é também decorrente da atividade de exploração mineral que ocorre no Complexo de Carajás, em especial a Mina de N5E.

Neste aspecto é prudente admitir uma variação na manifestação de tais interferências ambientais, a partir da existência de um gradiente cuja intensidade diminui de norte para sul. Tal direção reflete o afastamento da Mina de N5E, fonte de ruídos, de vibrações, de material particulado, aspectos que alteram a natureza dos atributos ambientais da área onde se pretende instalar a Mina N5 Sul e seu entorno.

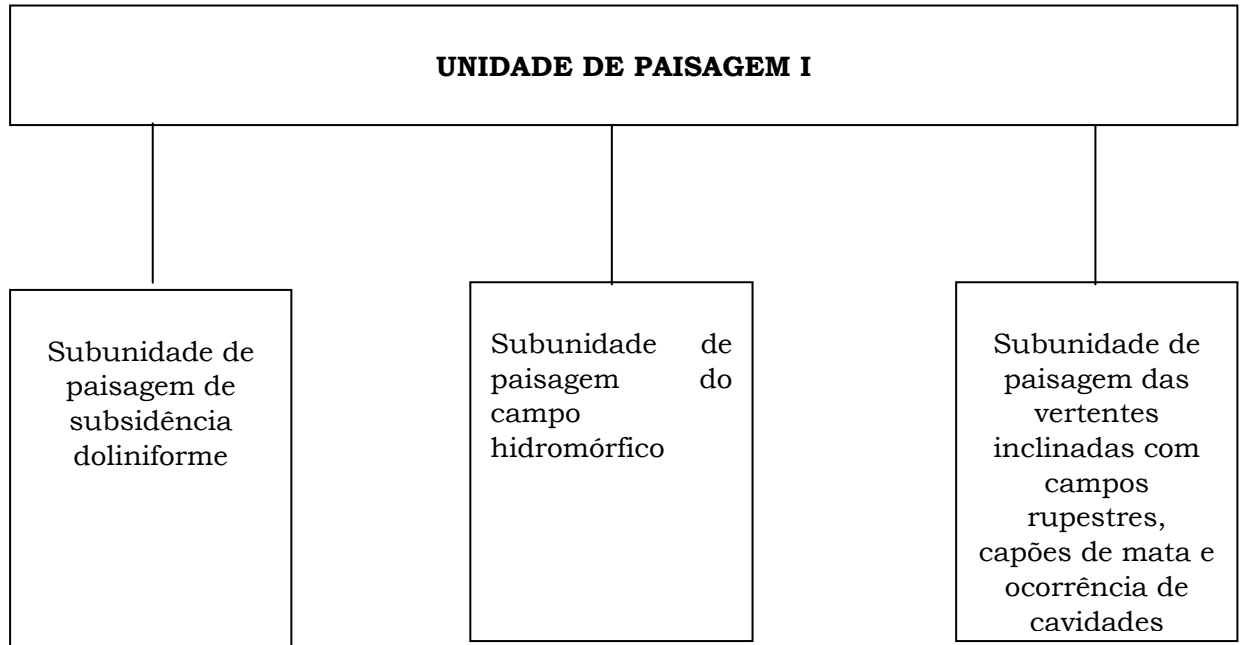
De toda forma cabe ressaltar, por fim, que a drenagem do córrego Buritizal, nível basal da unidade de paisagem analisada, comporta água de boa qualidade, conforme resultados obtidos após duas campanhas de amostragem. Tais resultados eram esperados por tratar-se de uma bacia hidrográfica onde a ocupação pela atividade da mineração ainda não ocorreu. Trata-se de uma bacia caracterizada por uma dinâmica natural, eventualmente interrompida pela presença esporádica de pessoas vinculadas às pesquisas e monitoramento que ocorrem na área.

A análise até então apresentada orientou para uma unidade de paisagem de escala de caracterização de menor detalhe, que serve como indicadora dos grandes aspectos ambientais e a dinâmica a estes associados.

Adotando-se uma análise numa escala de maior detalhe, pode-se identificar subunidades de paisagem dotadas de particularidades representadas por nuances que escapam às regras de correlação que determinam o funcionamento de paisagens constituídas a partir de dimensões mais amplas.

Tais subunidades são expressas por aspectos evidentes em superfície, por vezes com reflexos em subsuperfície, conforme se verá a seguir. No domínio da unidade de paisagem I, as subunidades associadas podem ser observadas na Figura 4.

Figura 4: Unidade de Paisagem I e Subunidades Associadas.



Aspectos da Unidade de Paisagem I e as subunidades associadas podem ser observadas na Figura 5.

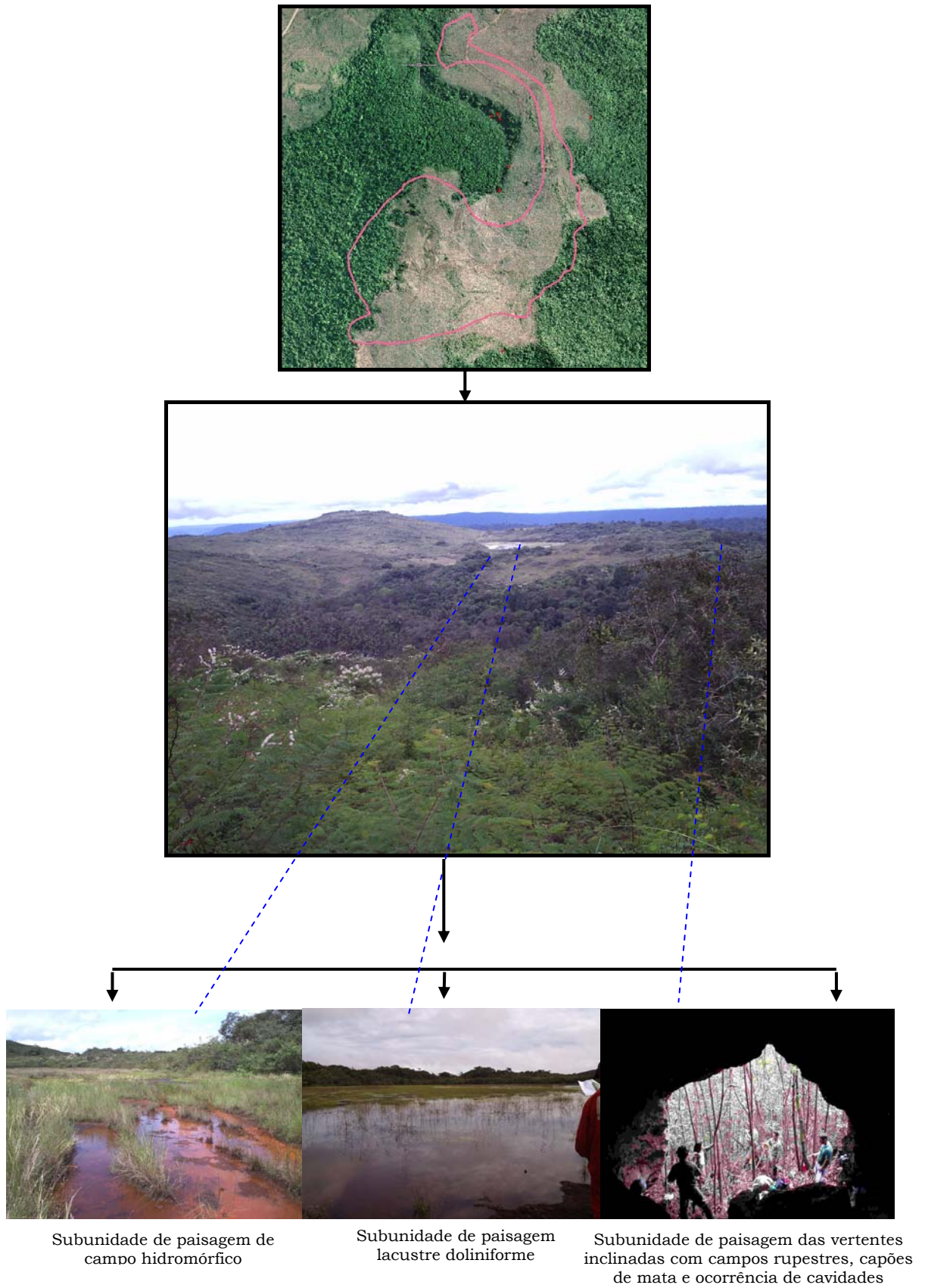


Figura 5: Aspectos da Unidade de Paisagem I e as subunidades associadas

8.1.1.1.1.1 A Subunidade de Paisagem Lacustre Doliniforme

A gênese desta feição está associada a processos de dissolução seguida de mecânicos, responsáveis pelo colapso da superfície. Trata-se de uma depressão doliniforme revestida de canga detrítica com aproximadamente 200 m de comprimento e 150 m de largura. Durante o período chuvoso a depressão recebe todo escoamento superficial do entorno, criando, então, um espelho d'água que chega a atingir até 1 m de profundidade. A identificação desta subunidade de paisagem deve-se à sua frequência ao longo das áreas portadoras de formações ferríferas. Além de se mostrar como unidade fisionômica peculiar, na depressão desenvolve-se comunidades aquáticas específicas que permitem o seu reconhecimento como um ecossistema particular. A importância dessas feições já foi percebida pela Vale que, atualmente, desenvolve uma pesquisa orientada para a compreensão da composição limnológica das águas acumuladas nas depressões. Tal estudo abrange o sistema lacustre de vários corpos de ocorrências ferríferas localizados nas serras Norte e Sul da Província Mineral de Carajás.

A depressão localizada na porção da ADA corresponde ao sítio da Mina N5 Sul perde toda a água através de processos de evaporação e lenta percolação (Foto 1 e Foto 2), chegando a ficar totalmente seca durante o período de estiagem. Essa depressão analisada contribui, também, para a adução da subunidade de paisagem do campo hidromórfico discutida, a seguir. Tal adução se dá através de um sangradouro natural posicionado na borda norte da lagoa N5 Sul.



Foto 1: Ambiente Doliniforme onde se forma o espelho d'água durante a estação chuvosa.



Foto 2: Mesmo ambiente da foto anterior na época da estação seca.

8.1.1.1.2 A Subunidade de paisagem do Campo Hidromórfico

Posicionada a norte da depressão doliniforme, ocorre em área ocupada por uma formação vegetal tipicamente campestre associada a um ambiente onde o hidromorfismo se manifesta na maior parte do ano (Foto 3 e Foto 4).



Foto 3: Campo Hidromórfico no segundo plano, iniciando sua formação após espalhamento da água vertida da Lagoa N5 Sul.



Foto 4: Campo Hidromórfico, ao fundo, Savana arbórea-arbustiva em domínio isento das influências das águas.

Por se tratar de uma área baixa e plana, posicionada exatamente acima da cabeceira do córrego Buritizal, o local acaba por ser depositário de toda a carga sedimentar, mesmo que residual, transportada via escoamento pluvial das encostas adjacentes.

Esse processo forma uma delgada cobertura de sedimentos que funciona como um ambiente poroso depositado sobre canga menos permeável. Disso resulta o seu funcionamento como um delgado depósito armazenador de água subsuperficial. Neste ambiente também se dá a contribuição da água que excede a capacidade de acumulação da depressão doliniforme. Por tal razão, durante os meses mais chuvosos, na área ocupada pelo campo hidromórfico, observa-se inúmeras ramificações do escoamento fluvial, conferindo à paisagem um aspecto de uma área portadora de um fluxo hídrico tipicamente anastomosado.

Por se apresentar como um ambiente de acumulação hídrica aloja comunidades de anfíbios adaptados a ambientes desta natureza.

A presença de depósitos coluviais, mesmo que delgados e, possivelmente drenados com certa rapidez, sugere tratar-se da borda de um ambiente que gradativamente comporta solos mais espessos, onde alojam-se as surgências do córrego Buritizal que integra, outra unidade de paisagem que será caracterizada mais a frente, associada a ambientes florestais ombrófilos.

8.1.1.1.1.3 A Subunidade de Paisagem das Vertentes Inclinadas com Cavidades

Esta subunidade destaca-se no arranjo geral da Unidade de Paisagem I por apresentar declividades muito acentuadas compondo vertentes inclinadas, na forma de escarpas,

posicionadas no contraforte das rupturas de relevo orientadas para o interior da bacia hidrográfica drenada pelo córrego Buritizal.

Esta feição marca a transição dos domínios da canga revestida por savana estépica para o ambiente florestal (Foto 5).



Foto 5: Vertente inclinada onde se observa a transição dos domínios da canga revestida por savana estépica para o ambiente florestal.

Além do peculiar arranjo morfológico desta subunidade, a mesma é portadora de cavidades naturais cuja gênese relaciona-se à natureza das formações ferríferas e as particularidades do sítio onde se desenvolvem. As cavidades alojam-se na base das escarpas, no contato entre a formação ferrífera e a canga. Este arranjo geomorfológico moldado a partir de processos endógenos e exógenos favoreceu a composição de uma paisagem bem peculiar na área de estudo.

As cavidades identificadas apresentam características diversas sendo, algumas delas, portadoras de sítios arqueológicos, enquanto outras refletem somente a dinâmica geomorfológica de sua gênese. Variações importantes foram também observadas em suas dimensões, na composição dos espeleotemas, como também na dinâmica hidrogeológica, conforme comentado no tópico referente à abordagem à espeleologia apresentada no diagnóstico ambiental.

Com os estudos espeleológicos concluídos foram identificadas 80 cavidades ao longo do Corpo N5 Sul. Tais cavidades encontram com os estudos para aplicação dos critérios de relevância conforme legislação aplicável. Cabe ressaltar que o limite de cava definido no projeto Mina N5 Sul foi definido em observância ao perímetro de proteção de 250 metros definido a partir da projeção horizontal da cavidade.

8.1.1.1.2 Unidade de Paisagem II

A Unidade de Paisagem II pode ser individualizada em escala de menor detalhe tendo como referência fisionômica o denso manto florestal que contorna as áreas ocupadas pela savana estépica e o próprio sítio ocupado por todo o conjunto do Complexo Minerador de Carajás.

A floresta ombrófila (Foto 6 e Foto 7) encontra-se distribuída em rampas dissecadas pelo escoamento superficial em cabeceiras esvaziadas que conformam anfiteatros de dimensões diversas, como também em platôs e colinas portadoras de coberturas pedológicas mais espessas. A observação mais ampla da paisagem permite, num primeiro momento, o reconhecimento da variação da base física que a suporta e conseqüentemente dos processos a estes associados. Ora esta floresta aloja-se sobre amplos residuais planálticos, ora em encostas ou fundos de vale com evidências de hidromorfia.

O grau de conservação deste ambiente, avaliado exclusivamente em relação à sua dinâmica natural, reflete os efeitos da morfodinâmica das encostas sobre sua estrutura fisionômica. Observações e investigações na área mostram que as formações florestais mais abertas situam-se nos locais mais declivosos, enquanto as florestas mais densas associam-se as áreas planas tanto cimeiras como as próximas às drenagens.

A floresta encontra-se sempre associada a solos preferencialmente evoluídos, estando as formações de maior concentração de biomassa associadas às coberturas latossólicas muito espessas, sejam estas autóctones ou relacionadas a depósitos coluviais. Apesar do caráter ácido dos solos, a ciclagem da matéria orgânica, a alta umidade e o baixo déficit hídrico, proporcionam as condições adequadas para o suporte e desenvolvimento florestal.

A paisagem ora analisada representa o bioma de referência da região amazônica. Apesar de se enquadrar no domínio ombrófilo, o comportamento climático nesta porção do Sul do Pará mostra a ocorrência de uma evidente sazonalidade pluviométrica, resultando, na manifestação de um déficit hídrico pouco expressivo.

A unidade da paisagem analisada estende-se por todo o mosaico de áreas protegidas integradas pelas Florestas Nacionais de Carajás e do Tapirapê-Aquiri e a Reserva Biológica – Rebio, que no conjunto somam mais de 695.000 hectares. Este mosaico encerra em seu interior as pequenas áreas caracterizadas pela presença da savana estépica.

Com relação à fauna, cabe ressaltar tão somente, que as dimensões da paisagem analisada associada ao elevado índice de degradação no seu entorno, indica que o manto florestal ombrófilo representa o ambiente de suporte de populações faunísticas diversas, típicas da região, situação amplamente confirmada pelos diferentes estudos desenvolvidos de forma sistemática na região.

Pelas dimensões da área ocupada por esta paisagem, os resultados dos levantamentos faunísticos obtidos para a ADA e AID, indicam a presença da riqueza que tem caracterizado o ambiente da floresta. Conforme destacado anteriormente, a posição lindeira do Corpo N5 Sul ao Complexo Ferro Carajás não parece influenciar na composição da fauna, quando se compara os dados obtidos neste trabalho com aqueles

derivados de outros levantamentos sistemáticos desenvolvidos em locais de menor influência humana.

É importante destacar, a exemplo do que foi apresentado para a Unidade de Paisagem I, que a maior integridade do bioma florestal mostra-se correlata ao afastamento das fontes geradoras de possíveis interferências ambientais.

No presente caso, cabe assinalar que várias estruturas associadas ao Complexo Minerador de Carajás possibilitam interações diretas com a floresta, refletindo, portanto, em interferências nos seus processos ecodinâmicos, através do chamado “efeito de borda”.

É prudente salientar, no entanto, que as condições restritivas de acesso ao domínio das florestas, associado à densidade da vegetação sugerem que tais interferências encontrem-se, efetivamente, restritas à uma estreita faixa de contato entre as áreas antropizadas e as naturais. Trata-se, portanto, da constatação de uma faixa de dimensões variáveis, que funciona como um domínio de amortecimento dos possíveis aspectos ambientais que podem se traduzir em interferências sobre o meio. Ademais, merece destacar a ágil capacidade de desenvolvimento da vegetação na área de interface entre áreas antrópicas e naturais.

O emaranhado de espécies secundárias ou não que rápida e densamente povoam as referidas áreas de contato, acentuam o importante papel tamponante desta faixa no que se refere à proteção da floresta de forma geral.



Foto 6: Ao fundo, domínio da Floresta Ombrófila, que caracteriza a Unidade de Paisagem II.



Foto 7: Floresta Ombrófila na AID do projeto Mina N5 Sul

O exemplo da Unidade de Paisagem I, a unidade ora em análise, ao ser contemplado em escala de maior detalhe, mostra a presença na ADA e AID de uma subunidade de paisagem peculiar; a subunidade de Paisagem do Vale do Buritizal.

8.1.1.1.2.1 A Subunidade de Paisagem do Vale do Buritizal

Trata-se de um compartimento geomorfológico específico, portador de uma dinâmica hidrológica também exclusiva no domínio espacial analisado que, por sua vez, influenciou no desenvolvimento de uma formação vegetal amplamente associada a este ambiente.

A dinâmica geomorfológica observada em parte da porção correspondente ao fundo, representada pelo córrego Buritizal e posteriormente pelo igarapé Jacarezinho, favoreceu a formação de um ambiente deposicional associado ao nível de surgência das águas subterrâneas.

A combinação destes fatores favoreceu o desenvolvimento de uma área caracterizada por forte hidromorfismo associado a pacotes de sedimentos com capacidade de suportar o desenvolvimento de indivíduos arbóreos.

A expressiva saturação hídrica, ao mesmo tempo em que se apresenta como fator limitante ao desenvolvimento de grande parte das espécies florestais, potencializa a dominância daquelas adaptadas ou favoráveis a esta condição ambiental.

No presente caso, ao longo da calha fluvial das drenagens citadas, desenvolveu-se uma ampla floresta de palmáceas, no caso o Buriti (*Mauritia vinifera*) que serviu de referência para a toponímia do flúvio no qual abunda.

Esta dinâmica é bastante comum nos domínios hidromórficos da região estudada. Em alguns casos, outras palmeiras como o açaí, aparecem hegemônicas ao longo das drenagens.

A Foto 8 mostra aspectos da Unidade de Paisagem II e a subunidade de paisagem do Vale do Buritizal.



Foto 8: Vale do Buritizal, irrigado pelas drenagens adjacentes e o desaguamento da lagoa temporária

8.1.1.1.3 Unidade de Paisagem III

Esta unidade é representada pela área ocupada pelo conjunto das estruturas envolvidas no desenvolvimento da mineração. Corresponde, portanto, a área efetivamente antropizada no conjunto do perímetro analisado e é representada pelo Complexo Minerador de Carajás (Figura 6).

Sua individualização é muito pertinente, pois se trata de uma unidade fisionômica de grande destaque no âmbito regional.

A paisagem ora em análise é formada por um núcleo principal configurado por cavas, pilhas de estéril, beneficiamento e estruturas de apoio, além de outras estruturas representadas por barragens, canaletas e acessos distribuídos de forma mais esparsa, descontínua à porção citada, mas no entorno da mesma.

Esta paisagem antrópica comporta, conforme citado, diferentes estruturas que, a grosso modo, podem ser individualizadas pelas áreas de lavras, pelas pilhas de estéril, pelas barragens, pelo conjunto das edificações, unidades de beneficiamento, ferrovia, etc.

Logicamente, considerando uma análise de base ambiental mais ampla, o conjunto destas estruturas compõe o cenário de efetiva interferência na dinâmica dos recursos naturais. Nesta paisagem o equilíbrio do meio dá lugar a uma atividade econômica dentro, obviamente, de toda uma base legal que normatiza o seu desenvolvimento.

É importante assinalar que a composição desta paisagem, como não poderia deixar de ser, guarda os reflexos da forma de apropriação do espaço que é pertinente a atividade em questão. No entanto, cada estrutura presente na paisagem proporciona interferências nos atributos do meio de diferentes formas e intensidade.

Algumas destas estruturas podem, inclusive, favorecer o desenvolvimento de um novo arranjo no ecossistema através da atração ou concentração de grupos faunísticos específicos, como ocorre comumente nos ambientes de acumulação hídrica como é o caso das barragens ou mesmo em edificações de grande porte como os galpões.

Por fim, cabe destacar que a Unidade de Paisagem III, apresenta-se como aquela responsável por interferências diretas e indiretas no conjunto dos atributos que compõem os meios físico, biótico e socioeconômico nas diferentes áreas de estudo.

Por tratar-se de uma unidade de paisagem potencialmente geradora de interferências que podem escapar do seu domínio, esta suscitou a necessidade e a exigência da instalação de diferentes sistemas de controle ambiental que também a integram.

A Figura 6 e a Figura 7 mostram aspectos da unidade de paisagem analisada.



Figura 6: Mina de N4 que compõe o conjunto das estruturas da Unidade de Paisagem III



Figura 7: Área da Cava da Mina de N5E e Pilha de Estéril - Unidade de Paisagem III.

Transposta a análise integrada no espaço que trata da Mina N5 Sul, onde as questões mais relevantes são aquelas aplicadas aos meios físico e biótico, cabe retomar o cenário de natureza socioeconômico que tem com espaço territorial de manifestação a cidade de Parauapebas.

Trata-se de uma cidade que teve sua formação fortemente vinculada à presença da mineração desenvolvida no Complexo Minerador Ferro Carajás.

Seu crescimento populacional na dimensão demonstrada no diagnóstico ambiental, bem como a estruturação dos setores secundário e terciário de sua economia revela a influência da mineração no cenário identificado na atualidade.

Parauapebas é um município que comporta uma população de cerca de 140.000 habitantes, constituída praticamente em duas décadas, visto que foi emancipado apenas em 1989.

Este crescimento muito rápido pode auxiliar na compreensão da existência de alguns indicadores com referência abaixo do esperado para municípios como o padrão de arrecadação de Parauapebas. Entre tais indicadores pode-se citar o atendimento por rede pública de esgotamento sanitário que em 2008, chegava apenas a cerca de 25% dos domicílios.

De toda forma, Parauapebas possui hoje uma dinâmica de crescimento já consolidada, com evidente influência da pujança do setor mineral no Sudeste do Pará. Além do mais, Parauapebas desempenha e deverá se consolidar como centro de polarização regional, fato que a converte num potencial natural de destino de fluxos migratórios e de investimentos.

Com relação ao Projeto Mina N5 Sul, não há indicadores para que neste se reconheça a geração de qualquer aspecto que possa modificar a dinâmica dos indicadores diagnosticados.

Tal posição pode ser sustentada pelo entendimento de que a Mina N5 Sul não representará novas oportunidades de contratação em nenhuma das fases de sua vida útil. Esta contará com trabalhadores que já estão vinculados à Vale, a prestadores de serviços em diversas frentes de obra existentes em Carajás. Neste sentido, a Mina N5 Sul representa a possibilidade de manutenção da produção mineral hoje autorizada para ao Complexo Minerador Ferro Carajás.

De fato, conforme comentado ao longo deste trabalho, a contigüidade do Corpo Mineral N5 Sul com o Complexo Minerador de Carajás e a condição de viabilidade de sua exploração condicionada ao uso das estruturas já licenciadas e em operação neste, permitem conceber tratar-se apenas da expansão de uma frente de lavra.

9. PROGNÓSTICO COM AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Neste capítulo serão abordados os aspectos relacionados à dinâmica ambiental da área onde se pretende implantar o Projeto Mina N5 Sul, considerando a manutenção das suas condições atuais, ou seja, a opção pela chamada alternativa testemunha, traduzida pela não instalação do empreendimento, como também do cenário representativo da plena concretização do mesmo. Neste segundo caso serão contemplados os impactos ambientais associados ao empreendimento como também sua avaliação com base na metodologia específica apresentada na seqüência da abordagem que se segue.

A análise que se segue está então balizada pelos conhecimentos adquiridos durante a realização do diagnóstico ambiental, bem como a dinâmica regional, considerando seus aspectos sociais e econômicos, como aqueles que refletem as diferentes formas de apropriação do espaço. Esse arranjo permitiu a reflexão necessária ao delineamento de um cenário prospectivo da área de inserção do Projeto, considerando a **não** execução do empreendimento, bem como a sua efetiva implantação.

De maneira geral, há o entendimento de que os cenários analisados possuem pouca ou nula capacidade de modificar a forma de apropriação do espaço rural externo aos domínios das áreas protegidas. Significa que o modelo de produção observado deverá se manter pautado na produção pecuária e estruturado no manejo atualmente presente no sudeste paraense.

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, já que ele se constituiu na marca de sua ocupação.

Nos domínios das áreas protegidas a incorporação de novas áreas para o desenvolvimento das atividades de mineração pode ter conseqüências distintas a depender de aspectos locacionais, dimensões dos projetos, processos de beneficiamento e destinação de estéréis e rejeitos, entre outros aspectos. Este contexto, a ser configurado com a Mina N5 Sul merece uma análise prognóstica particularizada que culminará com a avaliação dos impactos ambientais, já que a manifestação destes influencia no contexto ambiental futuro do ambiente a ser interferido e seu entorno.

9.1 PROGNÓSTICO SEM O EMPREENDIMENTO

A análise de um cenário que **não** considera a implantação do projeto ora em análise se traduz, em grande escala, pela manutenção do quadro ambiental identificado durante a elaboração do diagnóstico produzido para a composição dos Estudos Ambientais.

Neste cenário, o perímetro atualmente ocupado pelo Complexo Minerador de Carajás poderá, por algum tempo, permanecer inalterado. No entanto, a expectativa de manutenção da produção do minério de ferro em Serra Norte, bem como a importância desta para o município de Parauapebas, para a região e mesmo o Estado, permite

afirmar que novos pleitos para desenvolvimento de novas frentes para a exploração mineral vão continuar a ocorrer no entorno do Complexo Ferro Carajás.

Tal demanda continuará a ocorrer no entorno deste, pois nele encontra-se implantada toda a estrutura que permite incorporar os corpos ferríferos já identificados em sua proximidade. De fato, sem a estrutura existente e consolidada do Complexo Ferro Carajás, talvez não fosse possível o desenvolvimento da exploração mineral nos demais corpos a este lindeiros como o N1, N2, N3, N6, N7, N8 e N9, todos, a priori, domínios potenciais para o desenvolvimento da atividade de mineração.

A não implementação do Projeto Mina N5 Sul, de toda maneira, representaria a manutenção da integridade da bacia hidrográfica do igarapé Jacarezinho. Esta teria status ambiental atual, a princípio mantido. Assim sendo, a paisagem da área de influência direta representada prioritariamente por formações savânicas estêpicas, cerca de 110 hectares, dos quais cerca da metade já teve a supressão da vegetação autorizada e, secundariamente, a mata de fundo de vale e o buritizal que a caracteriza, bem com os cerca de 18 hectares de floresta ombrófila a serem desmatados para o desenvolvimento da mina, teriam sua integridade e qualidade ambiental mantidas.

A integridade deste ambiente se traduz, necessariamente, na manutenção dos processos físicos como a dinâmica hidrológica e hidrogeológica, o balanço morfodinâmico determinado pelo escoamento superficial e o intemperismo, a evolução natural dos processos relacionados à dissolução química e desmonte mecânico do substrato e as geoformas associadas como depressões doliniformes e cavidades naturais, a qualidade das águas superficiais e outros aspectos relacionados à dinâmica natural identificados durante o diagnóstico da área de estudo.

Cabe ressaltar, entretanto, que algumas interferências ambientais, igualmente identificadas durante a elaboração do diagnóstico, emanadas das minas de ferro do Complexo Minerador de Carajás, tais como a alteração dos níveis de pressão sonora, alteração da qualidade do ar em decorrência da operação de fontes emissoras de gases de combustão e material particulado resultante das operações de lavra, do efeito de borda desencadeado pela contigüidade das áreas das minas, em particular a N5E com a área da futura Mina N5 Sul, continuariam a ocorrer até o final das atividades nas áreas circunvizinhas. É importante destacar que o fim das reservas na Mina de N5E não representa o término das interferências acima já que outros usos potencialmente importantes poderiam ser destinados ao local, como por exemplo, a formação de pilhas de estéril.

Conforme ressaltado anteriormente, novas áreas, necessariamente, seriam estudadas, e certamente incorporadas à produção desejada para o Complexo Minerador de Carajás. Esta ação, perfeitamente adequada à zona de Mineração, conforme definição do Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás, naturalmente representaria uma nova área a ser fortemente antropizada e, por vezes, posicionada num local descontínuo da área “core” do Complexo Minerador de Carajás, fato, a priori, indesejável do ponto de vista ambiental. Tal situação configuraria uma desnecessária ampliação das áreas interferidas, com crescentes manifestações do efeito de borda.

Como se observa, caso se opte pela alternativa testemunha, certamente as interferências ambientais decorrente das atividades de mineração não vão deixar de ocorrer na área de estudo, pois, o Corpo N5 Sul é, de todo modo, área de influência direta do Complexo Minerador de Carajás e assim continuará a ser caso este não se

converta numa área diretamente afetada em decorrência de sua incorporação a este. E ainda, novas áreas posicionadas de forma descontínua ao Complexo, podem implicar, inicialmente, na manifestação de interferências ambientais mais significativas do que aquelas esperadas em decorrência da operação da Mina N5 Sul, dado o caráter de imediata dispersão da interferência ambiental em porções cada vez mais distantes do já antropizado grande corpo de N4 e N5.

Não se tratará aqui dos aspectos prognósticos relacionados aos reflexos sociais e econômicos decorrentes da não implantação da Mina N5 Sul, já que a produção esperada com a operação deste empreendimento, necessariamente, será obtida no conjunto de outras áreas potencialmente destinados ao desenvolvimento da mineração dentro da Zona de Mineração da Floresta Nacional de Carajás.

Cabe destacar, por fim, que a presente área, analisada, à luz do posicionamento geral de outros sítios portadores de minério de ferro na região, apresenta um aspecto locacional, extremamente favorável à minimização das interferências ambientais intrínsecas à atividade da mineração. Por tal razão, mostra-se como o sítio preferencial de extensão das atividades já autorizadas e desenvolvidas na Mina N5E.

Do ponto de vista biológico, a não implantação do Projeto Mina N5 Sul representará a manutenção de cerca de 69 hectares de savana estépica e de mais 25 hectares de floresta ombrófila.

No contexto operacional do Complexo Carajás, o não desenvolvimento desta mina representa o comprometimento, a curto prazo, da manutenção em seu portfólio de certos produtos comerciais que demandam blendagens com mineiros existentes no Corpo N5 Sul. Ao mesmo tempo, tal cenário a Vale possivelmente teria que ampliar sua investigação na região de forma a encontrar novas áreas onde minérios equivalentes fossem encontrados. Trata-se de um cenário indesejável para a empresa e desconsiderado no seu planejamento, dado que esta acredita que a Mina N5 Sul mostra-se, por vários aspectos, aquela que poderia ser ora desenvolvida com as menores interferências ambientais possíveis.

Em casos extremos, pode-se admitir que a não implantação do Projeto Mina N5 Sul, representaria a sinalização para a inviabilidade da manutenção, a médio prazo, da mineração no Complexo de Carajás, na sua porção correspondente à Serra Norte. Pois, neste caso, ficaria descartado o desenvolvimento da etapa a esta subsequente, a ser pleiteada após a conclusão dos estudos de relevância do patrimônio espeleológico, que foi o elemento balizador das dimensões do projeto ora apresentado.

De toda forma, regionalmente, pode-se afirmar, conforme Campos (2009) que 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 do Mosaico das áreas protegidas, assim como no Sudeste do Pará, estes são representados por fragmentos de florestas. Trata-se de uma realidade

ambiental que pode ser facilmente percebida pelas imagens de satélite, bem como durante a viagem que comumente se faz ao longo da rodovia que liga Marabá às sedes de Parauapebas e Canaã do Carajás.

Esse modelo de ocupação do solo, apesar de representar uma marca recente na utilização do espaço na porção do Sudeste do Pará, já que foi iniciado nos primeiros anos da década de 80, ocorreu com tamanha intensidade que os reflexos ambientais são percebidos pelo desaparecimento pleno da cobertura vegetal, pela situação dos vales, em termos de acumulação de sedimentos, pela situação atmosférica 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 até hoje vigente na região.

É importante ressaltar que o processo de produção do espaço atualmente apto ao desenvolvimento da pecuária, onde 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 80 a favor das causas ambientais. Neste cenário, a criação de unidades de conservação e a legalização das terras indígenas (o Mosaico) 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 numa 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.

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 central-oeste assimila a matriz florestal que outrora foi a dominante em todo o citado domínio hidrográfico.

Essa realidade se traduz, com objetiva franqueza, em uma destacada importância da mencionada porção da bacia em termos da conservação ambiental. Conforme destacam os estudos de base regional, é nesse domínio de áreas protegidas que obviamente se aloja a biodiversidade plena de tal domínio amazônico, bem como é nela 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 talvegues a jusante das mesmas.

Levantamentos recentes (Golder, 2006) 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 do rio Itacaiúnas. A esta incipiente evolução pedológica se agrega um importante controle estrutural ditado por condições geológicas

específicas, também detectadas por diferentes estudos realizados na região (Golder, 2009, Ampla 2009).

Com relação à fauna, nesse arranjo de florestas e demais formações naturais se encontra alojada toda a biodiversidade representativa dessa porção amazônica. Necessariamente, tal biodiversidade não se limita exclusivamente a um ponto ou área específica do mosaico das áreas protegidas. De forma geral, neste encontram-se as condições adequadas de manutenção dos ecossistemas que caracterizam esta porção da Amazônia.

Os dados do diagnóstico ambiental, conforme comentado anteriormente, mostram muita semelhança com resultados obtidos para áreas pouco a nada influenciadas pela presença humana. Essa constatação remete a admitir uma ampla distribuição da fauna na Flona, incluindo a utilização dos terrenos lindeiros às áreas antropizadas pela mineração.

Com relação à conservação da flora fora dos domínios protegidos, alguns aspectos merecem consideração. Conforme Campos (2009), 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 as pressões 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 ter efeitos positivos ou negativos em relação à conservação da biodiversidade, bem como ao desenvolvimento das atividades econômicas de base rural.

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 fora da Flona Carajás, pois essas atividades ilegais são intensas na região. Sendo assim, acredita-se que as espécies regionais, incluindo espécies endêmicas amazônicas, bem como localmente raras, além de outras ameaçadas de extinção, não apresentarão boas chances de manutenção, em longo prazo, em muitas áreas onde tal situação é vigente.

Quanto à ocorrência de queimadas, é um fenômeno típico do estado do Pará e da região de inserção da Província Mineral de Carajás. As queimadas ocasionam significativa degradação da qualidade do ar durante sua ocorrência. O período típico de ocorrência

das queimadas são os meses de julho a novembro, tendo pico de ocorrência no mês de setembro.

Os efeitos de degradação da qualidade do ar da Região de Carajás foram estudados e quantificados pela empresa EcoSoft em parceria com a Vale (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.

As freqüentes queimadas realizadas no período seco representam uma fragilidade da área, 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, como é o caso do empreendimento ora estudado.

Deve ser ressaltado ainda que as queimadas produzem também grandes emissões de gases de efeito estufa (CO_2 , N_2O e CH_4), além de óxidos de nitrogênio (NO , NO_2 , NO_x), que são precursores do ozônio, e monóxido de carbono (CO), contribuindo decisivamente para agravar a degradação da qualidade do ar promovida pelas partículas oriundas das queimadas, em toda a área de estudo.

No que diz respeito ao cenário de gestão de recursos hídricos, as dificuldades enfrentadas pelo órgão estadual gestor no desenvolvimento de suas atribuições, 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 macrobalço 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”.

Outro aspecto a considerar é a inequívoca vocação mineral já mundialmente conhecida da província mineral de Carajás. É pertinente considerar, portanto, que, pelo menos no contexto regional, os efeitos decorrentes do desenvolvimento dessa potencialidade - como se espera com projetos como Serra Leste, Alvo 118, Cristalino, Níquel do Vermelho, Onça Puma, Ferro S11D entre outros - sejam modeladores do arranjo das cidades e de novas vocações para o uso do solo na bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas.

Fato é que o cenário regional, especialmente nos municípios posicionados no entorno da serra dos Carajás, deve sempre ter em sua contabilidade e, por conseqüência, 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 Parauapebas, deverá permanecer praticamente inalterada quando se considera somente a dinâmica econômica vigente.

Com relação ao patrimônio arqueológico, o cenário observado no diagnóstico deverá se manter. Ou seja, o material deverá continuar contido nas cavidades no aguardo de possibilidades de resgate e de estudos posteriores ou sujeito ao desgaste natural dos agentes do intemperismo.

Quanto às cavidades, estas também deverão manter as atuais condições de conservação observadas no diagnóstico.

9.2 COM O EMPREENDIMENTO

Vislumbrar os aspectos ambientais da área de estudo com o empreendimento, apresenta-se no presente caso como um exercício de relativa simplicidade ao se considerar o seu contexto de inserção.

Sobre a Mina N5 Sul, semelhante aos casos observados no Complexo Minerador de Carajás e adjacências, a sua operação, de forma bastante objetiva, representaria a substituição de aproximadamente 130 hectares de paisagens naturais, representada pelas áreas ocupadas pela savana e a floresta, por uma paisagem antrópica que tem como referência as áreas da mineração, como as cavas, pilhas, estradas e edificações.

Trata-se, na realidade então de substituir cerca de 110 hectares de savana estépica e, secundariamente 18 hectares de formações florestais, e neste local, inserir uma cava com a configuração apresentada na caracterização do empreendimento.

Essa visão simplificada do arranjo futuro da área em análise pode ser observada nas Figura 8. Figura 9, que mostram num primeiro momento o Corpo N5 Sul ainda preservado e, posteriormente, o mesmo constituindo um prolongamento da mina de N5E, respectivamente.

Conforme assinalado no capítulo que trata da Análise Ambiental Integrada, o desenvolvimento do empreendimento representa a expansão do domínio antrópico, caracterizado pelas estruturas vinculadas a mineração em 3,0 %, já que a mesma acrescentará aproximadamente 130 hectares a uma área total de 5.405 hectares.

Apesar da simplificação do prognóstico considerando a efetivação do empreendimento, devem-se destacar alguns aspectos relevantes que resultarão na alteração da dinâmica ambiental da área de estudo.



Figura 8: Corpo N5 Sul sem o desenvolvimento da Mina



Figura 9: Corpo N5 com o desenvolvimento da Mina.

A concretização da Mina N5 Sul representará na incorporação de um novo sítio antropizado ao cenário das áreas mineradas do Complexo Minerador de Carajás. As implicações mais imediatas desse novo arranjo serão discutidas ao se tratar mais especificamente dos impactos ambientais. No entanto, é importante, em termos prognósticos, considerar que com a implantação dos empreendimentos, sensíveis interferências de ordem pontual vão se manifestar nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e na paisagem, principalmente.

Trata-se de interferências que permitem como prognóstico prever alterações na dinâmica hídrica, mudança paisagística entre outras mais pontuais.

A incorporação do Corpo da Mina N5 Sul ao Complexo Minerador de Carajás ocasionará o deslocamento dos vetores de manifestação das interferências ambientais derivadas da mineração. Neste caso, a frente de manifestações do efeito de borda se deslocará para domínios onde ainda não se manifestaram.

Esquematicamente, as Figura 10 e Figura 11 demonstram o que ocorrerá com a implementação da Mina N5 Sul em relação ao aspecto citado (Campos, 2006).

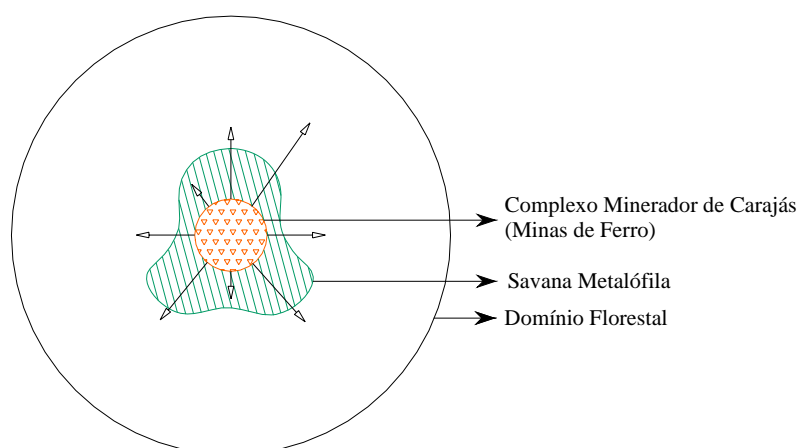
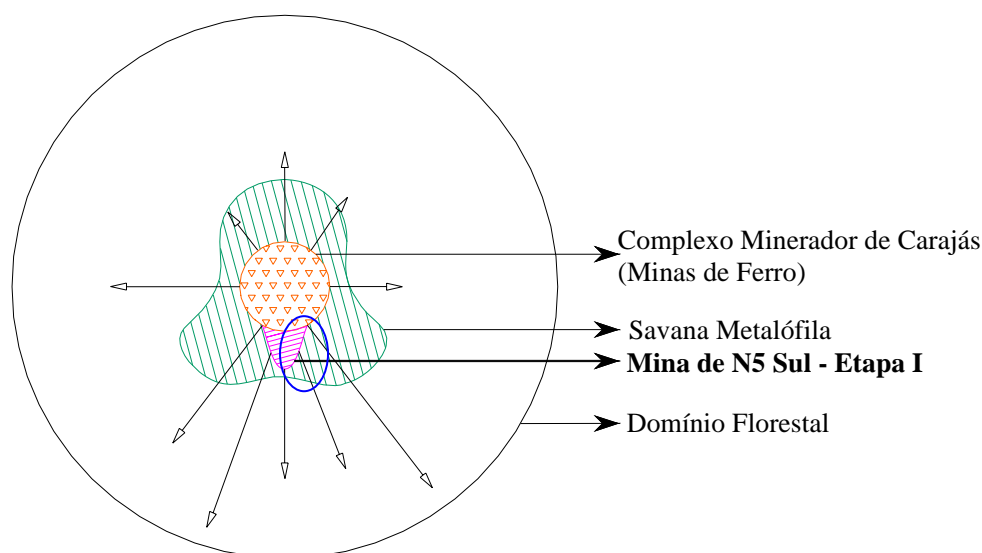


Figura 10: Situação após implantação da Mina N5 Sul.



Influência do Efeito de Borda

Figura 11: Situação após implantação da Mina N5 Sul.

Os esquemas demonstrados nas Figura 11 e Figura 12 mostram que o desenvolvimento da mineração no corpo onde se pretende desenvolver a Mina N5 Sul, ampliará, por exemplo, os níveis de pressão sonora em ambientes que terão suas distâncias reduzidas frente as fontes emissoras de ruídos.

Tal dinâmica se refletirá também nos parâmetros, relacionados à qualidade do ar. É importante considerar que a antropização da paisagem favorece a aproximação de um maior número de pessoas aos ambientes preservados que tornarão lindeiros a esta. Desta forma, áreas até então pouco frequentadas tornar-se-ão alvo de acesso de pessoas e, conseqüentemente, sujeitas a riscos inerentes à presença desta em ambientes naturais.

Como síntese desse novo arranjo, é possível supor que a intensidade das interferências que se manifestam nas áreas naturais, tende a ser ampliada na medida em que a antropização destas se aproxima. Esse processo, nem sempre perceptível, implica em perda de qualidade ambiental apesar da manutenção da integridade paisagística das áreas que ladeiam os domínios de efetiva apropriação por parte da mineração. A Figura 12 mostra até onde podem ser percebidas as alterações das componentes ambientais com a antropização.

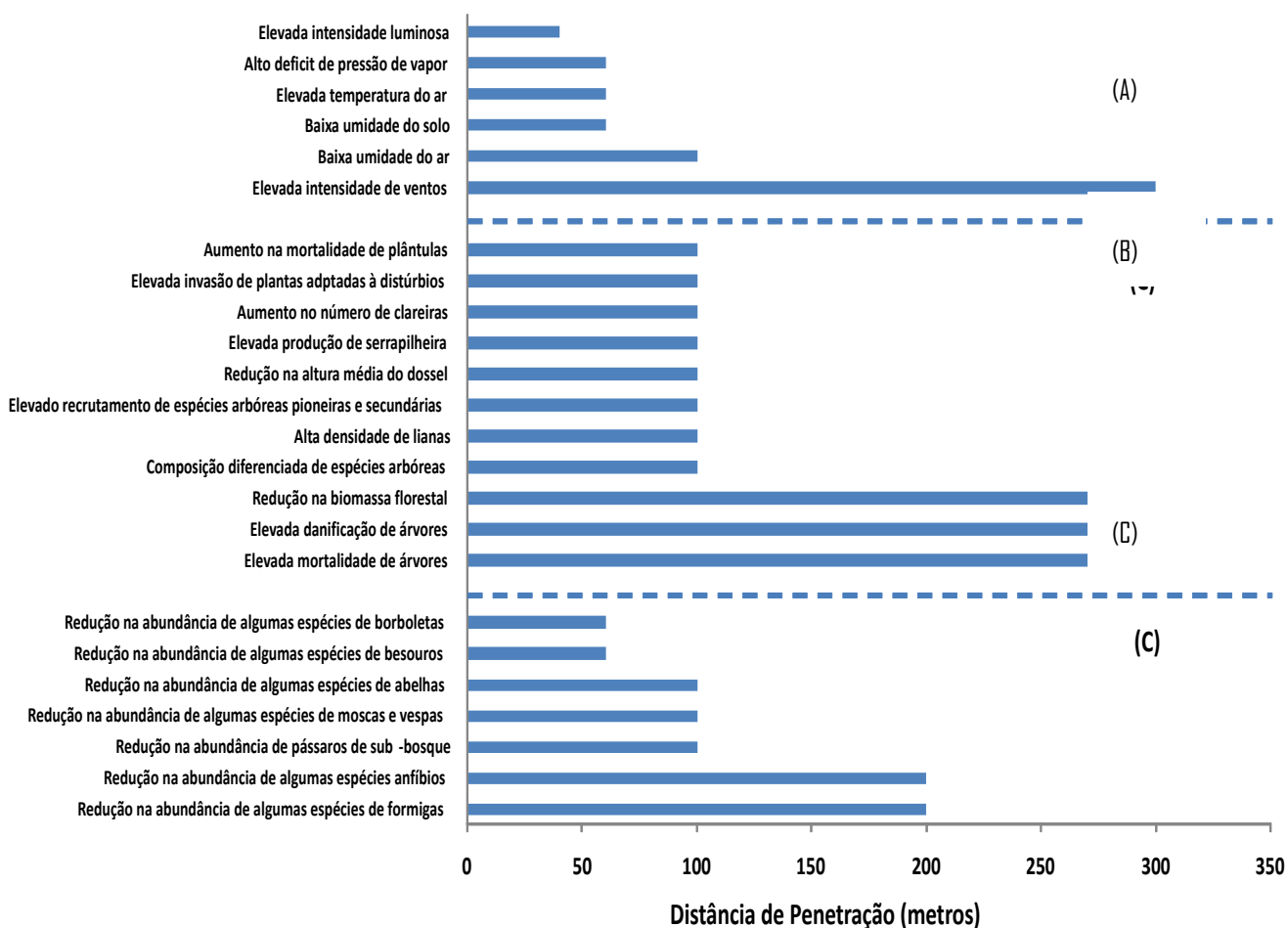


Figura 12: Distâncias de penetração para efeitos de borda abióticos (A), biológicos diretos/plantas (B) e biológicos diretos/animais (C). (Múrcia, 1995).

Teoricamente, para fins explicativos, as interferências ambientais que podem ocorrer considerando-se os efeitos com propagação de 100 metros - como 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 – provocarão efeitos além da ADA, tanto nos ambientes naturais, como a savana e a floresta, como também no entorno de áreas naturais. Considerando aqueles que se propagam até 300 metros para o interior das mesmas, pode-se citar a elevação na intensidade de ventos, a redução da biomassa florestal, a elevada danificação e mortalidade de árvores, a redução na abundância de algumas espécies de anfíbios e de algumas espécies de formigas.

Entretanto, a Savana Estépica é uma borda natural da floresta ombrófila que a rodeia em Carajás. A natureza deste processo de fragmentação natural é bem distinta do processo de origem antrópica e provavelmente as condições na borda da floresta ombrófila vizinha ao corpo de N5 Sul, já se estabilizaram há muito tempo, na escala geológica. Assim não é esperado que aconteçam os efeitos de borda na floresta ombrófila que cerca a Savana de N5 Sul ou eles ocorrem em menor escala de distância que o delineado na Figura 12.

Embora a borda da floresta ombrófila, em contato com a savana de N5 Sul, possa estar estabilizada em termos de processos ecológicos bióticos e abióticos em geral, existem outros aspectos que devem ser considerados na análise. Com a implantação do empreendimento, a alteração dos níveis de ruídos devido a máquinas, eventuais explosões, o trânsito de pessoas e as emissões de gases e ou poeiras, são outros impactos, que podem contribuir para desestabilizar os processos ecológicos na borda da floresta ombrófila.

O texto apresentado na seqüência que trata da análise e avaliação dos impactos ambientais acrescenta as demais alterações esperadas com a implantação, operação e fechamento da Mina N5 Sul.

9.3 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

9.3.1 METODOLOGIA

9.3.1.1 Introdução

A avaliação de impacto ambiental é um procedimento que permeia todas as etapas de um projeto. Trata-se de um exercício onde se busca a identificação dos cenários que podem se apresentar ao longo das etapas de planejamento, instalação, operação e fechamento de um dado empreendimento.

Neste sentido, para que tal avaliação de concretize da forma mais precisa possível, é necessário que as informações relativas à caracterização do empreendimento estejam suficientemente organizadas. Isto favorece o conhecimento de todos os processos, tarefas, controles ambientais, fluxos de pessoal e econômico e demais fatores associados ao projeto.

Por outro lado, as informações relativas ao contexto sócio-ambiental da área de inserção do projeto também devem ser disponibilizadas para a avaliação de impactos ambientais. Assim o conhecimento do cenário diagnóstico da área, possibilita o reconhecimento do claro efeito do empreendimento proposto, em suas diferentes etapas, sobre o arranjo social e ambiental identificado.

Significa, em síntese, que a base para a constituição desses cenários é o diagnóstico da situação ambiental atual das áreas de estudo, exposto às ações/atividades do projeto identificadas como potencialmente modificadoras da realidade existente.

Atualmente, tanto a realidade diagnóstica como a caracterização do projeto devem ser desenvolvidas do modo mais abrangente e detalhado possível. Ao se tratar de uma análise ambiental sobre um contexto a ser configurado, muitas vezes, tal exercício envolve o entendimento de questões que ultrapassam a relação mais direta entre as ações do projeto e a realidade ambiental proposta. Desta forma, a dinâmica de formação de um território, bem como o rol de políticas públicas, vocações econômicas e ambientais presentes num território, podem ter vinculações futuras com um dado projeto, que podem avançar além daquelas que se mostram imediatamente visíveis numa relação de causa x efeito.

Outro aspecto importante a se destacar no atual conceito de avaliação de impactos ambientais é a presença de estruturas de controle ambiental que já “nascem”, de forma indissociável do projeto de engenharia. Neste sentido, muitas das interferências ambientais que no passado eram indesejáveis sobre os recursos naturais, mostram-se, na atualidade, subordinadas as estruturas de controle ambiental que garantem a menor interferência possível sobre os mesmos.

Considerando-se que tais estruturas originam-se com os projetos de engenharia, subordinadas aos critérios construtivos devidamente regulamentados, tornou-se conceitualmente apropriado, designá-las como estruturas de controle intrínseco.

Como exemplo de uma estrutura de controle intrínseco, pode-se citar uma Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, que tem a ela destinada toda a produção de efluentes domésticos envolvidos por sua área de drenagem. Assim, torna-se imperativo analisar, em termos de avaliação de impactos ambientais, a funcionalidade de uma ETE, na produção dos efluentes líquidos gerados pelo empreendimento. Situação semelhante pode ser associada aos Sistemas Separador Água- Óleo – SAO’s, ao Aterro Sanitário, a Estação de Tratamento de Efluentes Oleosos – ETEO’s, às barragens de contenção de rejeitos e diques associados e aos demais sistemas de controle que obrigatoriamente ou voluntariamente são desenvolvidos e instalados e operados de forma concomitante ao desenvolvimento do empreendimento.

O que se busca com a avaliação de impactos é o desenvolvimento de um processo de análise amplo, para formar um juízo prévio, o mais acurado possível, dos efeitos ambientais da ação humana (empreendimento) e a possibilidade de evitar, reduzir e controlar estes efeitos a níveis aceitáveis.

Este processo de análise possibilita concluir sobre a viabilidade ambiental do empreendimento, subsidiando a tomada de decisão sobre a implantação do mesmo.

Para identificação e avaliação dos impactos ambientais a serem gerados para o empreendimento em foco, ao longo de sua vida útil, será adotada metodologia específica

de Avaliação Impacto Ambiental – AIA respeitando as diretrizes legais vigentes na Resolução CONAMA 001/86, fundamentando-se, igualmente, na literatura que discute os conceitos que nesta são utilizados.

Considerando-se estes pressupostos, a metodologia utilizada neste trabalho foi desenvolvida considerando-se, as técnicas de AIA já consagradas (*checklists*, matrizes e fluxogramas). A metodologia adotada não utiliza a aplicação de critérios de valoração com atributos numéricos, para avaliação dos impactos. Desse modo valoriza o conhecimento e a experiência da equipe, tendo como suporte técnico, científico e quantitativo, de um lado, as informações quali-quantitativas obtidas no diagnóstico da situação ambiental atual da área de estudo do empreendimento e as evidências obtidas na literatura, e de outro lado, os fatores geradores dos impactos nesta área, mediante a presença do futuro empreendimento.

A metodologia adotada avalia os impactos através os seus aspectos geradores e dos critérios necessários para essa classificação, tendo como base de fundamentação técnica, os dados quali-quantitativos obtidos no diagnóstico ambiental.

A metodologia adotada nesta análise é detalhada a seguir e apresenta os procedimentos técnico-operacionais que compõem a sua estrutura geral.

9.3.1.2 Conceitos e Critérios Adotados

A metodologia desenvolvida para esta avaliação contempla critérios específicos qualitativos e quantitativos de avaliação de impacto ambiental, notadamente exigidos pela Resolução CONAMA 01/86, conforme supracitado, bem como os conceitos de aspecto ambiental e de impacto ambiental constante na NBR ISO 14001:2004, a saber:

- **Aspecto Ambiental:** componente gerado pelas atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente.
- **Impacto Ambiental:** qualquer modificação do meio ambiente, adversa (negativa) ou benéfica (positiva), que resulte no todo ou em parte dos efeitos ambientais da organização.

Esses conceitos servem para orientar a equipe de avaliação na classificação e para uniformizar os padrões de avaliação a serem considerados nesta pelos diferentes especialistas envolvidos no processo.

Para o Projeto Mina N5 Sul, a AIA é feita por etapa do empreendimento (planejamento, instalação, operação, fechamento) e por meio (físico, biótico e socioeconômico).

Os critérios de avaliação considerados são definidos a seguir.

9.3.1.3 NATUREZA

Refere-se à melhoria (natureza positiva) ou deterioração (natureza negativa) da qualidade ambiental. Alguns impactos podem ter as duas naturezas.

- **Positiva:** alteração de caráter benéfico.
- **Negativa:** alteração de caráter adverso.

9.3.1.4 DURAÇÃO

Refere-se à condição de permanência do impacto ou modificação ambiental, ocorrendo impactos temporários, permanentes ou cíclicos.

- **Temporária:** a alteração passível de ocorrer tem caráter transitório em relação à duração da etapa do projeto considerada.
- **Permanente:** a alteração passível de ocorrer permanece durante a etapa do projeto considerada e persiste, mesmo quando cessada a atividade que a desencadeou.
- **Cíclica:** a alteração é passível de ocorrer em intervalos de tempo regulares e/ou previsíveis.

9.3.1.5 INCIDÊNCIA

Refere-se à condição do impacto resultar diretamente de uma ação do empreendimento ou se originar de um impacto já desencadeado por este.

- **Direta:** alteração que decorre de uma atividade do empreendimento.
- **Indireta:** alteração que decorre de um impacto direto.

9.3.1.6 PRAZO PARA OCORRÊNCIA

Refere-se ao tempo de resposta entre a ação desencadeadora e a manifestação do impacto.

- **Curto Prazo:** alteração que se manifesta imediatamente após a ocorrência da atividade ou do processo ou da tarefa que a desencadeou.
- **Médio a Longo Prazo:** alteração que demanda um intervalo de tempo para que possa se manifestar (ser verificada), o qual deve ser definido em função das características particulares do empreendimento.

9.3.1.7 REVERSIBILIDADE

- **Reversível:** é aquela situação na qual cessada a causa responsável pelo impacto, o meio alterado pode retornar a uma dada situação de equilíbrio, semelhante àquela que estaria estabelecida, caso o impacto não tivesse ocorrido.
- **Irreversível:** o meio se mantém alterado, mesmo quando cessada a causa responsável pelo impacto.

9.3.1.8 ABRANGÊNCIA

Refere-se à incidência do impacto no espaço geográfico. Ou seja, representa o espaço geográfico de ocorrência do impacto, considerando-se toda a sua área de incidência.

- **Pontual:** a alteração se manifesta exclusivamente na área em que se dará a intervenção ou no seu entorno imediato.
- **Local:** a alteração tem potencial para ocorrer ou para se manifestar por irradiação numa área que extrapole o entorno imediato do sítio onde se deu a intervenção.

- **Regional:** a alteração tem potencial para ocorrer ou para se manifestar por irradiação em escala de dimensão regional.

9.3.1.9 IMPORTÂNCIA

Considera o peso e a influência do impacto ambiental no contexto em que este ocorrerá. Trata-se de uma avaliação que deverá ser estabelecida pelo especialista e deve sintetizar o significado do impacto em relação ao atributo diagnosticado.

- **Sem importância:** a alteração não é percebida ou verificável.
- **Baixa importância:** a alteração é passível de ser percebida ou verificada sem, entretanto, caracterizar ganhos e/ou perdas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, se comparados ao cenário ambiental diagnosticado.
- **Importante:** a alteração é passível de ser percebida ou verificada, caracterizando ganhos e/ou perdas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, se comparados ao cenário ambiental diagnosticado;
- **Alta importância:** a alteração é passível de ser percebida ou verificada, caracterizando ganhos e/ou perdas expressivas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, se comparados ao cenário ambiental diagnosticado.

9.3.1.10 MAGNITUDE

Reflete a escala/dimensão de alteração da qualidade ambiental do meio que está sendo objeto da avaliação. Quando possível, pode ser usada com referência a quantidade de hectares, m³, km², hab/m², quantidade de sítios, quantidade de espécies, dentre outros aspectos quantitativos.

A magnitude deverá ser expressa por meio dos seguintes parâmetros e padrões:

- **Baixa:** a dimensão da alteração é baixa em relação a dimensão total possível para a incidência dos impactos.
- **Média:** a dimensão da alteração é média em relação a dimensão total possível para incidência do impacto.
- **Alta:** a dimensão da alteração é alta em relação a dimensão total possível de incidência dos impactos.

9.3.1.11 Etapas Metodológicas

A seguir são apresentados os passos metodológicos e seqüenciais utilizados para a elaboração da Avaliação dos Impactos Ambientais do Projeto Mina N5 Sul.

9.3.1.11.1 Identificação dos Aspectos e Impactos Ambientais

Para a identificação dos impactos ambientais foram analisadas as tarefas associadas ao desenvolvimento do projeto, bem como os aspectos por estas gerados, que podem interagir e influenciar nas características atuais dos atributos ambientais diagnosticados nas áreas de influência.

Cada tarefa associada ao desenvolvimento do empreendimento é potencialmente geradora de um aspecto ambiental, por definição. Sendo assim, todos os aspectos

ambientais serão mencionados, cabendo ao responsável pela avaliação do impacto, a aplicação dos critérios definidos para mensurar a contribuição de cada aspecto na manifestação do impacto, com base no diagnóstico produzido e pelas características do projeto a ser desenvolvido.

9.3.1.11.2 Representação Gráfica dos Aspectos e Impactos Ambientais

Para representação gráfica dos aspectos foi elaborado para cada impacto um fluxograma que identificou os aspectos geradores dos impactos, sejam eles diretos ou indiretos.

Este fluxograma transcende ao tradicional modelo de representação de avaliação de impacto ambiental por meio de quadros e matrizes, pelo fato de prever em sua metodologia a classificação dos aspectos ambientais que são os elementos “causadores” dos impactos. Foram consideradas as etapas do empreendimento (planejamento, implantação, operação e fechamento), demonstrando as possíveis conexões entre os aspectos.

Essa classificação além de auxiliar na avaliação do impacto indica qual o aspecto deve receber prioridade gerencial. Também orienta o gestor ambiental do projeto, funcionando como um indicativo para foco de ações de controle sobre os aspectos identificados como principais contribuintes para a geração de determinado impacto.

Duas ferramentas gráficas foram utilizadas para classificação dos aspectos. A primeira é a classificação da natureza dos aspectos: positivos, negativos ou de duplo efeito. Estes terão representação conforme tipologia apresentada na Figura 13.

A outra ferramenta de classificação dos aspectos considera o grau de contribuição (baixa, média, alta, muito alta e especial) de cada um deles na geração do impacto. Tal representação gráfica é feita com uma escala de cores, conforme demonstrado ao longo do texto que trata da análise dos impactos ambientais.

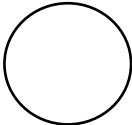

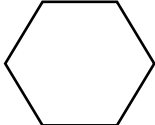
Representação	Natureza	Definição
	Positivo	Apresenta caráter benéfico
	Negativo	Apresenta caráter adverso
	Duplo Efeito	Apresenta para o mesmo impacto caráter positivo e negativo

Figura 13: Representação da Classificação da Natureza dos Aspectos Ambientais.

9.3.1.11.3 Avaliação dos Impactos Ambientais

A avaliação de cada impacto ambiental considerou os critérios de classificação discriminados anteriormente (natureza, reversibilidade, abrangência, magnitude, prazo de ocorrência, duração, incidência e importância) e as etapas do empreendimento (planejamento, instalação, operação e fechamento), conforme apresentado na Tabela 1.

A área de aplicação desta metodologia (ADA, AID ou AII) é informada ao longo do texto analítico de cada impacto.

Tabela 1: Modelo de Representação dos Critérios de Avaliação de Impactos Ambientais

CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Critérios	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza				
Reversibilidade				
Abrangência				
Magnitude				
Prazo de Ocorrência				
Duração				
Incidência				
Importância				

Após a avaliação de cada impacto é apresentada uma tabela sintética, que mostra a fase em que este se manifesta, a relação dos aspectos a este associados, a tarefa responsável por sua geração, o controle intrínseco associado quando aplicável e as principais ações ambientais a serem adotadas. Foram relacionadas as principais ações ambientais diretamente vinculadas aos impactos ou ao controle dos aspectos, sendo que outras podem se somar a estas para incidir de diferentes formas sobre estes.

Tal tabela pode ser visualizada em todos os impactos que foram analisados ao longo do texto que trata dos impactos ambientais decorrentes do Projeto Mina N5 Sul.

9.3.2 MEIO FÍSICO

Os impactos ambientais que incidirão no meio físico, na fase de planejamento, implantação, operação e fechamento do empreendimento são: Alteração da qualidade do ar; Alteração dos níveis de pressão sonora; Alteração do relevo/paisagem; Alteração da dinâmica erosiva; Alteração das propriedades do solo; Alteração da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea; Alteração da dinâmica hídrica superficial; Alteração da dinâmica hídrica subterrânea; Alteração da qualidade das águas superficiais; Alteração da qualidade das águas subterrâneas; Alteração das feições geoespeleológicas.

9.3.2.1 Alteração na Qualidade do Ar

A alteração da qualidade do ar está prevista para ocorrer nas etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento, sendo mais significativo nas etapas de implantação e operação.

Os aspectos ambientais que causam tal impacto são representados pela emissão de material particulado, o principal responsável pela geração do impacto nas etapas de implantação e operação e a emissão de gases de combustão e de detonação.

O material particulado terá como componente predominante as partículas de solo, cuja dispersão apresenta alcance limitado, com tendência a depositar-se novamente no solo, devido ao diâmetro típico destas partículas. Os gases serão compostos principalmente por dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HCT).

Na etapa de implantação do empreendimento, o trânsito de veículos, máquinas e equipamentos em vias não pavimentadas é freqüente e apresenta um grande potencial de emissão de material particulado. Além disso, haverá emissão de material particulado decorrente da execução de obras civis, obras de terraplenagem, abertura e manutenção de acessos, remoção e estocagem de solo orgânico, desmonte da mina, decapeamento, carregamento e transporte de minério e estéril e disposição de minério em pilha temporária.

A emissão de gases combustíveis será decorrente da operação de veículos, máquinas, equipamentos e os gases de detonação decorrentes do desmonte da mina com uso de explosivos.

Para a avaliação da alteração da qualidade do ar na fase de operação é importante considerar o inventário de emissões atmosféricas elaborado para todas as atividades a serem desenvolvidas na mina, bem como os resultados do modelo de dispersão atmosférica aplicado.

Observou-se que a maior carga emitida refere-se às partículas inaláveis (PM₁₀), e a contribuição maior para esta carga é proveniente do trânsito de veículos, máquinas e equipamentos em vias não pavimentadas. Outras atividades importantes geradoras de material particulado são a britagem do minério na BSM3, carregamento e transporte de estéril e minério, desmonte da mina, disposição de minério em pilha temporária, estabilização de taludes e abertura e manutenção de acessos.

A segunda maior emissão observada é decorrente dos motores e dos escapamentos dos veículos e equipamentos, que emitem NO_x, seguido da emissão de monóxido de carbono decorrente do uso de explosivos para desmonte.

Com a identificação e delimitação de tais fontes emissoras, as ações de controle desses aspectos são mais eficazes.

Nas etapas de implantação e de operação, as emissões de material particulado serão controladas pelo sistema móvel de aspersão de água através da umectação/aspersão das vias de tráfego e das áreas expostas que será realizado por intermédio de caminhões-pipa e sistema fixo de aspersão. Outras práticas como a recuperação da cobertura vegetal das áreas expostas são também realizadas para a redução das emissões por arraste eólico em áreas de lavra inativas.

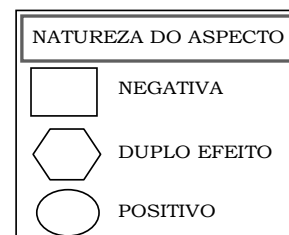
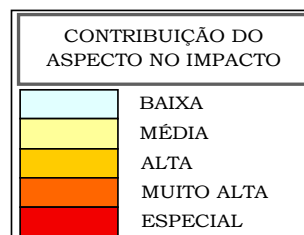
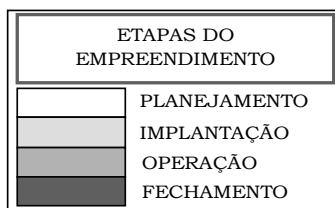
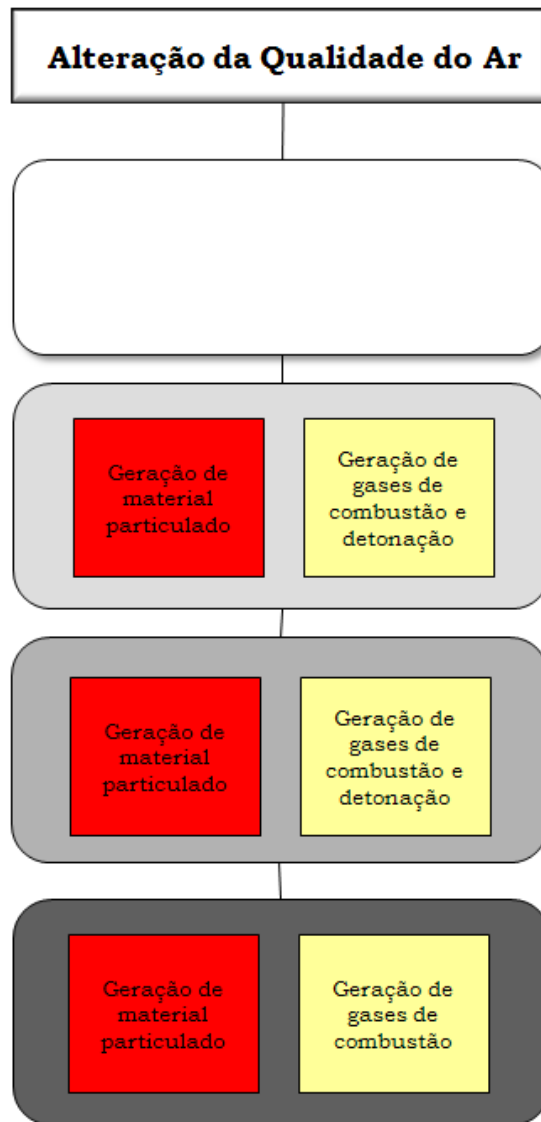
O controle de emissões gasosas proveniente da combustão de motores dos veículos e equipamentos será realizado por meios de manutenção preventiva. O monitoramento de fumaça preta por escala Escala de Ringhmann será realizado conforme procedimento interno Vale.

Na etapa de fechamento, esse impacto será menos significativo. A emissão de particulados ocorrerá em menor escala, em decorrência do trânsito em vias não pavimentadas, da estabilização dos taludes, desmobilização dos equipamentos e da disposição dos resíduos da desmobilização. Os gases de combustão serão decorrentes da operação de veículos, máquinas e equipamentos. Embora em menor escala, os mesmos controles anteriormente citados deverão ser implementados também nessa etapa.

O monitoramento constante da qualidade do ar na área de entorno do empreendimento será necessário em todas as suas etapas para orientar as medidas de gestão ambiental, que têm como finalidade controlar os aspectos que causam a alteração na qualidade do ar.

Como forma de controlar e monitorar esse impacto propõe-se medidas de gestão ambiental por meio do Plano de Gestão da Qualidade do Ar, que contempla o Programa de Controle das Emissões Atmosféricas e Veiculares e o Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar.

A Figura 14 apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração na qualidade do ar e a tabela de avaliação dos impactos ambientais segundo cada uma das etapas do projeto. A Tabela 2 mostra a identificação das tarefas geradoras dos aspectos nas diferentes fases do empreendimento.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Critérios	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza	-	Negativa	Negativa	Negativa
Reversibilidade	-	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	-	Local	Regional	Local
Magnitude	-	Média	Alta	Baixa
Prazo de Ocorrência	-	Curto prazo	Curto prazo	Curto prazo
Duração	-	Temporário	Temporário	Temporário
Incidência	-	Direta	Direta	Direta
Importância	-	Importante	Importante	Baixa importância

Figura 14: Fluxograma de Avaliação do Impacto Ambiental de Alteração na Qualidade do Ar.

Tabela 2: Identificação das Tarefas Geradoras dos Aspectos Ambientais que causam a Alteração da Qualidade do Ar

Etapa	Aspecto	Tarefa	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
Implantação	Geração de material particulado	Terraplanagem (corte e aterro)		Plano de Gestão da Qualidade do Ar
		Execução de Obras Civas (construção do sistema de drenagem e contenção de sedimentos)		
		Decapeamento mecânico e com Uso de Explosivos		
		Remoção e estocagem de solo orgânico		
		Transporte de equipamentos, insumos e pessoal		
		Abertura/manutenção de acessos		
		Ampliação da Linha de Distribuição		
		Desmonte Mecânico e com Uso de Explosivos		
		Disposição de minério em pilha temporária		
		Carregamento e transporte de minério e estéril		
	Transito de veículos, máquinas e equipamentos em vias não pavimentadas			
	Geração de gases de combustão e detonação	Operação de Veículos, Máquinas e Equipamentos		
Desmonte com uso de Explosivos				
Operação	Geração de material particulado	Desmonte Mecânico da Mina e com Uso de Explosivos		
		Britagem do minério na BSM3		
		Carregamento e Transporte de Estéril e Minério		
		Disposição de minério em pilha temporária		
		Transito de veículos, máquinas e equipamentos em vias não pavimentadas		
		Estabilização de Taludes		
		Abertura e Manutenção de Acessos		
	Geração de gases de combustão e detonação	Desmonte da Mina com Uso de Explosivos		
		Operação de Veículos, Máquinas e Equipamentos		
Fechamento	Geração de material particulado	Estabilização dos Taludes		
		Desmobilização de equipamentos		
		Transito de veículos, máquinas e equipamentos em vias não pavimentadas		
		Disposição dos Resíduos da Desmobilização		
	Geração de gases combustão	Operação de Veículos, Máquinas e Equipamentos		

9.3.2.2 Alteração dos Níveis de Pressão Sonora e de Vibração

A alteração dos níveis de pressão sonora e de vibração é representada pela introdução de novos ruídos e vibrações no ambiente que têm a capacidade de alterar a condição acústica na área de inserção do empreendimento, repercutindo de forma distinta sobre a população podendo causar incômodo à mesma.

Este impacto está previsto para ocorrer em todas as etapas do empreendimento, sendo mais significativo nas etapas de implantação e operação.

Na etapa de planejamento, a geração de ruídos e de vibrações é decorrente da realização das campanhas de sondagens geológicas.

Na etapa de implantação foram identificados como geradores deste impacto ambiental a abertura e melhoria de acessos, o transporte de equipamentos, insumos e pessoal, a operação de veículos máquinas e equipamentos, a execução de obras civis (construção do sistema de drenagem e contenção de sedimentos), o desmatamento, a remoção e estocagem de solo orgânico, o desmonte mecânico e com uso de explosivos, a terraplanagem (execução de cortes e aterros), o decapeamento mecânico e com explosivos, a ampliação da Linha de Distribuição, carregamento e transporte de minério e estéril e disposição de minério em pilha temporária.

Dentre as fontes geradoras de ruído nesta etapa, as principais estarão relacionadas à operação de máquinas e equipamentos empregadas nas atividades que envolvem a abertura da mina e a execução das obras civis, destacando-se a terraplanagem.

No entanto, há que se ressaltar que as tarefas ocorrerão durante o dia e estarão localizadas em uma região sem receptores de ruídos próximos, distante de comunidades vizinhas.

As formas de minimização dos ruídos se darão através da manutenção e regulagem adequada de máquinas e equipamentos, além da utilização de atenuadores de ruído, sempre que possível e necessário.

Em relação às vibrações, as principais fontes geradoras estarão relacionadas ao decapeamento e desmonte com uso de explosivos. O efeito destas vibrações deverá ser sentido diretamente nas próprias instalações da mina dado a inexistência de comunidades próximas.

Na etapa de operação foram identificados como geradores deste impacto ambiental o transporte de equipamentos, insumos e pessoal, a operação de veículos, máquinas e equipamentos, o desmonte mecânico e com uso de explosivos, a britagem do minério na BSM3, o carregamento e transporte de minério e do estéril, a disposição do minério em pilha temporária ao lado da BSM3 e o bombeamento de água subterrânea.

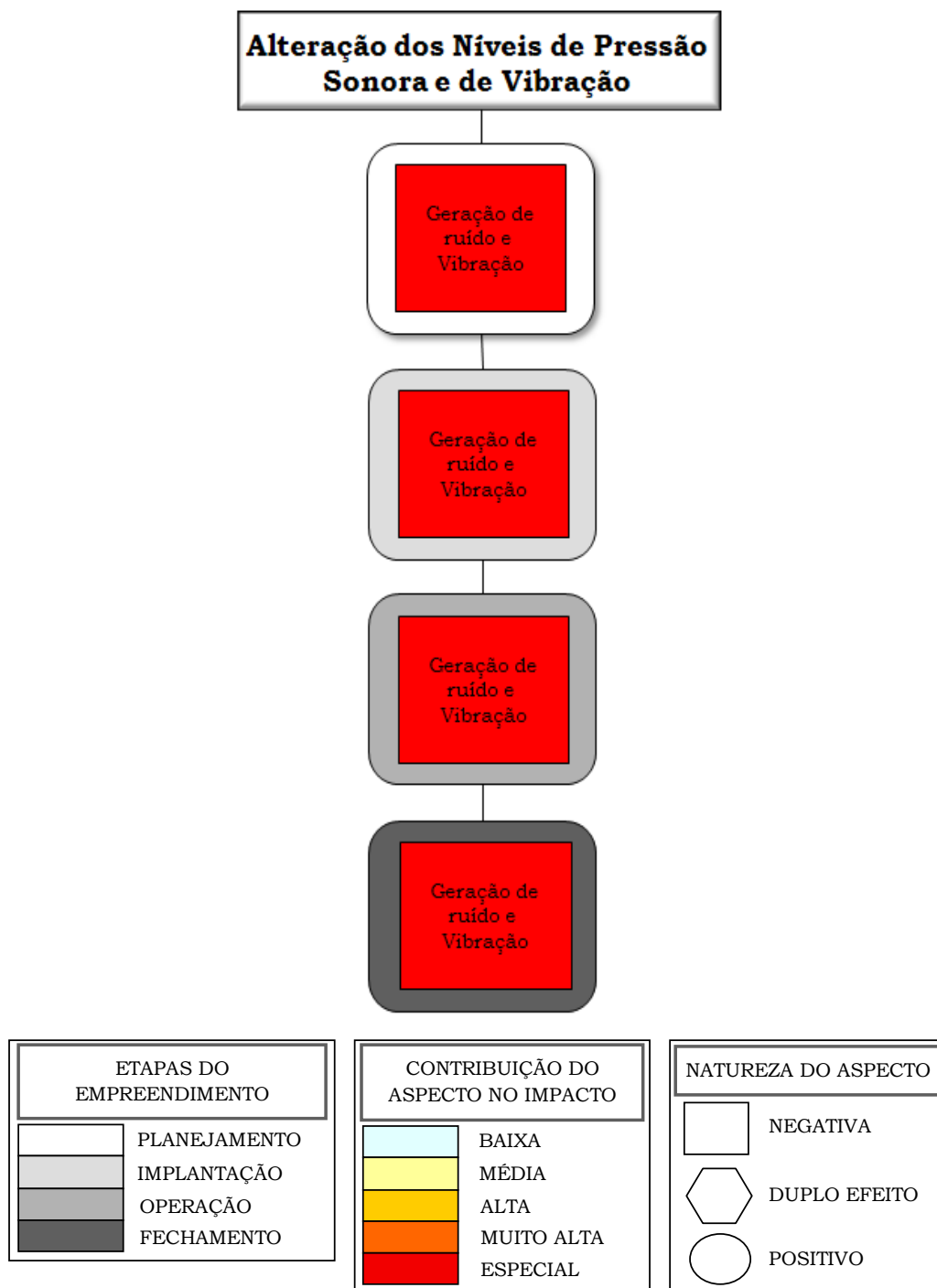
Considerando a continuidade das ações de minimização propostas na etapa de implantação, não é esperada a geração significativa de ruídos ambientais, bem como a geração de incômodos às comunidades vizinhas, uma vez que estas se encontram afastadas das áreas do empreendimento.

As operações de detonação para extração do minério serão geradoras de eventos de vibração. No entanto, dada a inexistência de comunidades próximas a cava, o efeito destas vibrações deverá ser sentido diretamente nas próprias instalações da mina.

Na etapa de fechamento foram identificados como geradores deste impacto ambiental a operação de veículos máquinas e equipamentos, as atividades para a estabilização dos taludes da mina, a desmobilização de equipamentos e a disposição dos resíduos da desmobilização.

Para o monitoramento e controle deste impacto, são apresentadas medidas e ações de gestão ambiental no Plano de Gestão de Ruído e de Vibração.

A Figura 15 apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração dos níveis de pressão sonora e de vibração e a tabela de avaliação dos impactos ambientais segundo cada uma das etapas do projeto. A Tabela 3 mostra a identificação das tarefas geradoras dos aspectos nas diferentes fases do empreendimento



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Crítérios	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza		Negativa	Negativa	Negativa
Reversibilidade		Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência		Local	Local	Local
Magnitude		Alta	Alta	Média
Prazo de Ocorrência		Curto prazo	Curto prazo	Curto prazo
Duração		Temporário	Temporário	Temporário
Incidência		Direta	Direta	Direta
Importância		Importante	Importante	Importante

Figura 15: Fluxograma de Avaliação do Impacto Ambiental da Alteração nos Níveis de Pressão Sonora e Vibração.

Tabela 3: Identificação das Tarefas Geradoras dos Aspectos Ambientais que causam a Alteração nos Níveis de Pressão Sonora e Vibração.

Etapa	Aspecto	Tarefa	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
Planejamento	Geração de ruído e vibração	Sondagem geológicas e geotécnicas (campanhas de sondagem e análise geotécnicas)	-	-
Implantação	Geração de ruído e vibração	Transporte de equipamentos, insumos e pessoal.	-	Plano de Gestão de Ruídos e de Vibração
		Desmonte mecânico e com uso de explosivos		
		Abertura de acessos		
		Ampliação da Linha de Distribuição		
		Terraplenagem (corte e aterro)		
		Decapeamento Mecânico e com uso de Explosivos		
		Desmatamento		
		Remoção e Estocagem de Solo Orgânico		
		Operação de veículos, máquinas e equipamentos		
		Obras Civas (construção do sistema de drenagem e contenção de sedimentos)		
Operação	Geração de ruído e vibração	Transporte de equipamentos, insumos e pessoal	-	Plano de Gestão de Ruídos e de Vibração
		Desmonte mecânico e com uso de explosivos		
		Operação de veículos, máquinas e equipamentos		
		Britagem do minério na BSM3		
		Carregamento e transporte de minério e do estéril		
		Disposição de minério em pilha temporária ao lado da BSM3		
		Bombeamento de Água Subterrânea		
Fechamento	Geração de Ruído e Vibração	Estabilização dos Taludes		Plano de Gestão de Ruídos e de Vibração
		Operação de veículos, máquinas e equipamentos		
		Desmobilização de equipamentos		
		Disposição dos resíduos da desmobilização		

9.3.2.3 Alteração no Relevo/Paisagem

A alteração no relevo/paisagem irá ocorrer nas etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento.

Na etapa de implantação os aspectos que causam a alteração no relevo/paisagem serão a geração de áreas terraplanadas, a geração de áreas de solo exposto, a geração de áreas de pilha de minério temporária e a geração de área de ampliação de linha de transmissão.

Nessa etapa ocorrem as mais importantes modificações no ponto de vista geomorfológico, quando a geração de áreas de terraplenagem (corte e aterro) como ponto de partida para os processos construtivos do empreendimento. A estrada principal de acesso à área da Mina N5 Sul será implantada sobre o dique de enrocamento para contenção de finos da Mina de N5E interligando a futura cava à Britagem Semi-móvel (BSM3). Esta estrada terá 50 m de largura, os quais viabilizarão o cruzamento de dois caminhões fora-de-estrada bem como acesso para veículos leves. Os dois pits serão interligados por bancos em comum, situando-se entre as cotas 700 e 715. Os acessos secundários, internos à cava serão implantados conforme avanço das atividades de desmate e decapeamento.

A geração de áreas de solo exposto decorre das atividades de decapeamento, que consiste na remoção dos horizontes superficiais do solo com o objetivo de acessar as camadas mineralizadas. O decapeamento será executado através de dois tipos de desmonte: o mecânico, pelo uso de escavadeira ou trator de esteira, e por explosivos (utilizando-se ANFO ou emulsão). Esta operação será executada pela Vale, mediante procedimentos já adotados em suas outras minas de ferro em operação.

A geração de áreas de pilha temporária decorre estocagem de 10,73 Milhões de toneladas de minério que serão gerados na etapa de implantação e estocados em duas pilhas temporárias, ocupando uma área de 18,5 ha, para posteriormente serem retomados e transportados por caminhões até a BSM 3, na etapa de operação. Cabe lembrar que o material estéril a ser gerado no decapeamento, composto principalmente por rocha vulcânica decomposta, totalizará 2,39 Mt e será disposto de forma permanente na Pilha de Estéril Norte I (PDE Norte I) atualmente em operação e licenciada sob a LO nº 267/2002 emitida pelo IBAMA. O carregamento dos materiais será efetuado por escavadeiras hidráulicas e o transporte até os pontos de basculamento será realizado por caminhões fora-de-estrada com capacidade média entre 150 e 240 toneladas métricas. As estradas a serem utilizadas para acesso à BSM 3 e PDE Norte I encontram-se instaladas, uma vez que inserem-se na ADA do Complexo Minerador de Ferro de Carajás, licenciada sob a LO IBAMA nº 267/2002.

A geração de áreas de ampliação de linha de transmissão associa-se a construção de linhas de distribuição com postes de concreto duplo T e torres de aço galvanizado, cabos de alumínio, isoladores de vidro e suportes (cruzetas) de madeira, para distribuição de energia elétrica de subestação da Mina N5E para a futura Mina N5 Sul.

Assim, espera-se que a abertura de acessos e estradas e o decapeamento na área da cava, a formação de pilhas temporárias de minério e a instalação de linha de transmissão representem uma alteração na paisagem atualmente observada.

A etapa de implantação do empreendimento representa uma ruptura com os processos atuais em curso na ADA e seu entorno imediato. Neste sentido, a alteração da paisagem constitui um elemento de interferência na dinâmica das águas superficiais bem como nos padrões de infiltração observado no presente.

É importante destacar que a alteração da paisagem com resultado na dinâmica do escoamento superficial estará associada à cortes, aterros e transposições de drenagens associadas aos novos acessos. Para que a alteração na paisagem não converta em cenário de interferência na dinâmica dos atributos ambientais identificados, cuidados específicos serão adotados, buscando minimizar ao máximo a modificação do cenário atual. No entanto, é importante contabilizar que a transformação de paisagens naturais em paisagens industriais, representa menor disponibilidade de água aportada aos aquíferos e maiores vazões nas drenagens superficiais.

Para a Mina N5 Sul, os acessos são potencializadoras dos fluxos superficiais, pois geram superfícies de menor impermeabilizadas. Já a área de cava compõem os espaços que influenciam na infiltração das águas de chuva, podendo em determinados momentos alterar a ampliação da capacidade de absorção pluvial.

Na etapa de operação este impacto será originado das atividades de lavra, com o carregamento e transporte de minério, os quais se correlacionam ao aspecto de geração de áreas lavradas. Eventualmente poderá ocorrer a geração de áreas de pilha de minério temporárias, adjacentes à BSM 3. Neste mesmo local, poderá ser também realizada a disposição em pilhas, de minérios que não atendam as especificações de qualidade dos produtos.

Deve-se ressaltar que, em função da dinâmica dos trabalhos de lavra e disposição de estéril e minério, as áreas de ocupação dessas estruturas serão desenvolvidas aos poucos, dentro da evolução do plano de lavra, não ocorrendo a intervenção em toda área de uma só vez, mas ao longo da vida útil da própria mina. Nesta etapa o impacto da alteração da paisagem será consolidado. No entanto, os seus efeitos devem ser minimizados em relação à etapa de planejamento, pois o empreendimento já estará dotado de todas as estruturas de controle necessárias ao controle do escoamento das águas superficiais, incluindo sua destinação. Nesta etapa, iniciativas de recuperação de ambientes interferidos, bem como adequações necessárias nas estruturas que operem abaixo da eficiência esperada já estarão devidamente em curso.

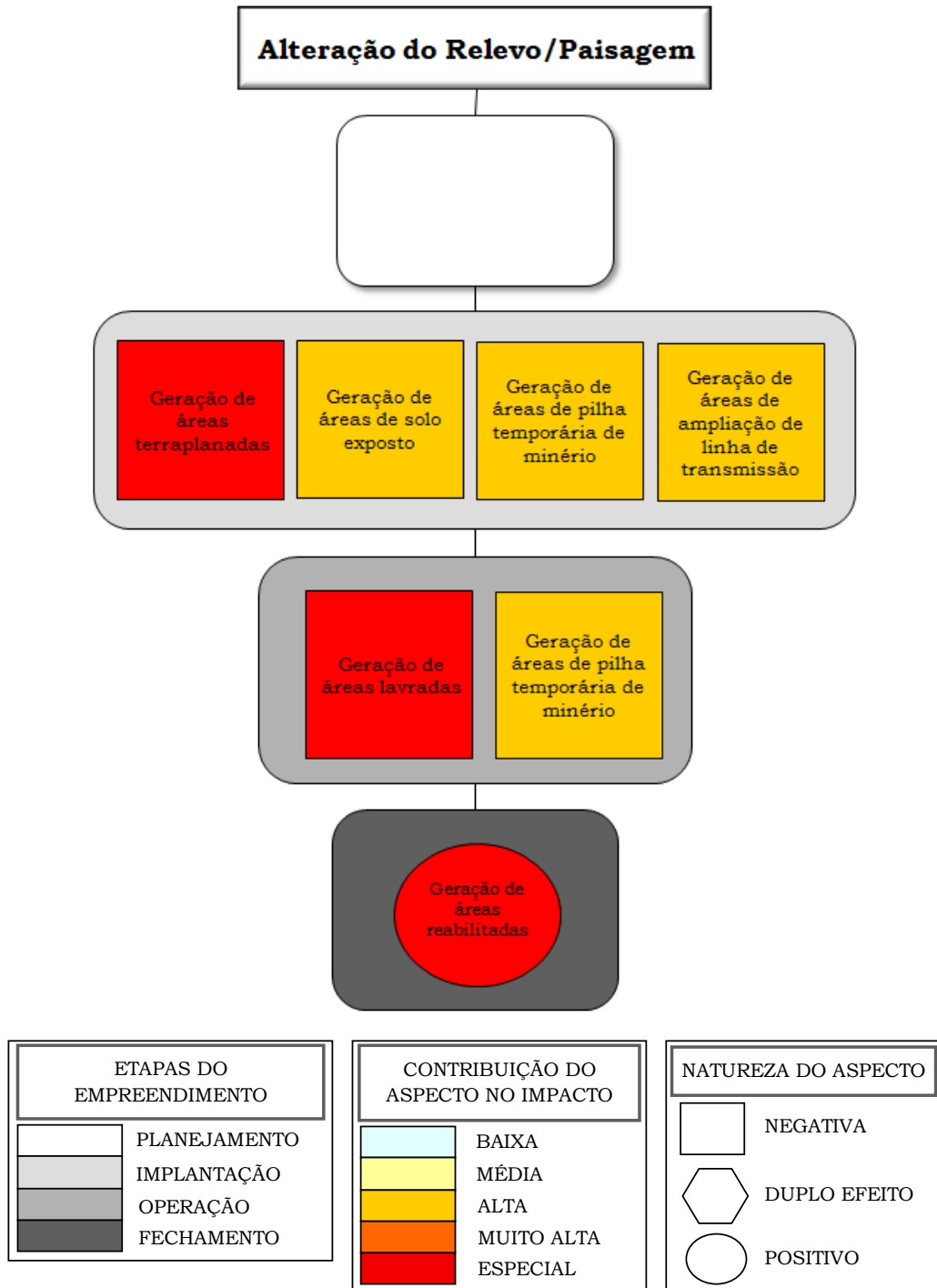
Na etapa de fechamento, todo o domínio espacial de interferência da mineração será submetido a medidas para o atendimento de premissas estabelecidas no Plano de Fechamento de Mina objetivando a estabilização física, química e biológica e a conformação do terreno para posterior revegetação, gerando áreas reabilitadas, convertendo-se num impacto positivo. Neste sentido, a conversão de uma paisagem industrial numa paisagem reabilitada, poderá conduzir ao reestabelecimento do equilíbrio dinâmico em muitos atributos ambientais. Há que se ressaltar que o presente projeto corresponde apenas a primeira etapa de desenvolvimento da Mina N5 Sul. Após a avaliação da relevância das cavidades, seguramente a Vale submeterá ao órgão ambiental licenciador, um processo referente à ampliação da área atualmente pleito da LP.

Considera-se que alteração no relevo/paisagem é de alta importância, visto que ocorrerá uma significativa modificação ambiental no meio, devido especialmente à

franca alteração nas formas de relevo, pela atividade de lavra, gerando impactos irreversíveis, alterando significativamente o meio.

Para os impactos relacionados à alteração no relevo/paisagem são propostas ações por meio do estabelecimento do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, do Plano de Gestão de Sedimentos e do Plano de Fechamento de Mina.

A Figura 16 apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração no relevo/paisagem e a tabela de avaliação dos impactos ambientais segundo cada uma das etapas do projeto. A Tabela 4 mostra a identificação das tarefas geradoras dos aspectos nas diferentes fases do empreendimento.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Crítérios	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza	-	Negativa	Negativa	Positiva
Reversibilidade	-	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	-	Local	Local	Local
Magnitude	-	Média	Alta	Alta
Prazo de Ocorrência	-	Curto prazo	Curto prazo	Médio a longo prazo
Duração	-	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	-	Direta	Direta	Direta
Importância	-	Importante	Importante	Importante

Figura 16: Fluxograma de Avaliação do Impacto Ambiental da Alteração no Relevo/Paisagem.

Tabela 4: Identificação das Tarefas Geradoras dos Aspectos Ambientais que causam a Alteração no Relevo/Paisagem

Etapa	Aspecto	Tarefas	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
Implantação	Geração de áreas terraplanadas	Terraplanagem (corte e aterro)	Sistema de drenagem	Plano de Contenção de Processos erosivos e Gestão de Sedimentos
		Abertura de acessos e estradas		
	Geração de áreas de solo exposto	Decapeamento da área da cava		
	Geração de áreas de pilha temporária de minério	Implantação das pilhas temporárias de minério		
	Geração de áreas de ampliação de linha de transmissão	Ampliação de linha de distribuição de energia		
Operação	Geração de áreas lavradas	Desmonte do Corpo Mineral	Sistema de drenagem	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
	Geração de áreas de pilha temporária de minério	Implantação das pilhas temporárias de minério ao lado da britagem semi-móvel.		
Fechamento	Geração de áreas reabilitadas	Estabilização física, química e biológica de áreas impactadas	Sistema de drenagem	Plano de Fechamento de Mina

9.3.2.4 Alteração na Dinâmica Erosiva

A Alteração na Dinâmica Erosiva está prevista para ocorrer nas etapas de planejamento, implantação, operação e fechamento do empreendimento.

A tarefa causadora do impacto na etapa de planejamento é a geração de áreas com vegetação suprimida, decorrente da retirada da cobertura vegetal associada a abertura de praças para realização das campanhas de sondagens geológicas.

De maneira geral, a retirada da cobertura vegetal expõe o solo, deixando-o mais susceptível a erosão. Os principais fenômenos decorrentes correspondem à alteração da dinâmica hídrica, à alteração da variação de temperatura ao longo dos diferentes intervalos de tempo e à dinâmica do escoamento superficial. Solos expostos não possuem barreiras de quebra de velocidade tanto da água pluvial quanto da água em escoamento pela superfície, ocorrendo os respectivos fenômenos de “*splash*” pelas águas da chuva e de escoamento superficial difuso ou concentrado, os quais, por sua vez, promovem processos erosivos de sulcamento até voçorocamentos ou de erosão laminar até movimentos de massa. Além disso, a exposição do solo em contato direto com a luz solar e ao resfriamento noturno pode gerar ressecamento e desagregação da estrutura edáfica, favorecendo o deslocamento e a remoção das camadas superficiais dos solos pelos outros fatores exógenos de erosão. No entanto, estes processos variam conforme as características locais dos solos, à declividade e à amplitude das vertentes.

Na etapa de implantação, os aspectos que causam a alteração na dinâmica erosiva são representados pela geração de áreas com vegetação suprimida, geração de sedimentos e a geração de áreas de solo exposto.

A geração de áreas com vegetação suprimida apresenta contribuição muito alta na dinâmica erosiva devido ao fato de serem retiradas coberturas vegetais de regiões com certa declividade, o que poderá favorecer o processo de erosão superficial com conseqüente produção de sedimentos.

A geração de sedimentos decorrerá, principalmente, de atividades de terraplanagem, corte e aterro; decapeamento mecânico e com uso de explosivos; construção de sistema de drenagem; e a operação de veículos, máquinas e equipamentos. Esse aspecto, possui contribuição muito alta ao impacto de alteração na dinâmica erosiva.

A geração de áreas de solo exposto apresenta contribuição especial na dinâmica erosiva e decorrerá de atividades de terraplanagem, corte e aterro; abertura de acessos; decapeamento mecânico e com uso de explosivos; remoção e estocagem de solo orgânico.

A instalação de sistemas de drenagem e de contenção de sedimentos está prevista como controle intrínseco destes aspectos.

Na etapa de operação foram considerados dois aspectos de contribuição: geração de sedimentos e geração de áreas de solo exposto, ambos apresentando contribuição especial ao impacto.

A geração de sedimentos decorrerá de tarefas como desmonte mecânico e com uso de explosivos; carregamento transporte de minério na área da cava; limpeza de canaletas e manutenção de sistemas de drenagem e de contenção de sedimentos.

Atividades de terraplanagem e corte e aterro serão responsáveis pela geração de áreas de solo exposto com contribuição especial ao impacto de alteração na dinâmica erosiva.

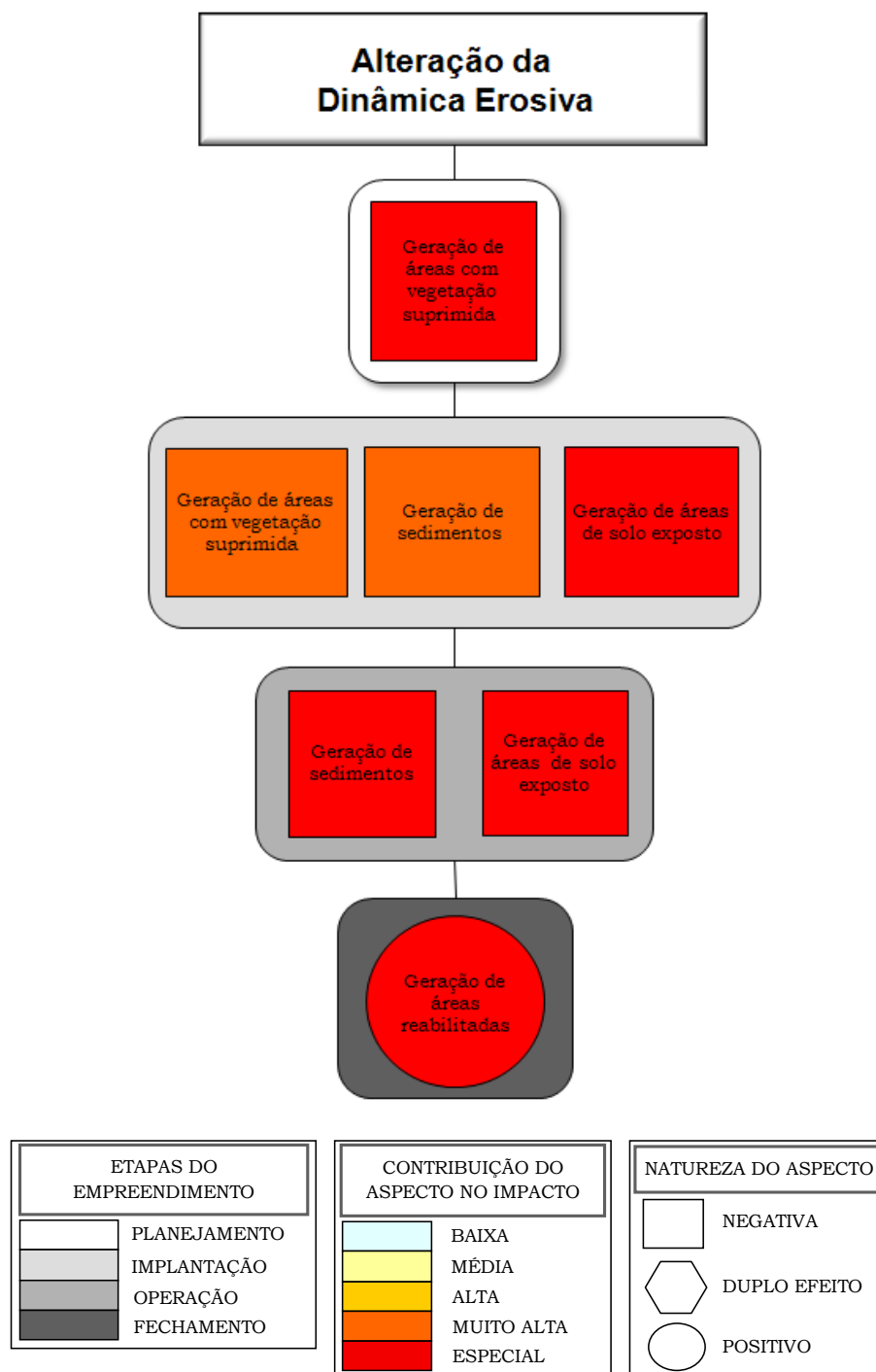
Na etapa de fechamento, toda a área operacional será submetida a medidas orientadas para a estabilização física a partir da conformação do terreno para posterior revegetação, gerando áreas reabilitadas. Desta forma, durante essa etapa, o impacto ambiental da alteração na dinâmica erosiva foi considerado de natureza positiva e de alta importância, pois sua tendência será de reversão.

Para as etapas de implantação, operação e fechamento é indicado a aplicação do Plano de Gestão de Sedimentos.

Nas etapas de planejamento, implantação e operação, levando-se em conta que todas as estruturas de controle necessárias serão instaladas, o impacto de alteração na dinâmica erosiva será de natureza negativa, mas reversível, de abrangência local e magnitude baixa, com curto prazo de ocorrência e duração temporária, apresentando uma incidência direta, mas de baixa importância.

Já na etapa de fechamento da mina, o impacto de alteração na dinâmica erosiva diferirá das outras etapas por ter natureza positiva, médio a longo prazo para ocorrência e alta importância para o empreendimento.

A Figura 17 apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração na dinâmica erosiva e a tabela de avaliação dos impactos ambientais segundo cada uma das etapas do projeto. A Tabela 5 mostra a identificação das tarefas geradoras dos aspectos nas diferentes fases do empreendimento.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Crítérios	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa	Positiva
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local	Local
Magnitude	Baixa	Baixa	Baixa	Alta
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo	Médio a longo prazo
Duração	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário
Incidência	Direta	Direta	Direta	Direta
Importância	Baixa importância	Baixa importância	Baixa importância	Alta Importância

Figura 17: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração da dinâmica erosiva.

Tabela 5: Identificação das atividades geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração da dinâmica erosiva.

Etapa	Aspecto	Tarefa	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
Planejamento	Geração de áreas com vegetação suprimida	Retirada da cobertura vegetal para a realização das campanhas de sondagem e análises geotécnicas	-	-
Implantação	Geração de áreas com vegetação suprimida	Retirada da cobertura vegetal	Sistema de Drenagem	Plano de Contenção de Processos Erosivos e Gestão de Sedimentos
	Geração de sedimentos	Operação de veículos, máquinas e equipamentos		
		Terraplanagem (corte e aterro)		
		Decapeamento mecânico e com uso de explosivos		
		Construção de sistema de drenagem		
		Construção de sistema de contenção de sedimentos		
	Geração de áreas de solo exposto	Decapeamento mecânico e com uso de explosivos		
Remoção e estocagem de solo orgânico				
Terraplanagem (corte e aterro)				
Operação	Geração de sedimentos	Limpeza de canaletas e sistema de drenagem	Sistema de Drenagem	Plano de Fechamento de Mina
		Manutenção de sistema de contenção de sedimentos		
		Carregamento e transporte de minério na área da cava		
		Desmonte mecânico e com uso de explosivos		
	Geração de áreas de solo exposto	Terraplanagem (corte e aterro)		
Fechamento	Geração de áreas reabilitadas	Estabilização física, química e biológica de áreas		

9.3.2.5 Alteração das Propriedades do Solo

A alteração das propriedades do solo irá ocorrer em todas as etapas do empreendimento.

Durante estas etapas, os aspectos ambientais que causarão a alteração das propriedades do solo serão a geração de resíduos, a geração de efluentes líquidos e geração de efluentes líquidos oleosos. Além destes, na fase de implantação ocorre a geração de áreas com solo compactado, considerado o aspecto de maior contribuição nesta etapa.

No planejamento, todos os aspectos contribuem de forma igual para a composição do impacto. A geração dos aspectos relaciona-se às tarefas de sondagens geológicas, que produzem resíduos como panos, estopas contaminadas com óleos e graxas, efluentes líquidos da utilização de água no processo de perfuração e efluentes oleosos, em função do uso de combustíveis e lubrificantes nos motores a combustão.

Na etapa de implantação, o aspecto geração de solo compactado foi considerado como responsável pela maior contribuição para a alteração das propriedades do solo. As tarefas relacionadas a este aspecto são os serviços de terraplanagem e o trânsito de veículos e equipamentos. A terraplanagem envolve o desmonte mecânico, pelo uso de escavadeira ou trator de esteira ou com uso de explosivos. O aumento da compactação do solo implica na diminuição da porosidade, aumento da densidade, diminuição da infiltração de água pluvial, aumento da evaporação e fluxo ascendente da água capilar resultando em diminuição da disponibilidade hídrica às plantas, bem como dificultando o enraizamento de plantas vasculares superiores devido à própria compactação.

A abertura e melhoria de acessos e estradas, o decapeamento, a formação das pilhas temporárias de minério, contribui para a geração de resíduos. Entre os principais resíduos listam-se as embalagens de explosivos e acessórios, entulhos de obras, cabos elétricos, entre outros.

A geração de efluentes líquidos relaciona-se ao funcionamento do sistema de drenagem e do sistema aspersão de água para controle de material particulado.

A geração de efluentes líquidos oleosos decorre da operação da oficina móvel de manutenção, caminhão de lubrificação e abastecimento e caminhão oficina.

Parte dos controles já se encontra instalados no Complexo Minerador de Carajás, enquanto outros novos serão instalados para atender as especificidades do projeto. Estes compreendem: um Sistema de Drenagem, Sistema Tanque Sêptico (novo), Célula de Resíduos Inertes – CRI, Sistema de Contenção de Sedimentos (novo), Depósito Intermediário de Resíduos – DIR (novo), Estação de Tratamento de Efluentes Químicos – ETEQ, Estação de Tratamento de Esgotos – ETE, Separador de Água e Óleo – SAO (novo), além das estruturas contidas na Central de Materiais Descartáveis – CMD (Usina de Compostagem, Aterro Sanitário, Pátio de Resíduos Industriais – PRI, Galpão de Resíduos Recicláveis e Galpão de Resíduos Perigosos).

Na etapa de operação serão geradoras de resíduos as tarefas de desmonte da mina com uso de explosivos, o funcionamento do almoxarifado móvel e a abertura de acessos (solo/rocha).

A geração de efluentes líquidos decorrerá de tarefas funcionamento do sistema de aspersão de água e bombeamento de água subterrânea.

A operação da oficina móvel de manutenção, do caminhão de lubrificação e abastecimento, do caminhão oficina, e do tanque de armazenamento de combustível contribuirá para geração de efluentes líquidos oleosos durante a fase de operação da mina. Todos os aspectos apresentam alta contribuição à alteração das propriedades do solo nessa etapa.

Na etapa de fechamento os aspectos geração de resíduos, geração de efluentes líquidos e geração de efluentes oleosos contribuem de forma igualitária para a manifestação do impacto.

A geração de resíduos correlaciona-se às tarefas de reabilitação topográfica e consolidação da drenagem e revegetação.

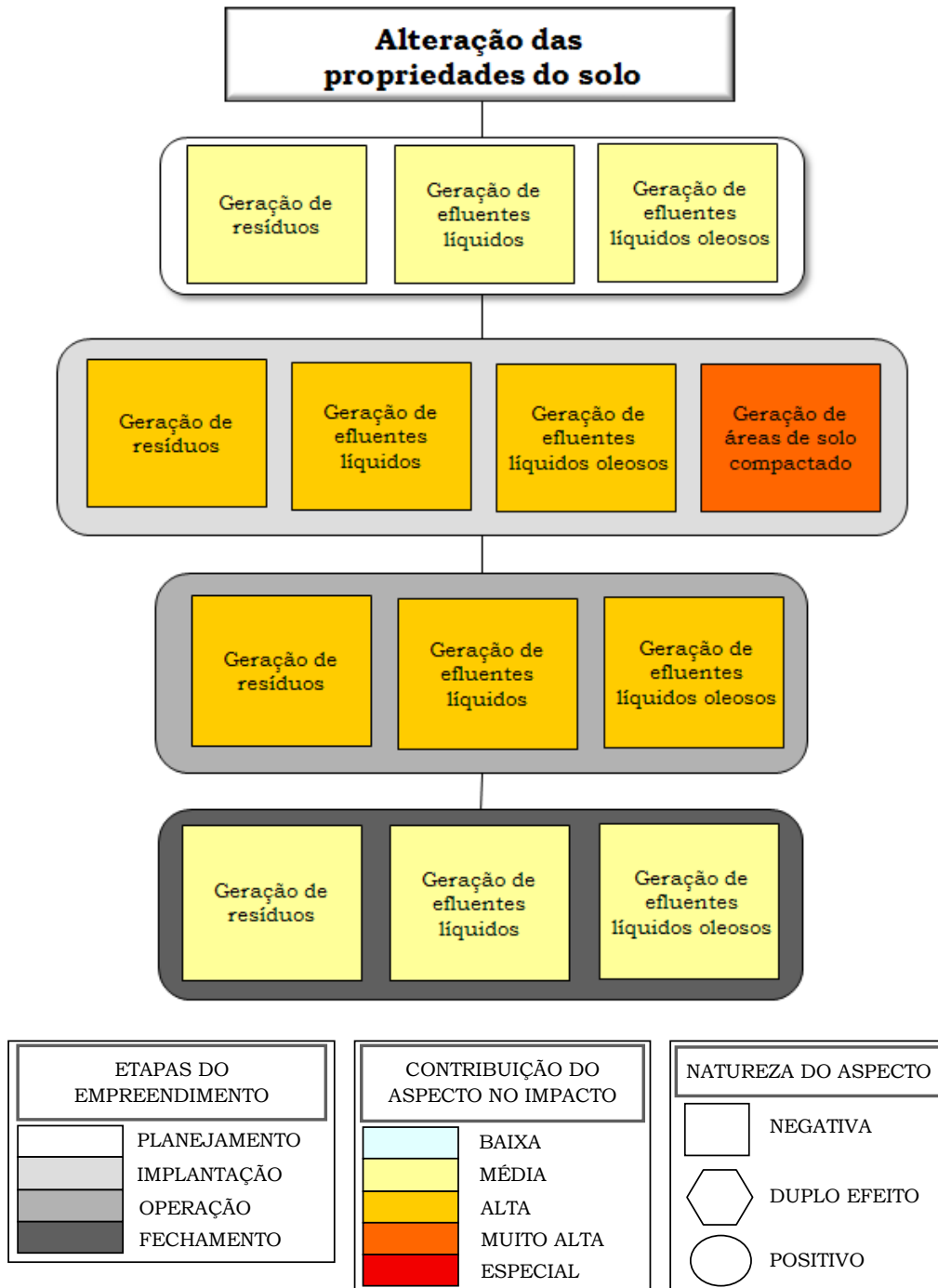
A geração de efluentes líquidos refere-se ao funcionamento do sistema de aspersão de água.

A geração de efluentes líquidos oleosos está relacionada às tarefas de operação da oficina móvel de manutenção, do caminhão de lubrificação, comboio de abastecimento.

Em todas as etapas do empreendimento, levando-se em conta que todas as estruturas de controle necessárias serão instaladas, o impacto de alteração das propriedades do solo será de natureza negativa, mas reversível, de abrangência local e magnitude baixa, com curto prazo de ocorrência e duração temporária, apresentando uma incidência direta, mas de baixa importância.

Como ações ambientais para o impacto de alteração das propriedades do solo, recomendam-se o desenvolvimento do Plano de Gestão de Resíduos e do Plano de Fechamento de Mina.

A Figura 18 apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração propriedades do solo e a tabela de avaliação dos impactos ambientais segundo cada uma das etapas do projeto. A Tabela 6 mostra a identificação das tarefas geradoras dos aspectos nas diferentes fases do empreendimento.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Critérios	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Local	Local	Local
Magnitude	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
Prazo de Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Duração	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário
Incidência	Direta	Direta	Direta	Direta
Importância	Baixa importância	Baixa importância	Baixa importância	Baixa importância

Figura 18: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração das propriedades do solo.

Tabela 6: Identificação das atividades geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração das propriedades do solo.

Etapa	Aspecto	Tarefa	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
Planejamento	Geração de resíduos	Sondagens geológicas e geotécnicas (campanhas de sondagem e análises geotécnicas)	-	-
	Geração de efluentes líquidos			
	Geração de efluentes líquidos oleosos			
Implantação	Geração de resíduos	Desmonte com uso de explosivos	Sistema de Drenagem	Plano de Gestão e Manejo de Solos
		Funcionamento do almoxarifado móvel		
		Abertura de acessos (solo/rocha)		
	Geração de efluentes líquidos	Sistema de aspersão de água		
		Funcionamento do sistema de drenagem		
	Geração de efluentes líquidos oleosos	Operação da oficina móvel de manutenção, caminhão de lubrificação e abastecimento, caminhão oficina, tanque de armazenamento de combustível		
Geração de áreas de solo compactado	Atividades de terraplanagem e trânsito de veículos e equipamentos.	Plano de Gestão de Resíduos		
Operação	Geração de resíduos	Desmonte com uso de explosivos, armazenamento de explosivos	Sistema de Drenagem	Plano de Fechamento de Mina
		Manutenção de acessos		
	Geração de efluentes líquidos	Sistema de Aspersão de água		
		Bombeamento de Água Subterrânea		
Geração de efluentes líquidos oleosos	Operação da oficina móvel de manutenção, caminhão de lubrificação, comboio de abastecimento, tanque de combustível			
Fechamento	Geração de resíduos	Reabilitação topográfica e consolidação da drenagem	Sistema de Drenagem	Plano de Gestão de Resíduos
		Revegetação		
	Geração de efluentes líquidos	Sistema de Aspersão de água		
	Geração de efluentes líquidos oleosos	Operação da oficina móvel de manutenção, caminhão de lubrificação, comboio de abastecimento, tanque de combustível		

* Já licenciado na LO 267/20002.

9.3.2.6 Alteração na Dinâmica Hídrica Superficial

A Alteração da Dinâmica Hídrica Superficial irá ocorrer em todas as etapas do empreendimento.

Na etapa de planejamento a alteração na dinâmica hídrica superficial esta associada a geração de áreas com vegetação suprimida decorrente da abertura de praças de sondagem. Esta atividade diminui a área da cobertura vegetal, levando à diminuição da interceptação vegetal, da retenção de parte da precipitação pelas folhas das plantas e da infiltração no solo, com conseqüente aumento do escoamento superficial alterando o regime hidrológico dos cursos de água. As intervenções são diminutas, pois são criadas praças de trabalho pequenas, onde não há espaço efetivo para que a dinâmica hídrica superficial seja modificada. Além disso, as principais intervenções são realizadas em ambientes de Savana Estépica que, em boa parte do ano, perdem totalmente suas folhas, não oferecendo a citada proteção ao solo.

Na etapa de implantação os aspectos que contribuem para este impacto são a geração de áreas com solo compactado, a geração de interferências físicas ao escoamento superficial e a geração de áreas com vegetação suprimida.

A geração de interferências físicas ao escoamento superficial foi considerada o aspecto de maior importância nessa etapa com contribuição especial à alteração da dinâmica hídrica superficial e decorre da abertura de acessos, disposição de minério em pilhas temporárias e obras civis para construção do sistema de drenagem e o sistema de contenção de sedimentos.

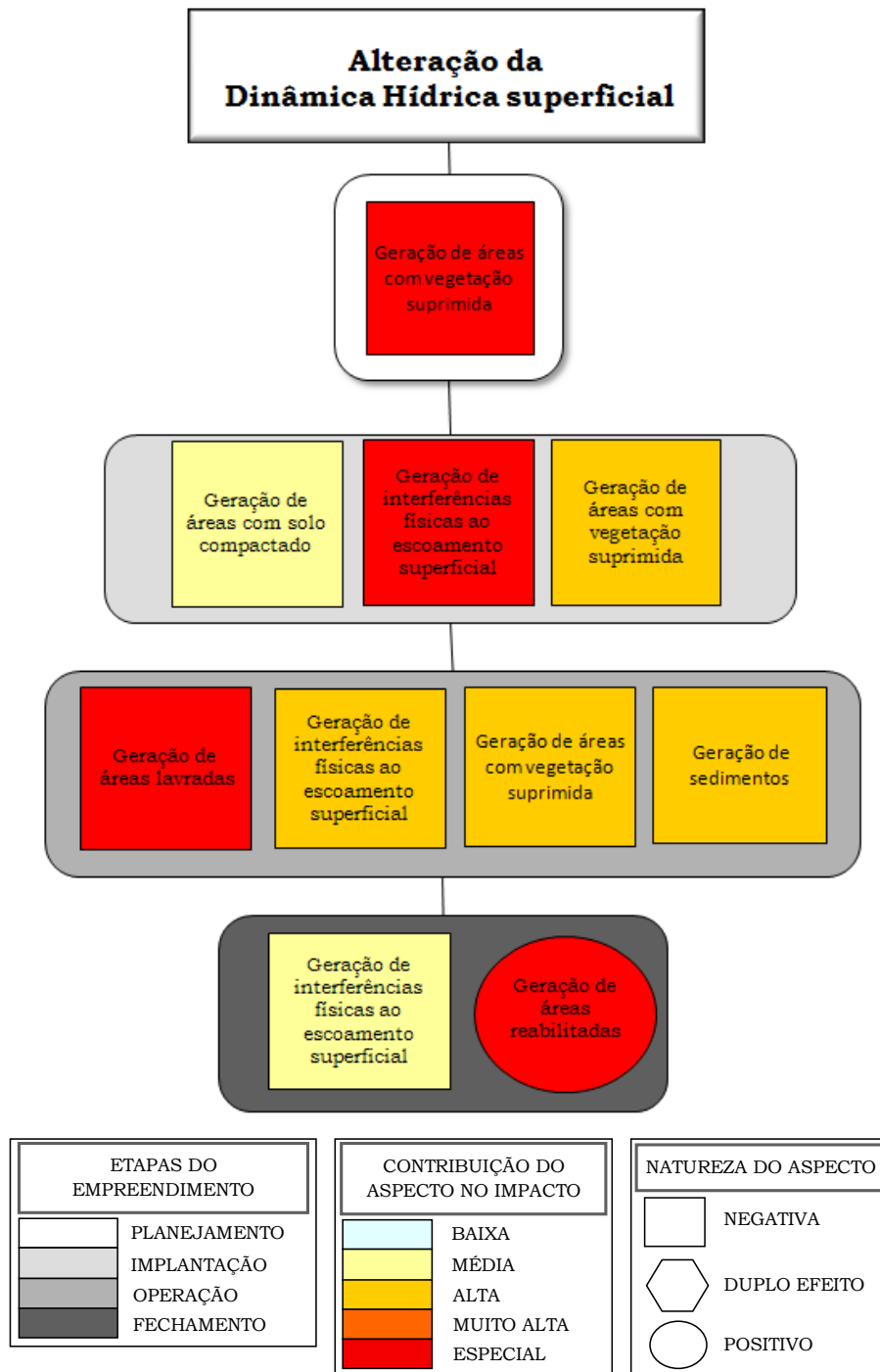
A terraplanagem e o trânsito de equipamentos vão gerar áreas de solo compactado com contribuição média a esta etapa do empreendimento. A retirada de cobertura vegetal é classificada como de alta contribuição ao desenvolvimento do impacto.

Na etapa de operação, além da geração áreas com vegetação suprimida, ocorrerão os aspectos geração de áreas lavradas e geração de sedimentos. A geração de áreas lavradas apresenta contribuição especial ao impacto, mediante a formação da cava N5 Sul. O desmonte mecânico e com uso de explosivos, o carregamento e transporte e disposição de minério em pilha temporária gerarão sedimentos com alta contribuição na alteração da dinâmica hídrica superficial na etapa de operação da mina.

Na etapa do fechamento a alteração na dinâmica hídrica superficial decorre da geração de interferências físicas ao escoamento superficial, com a criação de obstáculos hidráulicos e da geração de áreas reabilitadas, com a reconformação e revegetação dos terrenos alterados, sendo este último aspecto, de caráter positivo, o que mais contribui na composição final do impacto.

As ações ambientais propostas estão incluídas no Plano de Gestão de Recursos Hídricos, com um Programa de Monitoramento da Alteração da Disponibilidade e do Regime Hídrico e no Plano de Fechamento de Mina.

A Figura 19 apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração na dinâmica hídrica superficial e a tabela de avaliação dos impactos ambientais segundo cada uma das etapas do projeto. A Tabela 7 mostra a identificação das tarefas geradoras dos aspectos nas diferentes fases do empreendimento.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Crítérios	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Local	Local	Local	Local
Magnitude	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
Prazo de Ocorrência	Curto prazo	Curto prazo	Curto prazo	Curto prazo
Duração	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direta	Direta	Direta	Direta
Importância	Baixa importância	Importante	Importante	Importante

Figura 19: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração da dinâmica hídrica superficial.

Tabela 7: Identificação das atividades geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração da dinâmica hídrica superficial.

Etapa	Aspecto	Tarefa	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
Planejamento	Geração de áreas com vegetação suprimida	Retirada da cobertura vegetal para a realização das campanhas de sondagem e análises geotécnicas	-	-
	Geração de áreas com solo compactado	Terraplanagem, trânsito de equipamentos	Sistema de Drenagem	Plano de Gestão de Recursos Hídricos
	Geração de interferências físicas ao escoamento superficial	Abertura de acesso		
		Disposição de minério em pilha temporária		
		Obras civis - construção do Sistema de drenagem e de contenção de sedimentos		
	Geração de áreas com vegetação suprimida	Retirada da cobertura vegetal		
	Geração de áreas lavradas	Formação da cava		
		Desmonte do Corpo Mineral		
	Geração de interferências físicas ao escoamento superficial	Obras civis (implantação de bueiros, canaletas, caixas de passagem e diques)		
	Geração de áreas com vegetação suprimida	Retirada da cobertura vegetal		
Geração de sedimentos	Desmonte mecânico ou com uso de explosivos			
	Carregamento e transporte e disposição de minério em pilha temporária			
Fechamento	Geração de interferências físicas ao escoamento superficial	Instalação de bueiros, canaletas, caixas de passagem e diques filtrantes	Sistema de Drenagem	Plano de Fechamento de Mina
	Geração de áreas reabilitadas	Estabilização física, química e biológica de áreas		

9.3.2.7 Alteração na Dinâmica Hídrica Subterrânea

Na etapa de implantação, os aspectos causadores de tal impacto serão a geração de áreas com vegetação suprimida, a geração de áreas de solo compactado e de interferências físicas ao escoamento superficial. Estes aspectos são causadores de modificações nas condições naturais de infiltração e circulação das águas subterrâneas.

A geração de áreas com vegetação suprimida foi classificada como sendo o aspecto que mais irá interferir nessa etapa do empreendimento, com contribuição especial à mesma. Será decorrente de atividades de remoção da cobertura vegetal e remoção e estocagem de solo orgânico.

A disposição de minério em pilha temporária implica na geração de interferências físicas ao escoamento superficial que será decorrente também, da implantação do sistema de drenagem. Ambos os aspectos foram classificados como sendo de média contribuição ao impacto de alteração na dinâmica hídrica subterrânea. Atividades de terraplanagem e a operação de veículos, máquinas e equipamentos serão responsáveis pela geração de áreas com solo compactado com contribuição baixa ao desenvolvimento do impacto.

Durante a fase de operação do empreendimento, os aspectos causadores do impacto incluem a geração de áreas lavradas, da geração de vazões de bombeamento de água subterrânea, a geração de áreas com solo compactado e a de interferências físicas ao escoamento superficial.

O bombeamento de água subterrânea dentro da mina para rebaixamento do nível freático acarretará em vazões que irão contribuir para a geração deste impacto, e foi considerado o aspecto de maior contribuição nesta etapa do empreendimento. Trata-se de um procedimento inerente ao desenvolvimento da mina a céu aberto e tem como objetivo garantir a segurança geotécnica dos taludes e permitir as operações necessárias ao desenvolvimento da mina. Para a Mina N5 Sul serão instalados 7 poços para o rebaixamento do aquífero, resultando em sua drenagem com possíveis influências no comportamento do mesmo.

A abertura da cava, a ser desenvolvida a partir do desmonte do corpo mineral, será responsável pela geração de áreas lavradas que apresenta contribuição média à alteração na dinâmica hídrica subterrânea.

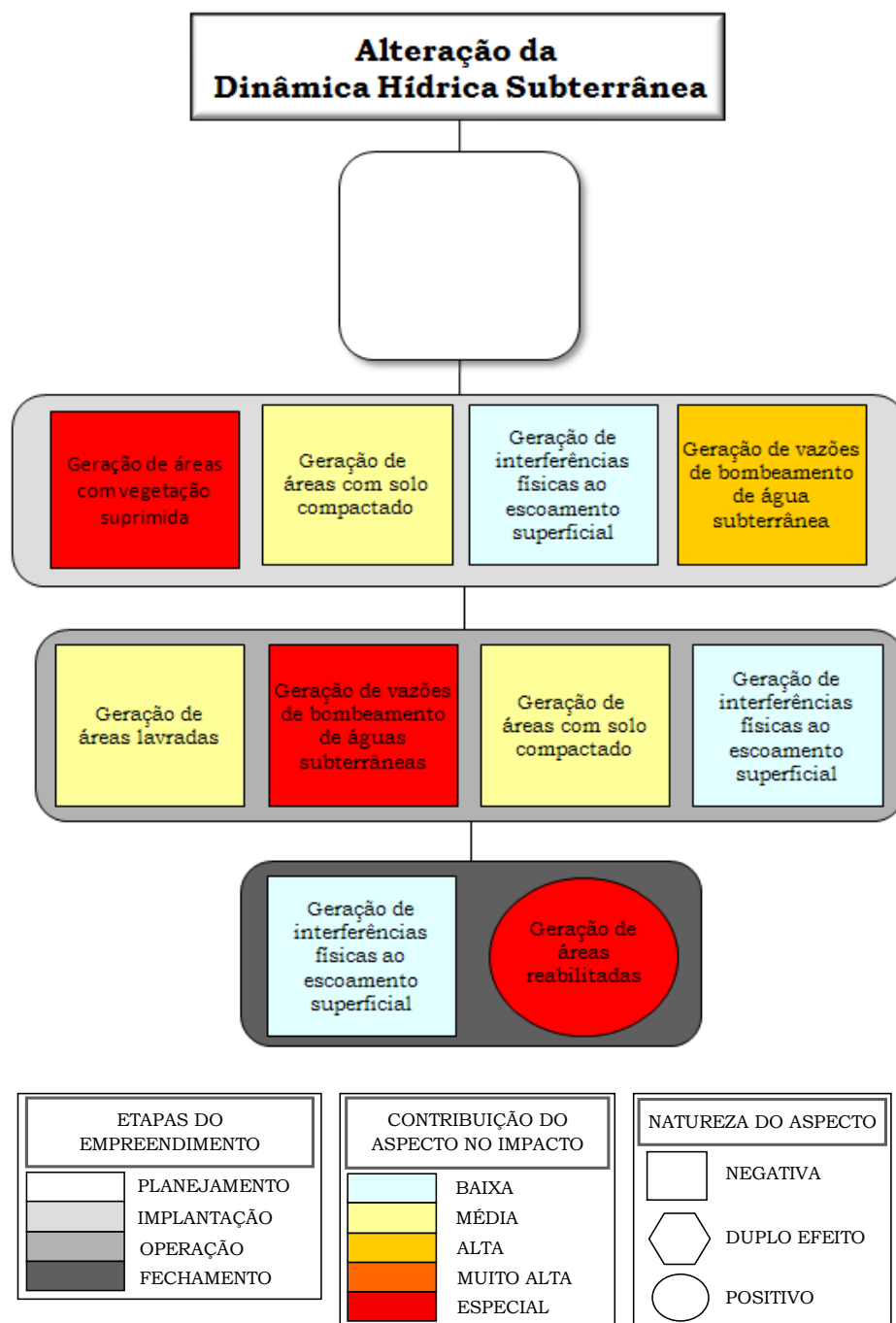
A operação de veículos, máquinas e equipamentos será responsável pela geração de áreas de solo compactado que terá contribuição média à geração do impacto. Obras civis criarão interferências físicas ao escoamento superficial de baixa contribuição à alteração da dinâmica hídrica subterrânea.

Na fase de fechamento, interferências físicas ao escoamento superficial serão geradas por obras civis apresentando baixa contribuição para o impacto.

Áreas reabilitadas serão geradas promovendo a estabilização física, química e biológica das mesmas, sendo um aspecto considerado de natureza positiva e contribuição especial ao empreendimento já que promoverá o retorno da área ao seu ponto de equilíbrio, favorecendo o aumento da taxa de infiltração.

Um Plano de Gestão de Recursos Hídricos deverá ser criado como ação ambiental para as etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento. Sendo que, a etapa de fechamento deverá contar, ainda, com um Plano de Fechamento de Mina.

A Figura 20 apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração na dinâmica erosiva e a tabela de avaliação dos impactos ambientais segundo cada uma das etapas do projeto. A Tabela 8 mostra a identificação das tarefas geradoras dos aspectos nas diferentes fases do empreendimento.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Crítérios	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza	-	Negativa	Negativa	Negativa
Reversibilidade	-	Reversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	-	Local	Local	Local
Magnitude	-	Baixa	Alta	Alta
Prazo de Ocorrência	-	Curto prazo	Médio a longo prazo	Médio a longo prazo
Duração	-	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	-	Direta	Direta	Direta
Importância	-	Importante	Importante	Importante

Figura 20: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração da dinâmica hídrica subterrânea.

Tabela 8: Identificação das atividades geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração da dinâmica hídrica subterrânea.

Etapa	Aspecto	Tarefa	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
Implantação	Geração de áreas com vegetação suprimida	Retirada da cobertura vegetal	-	Plano de Gestão de Recursos Hídricos
		Remoção e estocagem de solo orgânico		
	Geração de áreas com solo compactado	Terraplanagem		
		Operação de veículos, máquinas e equipamentos		
Geração de interferências físicas ao escoamento superficial	Obras Civas - Sistema de Drenagem,			
	Disposição de minério em pilha temporária			
Operação	Geração de área lavrada	Desmonte do Corpo Mineral	-	Plano de Gestão de Recursos Hídricos
	Geração de vazões de bombeamento de água subterrânea	Bombeamento de água subterrânea		
	Geração de áreas com solo compactado	Operação de veículos, máquinas e equipamentos		
	Geração de interferências físicas ao escoamento superficial	Obras civis (Implantação de bueiros, canaletas, caixas de passagem e diques filtrantes)		
Fechamento	Geração de interferências físicas ao escoamento superficial	Instalação de bueiros, canaletas, caixas de passagem e diques filtrantes	-	Plano de Gestão de Recursos Hídricos
	Geração de áreas reabilitadas	Estabilização física, química e biológica de áreas		Plano de Fechamento de Mina

9.3.2.8 Alteração na Disponibilidade Hídrica (Superficial e Subterrânea)

O impacto de Alteração na Disponibilidade Hídrica (Superficial e Subterrânea) irá ocorrer nas etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento. Este impacto ambiental é potencializado pelos impactos de alteração na dinâmica hídrica superficial e na dinâmica hídrica subterrânea, devido à alteração das vazões em trânsito nos cursos de água e na alteração da taxa de recarga dos aquíferos, respectivamente.

Na etapa de implantação, ocorrerá a geração de áreas com solo compactado e de interferências físicas ao escoamento superficial.

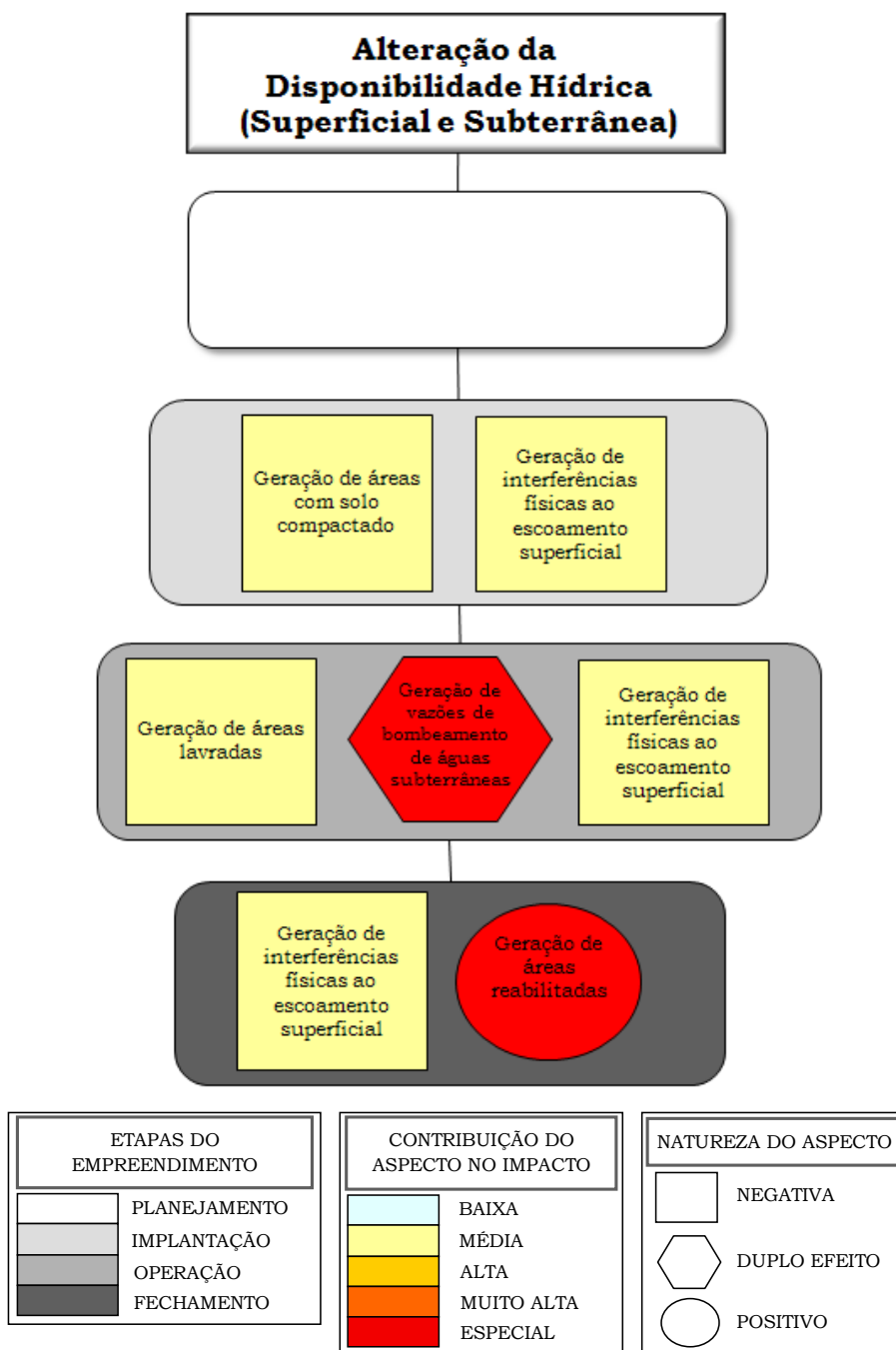
Atividades de terraplanagem e trânsito de máquinas e equipamentos irão gerar áreas de solo compactado. Interferências físicas ao escoamento superficial serão decorrentes de obras civis decorrente da construção do canteiro, da retirada da cobertura vegetal e da construção e operação do sistema de drenagem. Ambos os aspectos oferecem média contribuição ao impacto.

Na etapa de operação os aspectos que contribuem para a alteração da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea são a geração de áreas lavradas, a geração de vazões de bombeamento de águas subterrâneas, com o rebaixamento do nível freático; e a geração de interferências físicas ao escoamento superficial, com a criação de obstáculos hidráulicos. Nesta etapa, a geração de vazões de bombeamento de águas subterrâneas é o de maior relevância na alteração da disponibilidade hídrica. Ressalta-se que a geração de vazões de bombeamento de águas subterrâneas foi considerado como tendo duplo efeito (positivo e negativo) na geração do impacto, pois afeta negativamente os recursos hídricos subterrâneos, com o rebaixamento do lençol e positivamente os recursos hídricos superficiais, com o aumento e regularização de vazões através da restituição da água de bombeamento para as drenagens. A princípio a água resultante do bombeamento será direcionada às drenagens diretamente conectadas ao córrego Buritizal. A curto prazo, porém, tal volume de água deverá ser destinado a atual Estação de Tratamento de Água do Complexo Minerador Ferro Carajás. Este procedimento será apresentado no Estudo de Impacto Ambiental para as Minas de N4 e N5 (Estudo Global).

Na etapa de fechamento os aspectos que contribuem para a alteração da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea são a geração de interferências físicas ao escoamento superficial, com a criação de obstáculos hidráulicos e a geração de áreas reabilitadas, com a reconformação e revegetação de áreas lavradas e de solo exposto.

Para os impactos relacionados à alteração da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea propõem-se ações de acompanhamento e verificação por meio do estabelecimento de um Plano de Gestão de Recursos Hídricos, com um Programa de Monitoramento da Disponibilidade e do Regime Hídrico.

A Figura 21 apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração na disponibilidade hídrica (superficial e subterrânea) juntamente com a tabela de avaliação de impactos segundo as diferentes etapas do projeto. A Tabela 9 apresenta a identificação das fases, os aspectos, as tarefas geradoras dos aspectos ambientais, os controles intrínsecos e as ações ambientais recomendadas.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Crítérios	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza	-	Negativa	Negativa	Positiva
Reversibilidade	-	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	-	Local	Local	Local
Magnitude	-	Média	Média	Baixa
Prazo de Ocorrência	-	Curto prazo	Curto prazo	Curto prazo
Duração	-	Temporário	Temporário	Temporário
Incidência	-	Direta	Direta	Direta
Importância	-	Importante	Importante	Importante

Figura 21: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração da disponibilidade hídrica

Tabela 9: Identificação das atividades geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração da disponibilidade hídrica.

Etapa	Aspecto	Tarefa	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
	Geração de áreas com solo compactado	Terraplanagem, trânsito de máquinas e equipamentos		Plano de Gestão de Recursos Hídricos
	Geração de interferências físicas ao escoamento superficial	Obras Civas - Sistema de Drenagem e contenção de sedimentos		
		Retirada da cobertura vegetal		
Operação	Geração de área lavrada	Carregamento e transporte de estéril e minério na área da mina		Plano de Gestão de Recursos Hídricos
		Abertura da cava		
	Geração de vazões de bombeamento de água subterrânea	Bombeamento de água subterrânea		
	Geração de interferências físicas ao escoamento superficial	Obras civis (Implantação de bueiros, canaletas, caixas de passagem e diques filtrantes)		
Fechamento	Geração de interferências físicas ao escoamento superficial	Instalação de bueiros, canaletas, caixas de passagem e diques filtrantes		Plano de Fechamento de Mina
	Geração de áreas reabilitadas	Estabilização física, química e biológica de áreas		

9.3.2.9 Alteração da Qualidade das Águas Superficiais

A alteração da qualidade das águas superficiais irá ocorrer nas etapas de planejamento, implantação, operação e fechamento do empreendimento.

Durante a etapa de planejamento os aspectos ambientais que causam alteração da qualidade das águas superficiais são a geração de sedimentos, a geração de efluentes líquidos e geração de resíduos, em decorrência das tarefas de sondagens geológicas e serviços de topografia. A geração de sedimentos contribui com a maior parcela para a manifestação do impacto. No entanto, dada as dimensões de tal interferência os impactos nesta etapa do projeto foram considerados como de baixa importância.

Na etapa de implantação os aspectos ambientais que causam o impacto de alteração da qualidade das águas superficiais são a geração de sedimentos, a geração de efluentes líquidos, a geração de efluentes oleosos, a geração de resíduos e a geração de áreas com vegetação suprimida. O aspecto mais importante para a alteração da qualidade das águas superficiais é a geração de sedimentos, que ocorre em função de diferentes tarefas incluindo remoção e estocagem de solo orgânico, desmonte mecânico e com uso de explosivos, atividades de terraplanagem (cortes e aterros), abertura/melhoria dos acessos e estradas, construção e funcionamento de sistemas de drenagem (sarjetas triangulares, canaletas retangulares, valetas, caixas coletoras, bacias de dissipação de energia, diques de contenção de sedimentos, leiras e sumps) e trânsito de veículos, máquinas e equipamentos em acessos sem pavimentação.

Para o desenvolvimento da Mina N5 Sul prevê-se, inicialmente, a construção da estrada principal de acesso ao empreendimento, apropriada à circulação de máquinas pesadas, inclusive de caminhões fora-de-estrada. Para a preparação do terreno onde será implantada tal estrutura, bem como da área de implantação das pilhas temporárias, será necessária a realização de terraplanagem, operação de reconformação de taludes, abertura de praças, gerando volumes de solos e rochas que precisam ter destinação adequada. É importante ressaltar que as características topográficas do local por onde se dará a implantação das referidas estruturas não sugerem a mobilização de grande quantidade de materiais.

De toda forma, a geração de cortes e aterros pode provocar o aporte de material sedimentar aos talvegues favorecendo o assoreamento das calhas fluviais. Na área em análise, este processo poderá ocorrer nos vales do córrego Buritizal e do igarapé Jacarezinho, posicionados exatamente a oeste da área onde se prevê o desenvolvimento da cava da Mina N5 Sul. O aporte de sedimento às referidas drenagens poderá elevar a concentração de material em suspensão promovendo a alteração da qualidade das águas nas referidas drenagens.

É importante salientar, porém, que as obras a serem realizadas posicionam-se, à exceção de um pequeno trecho da estrada, a mais de 100 metros das drenagens do córrego Buritizal e do igarapé Jacarezinho. Além disso, ao longo das duas drenagens será mantida a densa cobertura florestal e obviamente, a espessa liteira associada a esta formação vegetal, que em conjunto, promovem o tamponamento ao aporte de sedimentos que porventura possam escapar das áreas trabalhadas em direção às drenagens citadas. É importante ressaltar também o confinamento das ações relacionadas às referidas estruturas que praticamente circunscrevem à bacia do córrego Buritizal. Ameniza, também, a possibilidade de interferências nas drenagens, a

natureza litológica da área, caracterizada pelo domínio de materiais de granulometria de maiores diâmetros e da ocorrência em menor proporção de sedimentos na fração argila, silte e areia.

A geração de resíduos relaciona-se à supressão vegetal (remoção e estocagem de madeira comercial e não comercial), desmonte com uso de explosivos, obras civis, abertura/melhoria de acessos e estradas, utilização do banheiro químico.

A geração de efluentes líquidos está associada ao funcionamento do sistema de aspersão de água e funcionamento de sistemas de drenagem.

A geração de efluentes líquidos oleosos está associada à operação de oficina mecânica móvel de manutenção e ao Abastecimento de veículos e equipamentos.

A geração de áreas com vegetação suprimida associa-se a retirada da cobertura vegetal.

Durante a etapa de operação os aspectos ambientais que causam alteração da qualidade das águas superficiais permanecem em parte semelhantes à etapa de planejamento e incluem a geração de sedimentos, a geração de efluentes líquidos, a geração de efluentes líquidos oleosos e a geração de resíduos.

A geração de sedimentos permanece como o principal aspecto e associa-se ao desmonte mecânico e com uso de explosivos; ao carregamento e transporte de minério; à disposição e manuseio de minério em pilha; através da exposição e movimentação de solo/rocha e material decorrente da perfuração; bem como da exposição e movimentação de minério contendo partículas finas; à britagem do minério, à abertura/melhoria dos acessos e estradas; ao trânsito de veículos, máquinas e equipamentos em acessos sem pavimentação; e ao funcionamento de sistemas de drenagem.

A geração de resíduos relaciona-se ao desmonte com uso de explosivos, obras civis, abertura/melhoria de acessos e estradas, utilização do banheiro químico.

A geração de efluentes líquidos decorre do funcionamento do sistema de aspersão de água e do bombeamento de água subterrânea.

A geração de efluente líquido oleoso esta relacionada está associada à operação de oficina mecânica móvel de manutenção, ao Abastecimento de veículos e equipamentos.

Na etapa de fechamento os aspectos ambientais que causam alteração da qualidade das águas superficiais serão a geração de sedimentos, a geração de efluentes líquidos, a geração de efluentes líquidos oleosos, a geração de resíduos e a geração de áreas reabilitadas. Estes aspectos associam-se a estabilização dos taludes da mina e da pilha, reabilitação topográfica e consolidação da drenagem, revegetação, desmontagem /demolição das estruturas e equipamentos, operação de banheiro químico. Para a etapa de fechamento, destaca-se recuperação ambiental da área, cujo aspecto relacionado é a geração de áreas reabilitadas.

Para etapa de fechamento, assim como na etapa de implantação e operação, existem sistemas de controle ambiental, já em operação nas estruturas já licenciadas na LO 267/2002 (depósito intermediário de resíduos - DIR, a usina de compostagem, a célula de resíduos inertes - CRI, o pátio de resíduos industriais - PRI, a estação de tratamento de efluentes

químicos - ETEQ, a estação de tratamento de esgoto - ETE, Sistemas separadores água e óleo-SÃO), os quais terão serão utilizados pelo Projeto N5 Sul.

A infra-estrutura a ser implantada para as operações da Mina N5 Sul serão dotadas de dispositivos de captação e condução das águas pluviais como leira, sarjeta, valeta, canaletas, descidas d'água, caixas coletoras. Os dispositivos de drenagem serão projetados levando-se em consideração a proteção ambiental, principalmente para se evitar erosões e procurando-se implantar medidas preventivas tais como declividade adequada evitando velocidade excessiva a jusante das obras e correto posicionamento dos dispositivos de drenagem. Para melhorar a eficiência dos dispositivos de drenagem todos os taludes de corte e aterro e as áreas remanescentes não ocupadas serão revegetadas, conforme programa estabelecido pela Vale. Serão previstas limpezas e manutenções periódicas dos sistemas de drenagem, visando retirar os sedimentos retidos e mantê-los com eficiência máxima. Os dispositivos de drenagem serão projetados de acordo com padrão do Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes - DNIT.

Em todas as etapas os resíduos gerados durante as tarefas operacionais deverão ser previamente segregados e classificados com base nas suas características químicas e/ou biológicas, por coleta seletiva. Os resíduos serão temporariamente armazenados no Depósito Intermediário de Resíduos - DIR da Mina N5 Sul. O material não reciclável será disposto no aterro, o resíduo orgânico será destinado para o Galpão de compostagem e o material reciclável será destinado para a Central de Materiais Descartáveis - CMD e posteriormente tratados por empresas devidamente licenciadas. Os resíduos perigosos (óleos e lubrificantes, materiais impregnados com óleo e graxa, tintas e outros materiais e embalagens de materiais perigosos) serão destinados para o CMD para posterior disposição ou tratamento final como co-processamento ou se-refino a ser realizado por empresas especializadas devidamente licenciadas. Os resíduos de saúde serão acondicionados no ambulatório segundo procedimentos específicos definidos pela ANVISA e ABNT. Posteriormente, serão recolhidos para tratamento final por empresas especializadas devidamente licenciadas.

Todos os efluentes sanitários gerados na fase de instalação serão direcionados alternativamente para sanitário móvel (banheiros químicos). Periodicamente, serão realizadas limpeza no sanitário móvel através de caminhão com tanque pressurizado e os dejetos deverão ser encaminhados para Estações de Tratamento de Efluentes (ETE's) licenciadas.

Os efluentes líquidos oleosos serão tratados em sistemas de tratamento de água e óleo - SAO.

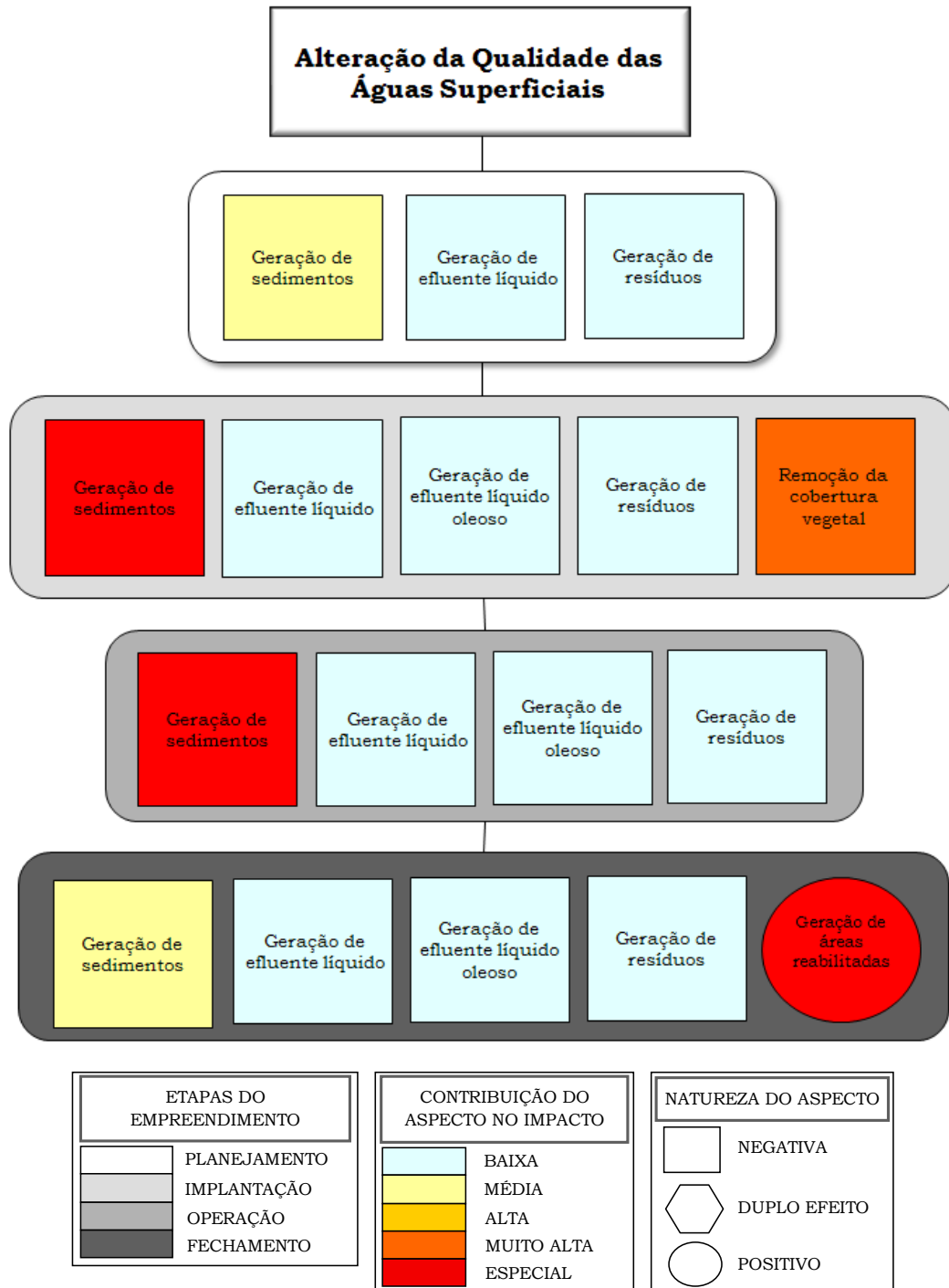
Efluentes de laboratório, provenientes de análises via úmida, e lavagem das vidrarias analíticas serão encaminhados a uma estação de tratamento de efluente químico - ETE Química, localizada junto ao laboratório. Na ETE Química os efluentes serão tratados por meio de processo de precipitação dos metais dissolvidos, sedimentação da lama e neutralização do efluente decantado antes de serem encaminhados para a Estação de Tratamento de Efluentes - ETE. Tal estrutura já se encontra em operação e devidamente licenciada no âmbito do Complexo Ferro Carajás.

Para os impactos decorrentes dos aspectos ambientais relacionados à geração de resíduos sólidos e oleosos está prevista a adoção de um Plano de Gestão de Resíduos que considerará que os resíduos serão segregados na fonte, acondicionados em

containers, identificados e armazenados temporariamente na Central de Materiais Descartáveis – CMD, para posteriormente serem encaminhados à destinação final ou direcionados para o aterro ou galpão de compostagem.

Para os impactos relacionados à alteração da qualidade das águas superficiais são propostas ações através dos planos de Gestão de Recursos Hídricos, com um Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais, de Gestão de Sedimentos, de Gestão de Resíduos, de Recuperação de Áreas Degradadas e de Fechamento de Mina.

A Figura 22 apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração da qualidade das águas superficiais com a tabela de avaliação de impactos segundo as diferentes etapas do projeto. A Tabela 10 apresenta a identificação das fases, os aspectos, as tarefas geradoras dos aspectos ambientais, os controles intrínsecos e as ações ambientais recomendadas.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Critério	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Local	Regional	Regional	Regional
Magnitude	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
Prazo de Ocorrência	Curto prazo	Curto prazo	Curto prazo	Curto prazo
Duração	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário
Incidência	Direta	Direta	Direta	Direta
Importância	Baixa Importância	Importante	Importante	Importante

Figura 22: Fluxograma de Avaliação do Impacto de Alteração na Qualidade das Águas Superficiais

Tabela 10: Identificação das Tarefas Geradoras dos Aspectos Ambientais que causam a Alteração na Qualidade das Águas Superficiais

Etapa	Aspecto	Tarefa	Controle Intrínseco	Ações Ambientais				
Planejamento	Geração de sedimentos	Sondagem geológicas e geotécnicas (campanhas de sondagem e análises geotécnicas)		Plano de Gestão de Recursos Hídricos				
	Geração de Efluentes líquidos							
	Geração de resíduos							
Implantação	Geração de sedimentos	Remoção e Estocagem de Solo Orgânico	Sistema de Drenagem e Sistema de Contenção de Sedimentos	Plano de Gestão de Recursos Hídricos				
		Decapeamento mecânico e com uso de Explosivos						
		Terraplenagem (cortes e aterros)						
		Abertura de acessos						
		Funcionamento de sistemas de drenagem (sarjetas triangulares, canaletas retangulares, valetas, caixas coletoras, bacias de dissipação de energia, diques de contenção de sedimentos, leiras e sumps)						
		Trânsito de veículos, máquinas e equipamentos em acessos sem pavimentação						
	Geração de resíduos	Retirada da cobertura vegetal		Sistema de Drenagem e Sistema de Contenção de Sedimentos	Plano de Contenção de Processos Erosivos e Gestão de Sedimentos			
		Decapeamento mecânico e com uso de Explosivos						
		Abertura de acessos						
		Operação de banheiro químico						
	Geração de efluentes líquidos	Funcionamento de sistemas de drenagem			Sistema de Drenagem e Sistema de Contenção de Sedimentos	Plano de Contenção de Processos Erosivos e Gestão de Sedimentos		
		Sistema de aspersão de água						
	Geração de efluentes líquidos oleosos	Operação da oficina móvel de manutenção, tanque de combustível				Sistema de Drenagem e Sistema de Contenção de Sedimentos	Plano de Contenção de Processos Erosivos e Gestão de Sedimentos	
Abastecimento de veículos e equipamentos								
Geração de áreas com vegetação suprimida	Supressão vegetal (remoção e estocagem de madeira comercial e não comercial)	Sistema de Drenagem e Sistema de Contenção de Sedimentos	Plano de Contenção de Processos Erosivos e Gestão de Sedimentos					
Operação	Geração de sedimentos						Desmonte mecânico e com uso de explosivos	
							Carregamento e transporte de minério na área da mina	
							Manutenção dos acessos e	

Etapa	Aspecto	Tarefa	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
		estradas		
		transporte de minério; disposição e manuseio de minério em pilha		
		abertura/melhoria dos acessos e estradas		
		Britagem móvel de minério		
		Trânsito de veículos, máquinas e equipamentos em acessos sem pavimentação		
		Funcionamento de sistemas de drenagem (diques de contenção de sedimentos, leiras e <i>sumps</i>)		
	Geração de resíduos	Desmonte com uso de explosivos, armazenamento de explosivos		
		Obras civis-melhoria/manutenção de acesos		
		Operação do banheiro químico		
	Geração de efluentes líquidos	Sistema de Aspersão de água		
		Bombeamento de Água Subterrânea		
	Geração de efluentes líquidos oleosos	Operação da oficina móvel de manutenção, tanque de combustível		
Abastecimento de veículos e equipamentos				
Fechamento	Geração de sedimentos	Estabilização dos taludes da mina e das pilhas		
		Reabilitação topográfica e consolidação da drenagem		
	Geração de resíduos	Reabilitação topográfica e consolidação da drenagem		
		Revegetação		
	Geração de efluentes líquidos	Sistema de Aspersão de água		
	Geração de efluentes líquidos oleosos	Operação da oficina móvel de manutenção, tanque de combustível		
	Geração de áreas reabilitadas	Estabilização física, química e biológica de áreas		

* Já licenciado na LO 267/2002.

9.3.2.10 Alteração da Qualidade das Águas Subterrâneas

A alteração da qualidade das águas subterrâneas poderá ocorrer nas etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento.

Durante as etapas de implantação, operação e fechamento os aspectos ambientais que causam alteração da qualidade das águas subterrâneas são a geração de efluentes líquidos e geração de efluentes líquidos oleosos. Ambos contribuem de forma igualitária para a geração do impacto.

Na etapa de implantação, a geração de efluentes líquidos ocorrerá pelo sistema de aspersão d'água. A geração de efluentes líquidos oleosos decorrerá de operação da oficina móvel de manutenção e abastecimento de veículos e equipamentos. Ambos os aspectos apresentam contribuição alta ao impacto.

A geração de efluentes líquidos na etapa de operação será devido ao funcionamento de sistemas de drenagem e de aspersão de água. A geração de efluentes líquidos oleosos desta etapa decorrerá das mesmas tarefas presentes na fase de implantação do empreendimento. Esses aspectos apresentam contribuição alta à geração do impacto.

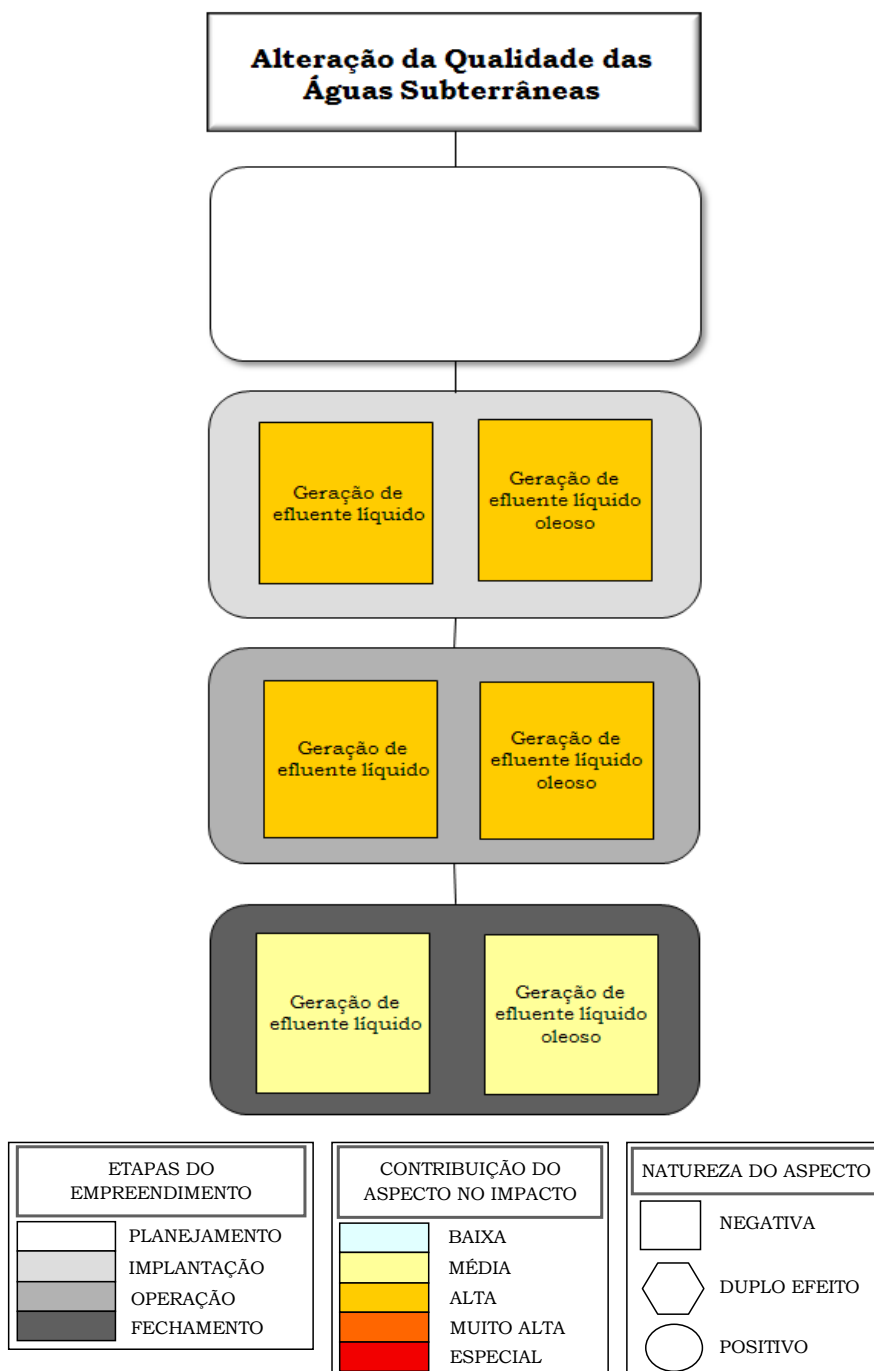
Na etapa de fechamento os aspectos correlacionam-se as tarefas de descomissionamento, demolição e estabilização física, química e biológica produzindo efluentes em instalações móveis.

É importante ressaltar que, em todas as etapas, as tarefas possuem controle intrínseco dos aspectos ambientais capazes de gerar este impacto.

Os efluentes da oficina que ainda estará em fase final de operação 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.

Para controle dos impactos relacionados à alteração da qualidade das águas subterrâneas são propostas ações de acompanhamento e verificação por meio do estabelecimento de um plano de Gestão de Recursos Hídricos, com um Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas.

A Figura 23 apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração na disponibilidade subterrânea (superficial e subterrânea) juntamente com a tabela de avaliação de impactos segundo as diferentes etapas do projeto. A Tabela 11 apresenta a identificação das fases, os aspectos, as tarefas geradoras dos aspectos ambientais, os controles intrínsecos e as ações ambientais recomendadas.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Crítérios	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza	-	Negativa	Negativa	Negativa
Reversibilidade	-	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	-	Local	Local	Local
Magnitude	-	Baixa	Baixa	Baixa
Prazo de Ocorrência	-	Médio a longo prazo	Médio a longo prazo	Médio a longo prazo
Duração	-	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	-	Direta	Direta	Direta
Importância	-	Baixa Importância	Baixa Importância	Baixa Importância

Figura 23: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração da qualidade da água subterrânea.

Tabela 11: Identificação das atividades geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração da qualidade da água subterrânea.

Etapa	Aspecto	Tarefa	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
Planejamento				
Implantação	Geração de efluentes líquidos	Sistema de aspersão d'água	SAO	Plano de Gestão de Recursos Hídricos
	Geração de efluentes líquidos oleosos	Operação da oficina móvel de manutenção, tanque de combustível		
Abastecimento de veículos e equipamentos				
Operação	Geração de efluentes líquidos	Sistema de Aspersão de água		
		Funcionamento de sistemas de drenagem		
	Geração de efluentes líquidos oleosos	Operação da oficina móvel de manutenção, tanque de combustível		
		Abastecimento de veículos e equipamentos		
Fechamento	Geração de efluentes líquidos	Sistema de Aspersão de água		
	Geração de efluentes líquidos oleosos	Operação da oficina móvel de manutenção, tanque de combustível		

* Já licenciado na LO 267/20002.

9.3.3 MEIO BIÓTICO

Os efeitos do empreendimento incidentes sobre o meio biótico foram resumidos em seis impactos: perda de habitat, alteração da paisagem, fragmentação de ecossistemas, perda de indivíduos da biota, afugentamento da fauna e alteração das comunidades da biota. Eles são descritos e avaliados, considerando-se os aspectos geradores destes impactos, nas diversas etapas do empreendimento. Também são apresentadas as recomendações para as ações ambientais no âmbito do empreendimento.

9.3.3.1 Perda de Habitat

A perda de habitat é uma importante causa de extinção e/ou da ameaça à extinção das espécies da biota, sendo assim, este impacto foi considerado negativo e de alta importância.

De forma estrita, habitat é onde um organismo vive, podendo ser, por exemplo, um lago, um tronco de árvore (para plantas epífitas) ou uma comunidade vegetal. Com a diminuição ou perda de habitats, indivíduos de fauna se deslocam num processo de afugentamento (veja este impacto a seguir) e indivíduos da flora são geralmente perdidos pela supressão (veja este impacto a seguir), embora as espécies possam estar presentes na paisagem como um todo. A perda de habitat é caracterizada não só pela remoção ou supressão direta do mesmo, mas pela perda de condições bióticas e/ou abióticas que não mais permitam a possibilidade de vida de um organismo.

Sendo assim, para este impacto não existem medidas mitigadoras expressivas, dado que a interferência sobre a área diretamente afetada é inequívoca, sendo então, previstos não apenas programas, mas também ações de compensação que visem proteger uma área representativa daquela que será interferida.

Neste tópico é discutida a perda de habitat direta. As consequências nas populações do entorno estão relacionadas no impacto específico. Os aspectos, bem como sua forma de contribuição, para a geração deste impacto encontram-se discutidos na seqüência.

Como é demonstrada na apresentação gráfica deste impacto, na etapa de planejamento, a perda de habitat se dá a partir da geração de áreas com vegetação suprimida, geração de áreas com solo removido e geração de vias de acesso a partir da implantação das praças de pesquisa, serviços de topografia e de diagnóstico da área. Tratam-se de aspectos que incidem pontualmente em determinados locais e são de pequena abrangência.

Com a etapa de efetiva implantação do projeto, o desenvolvimento de algumas tarefas ocasiona a geração de aspectos que produzem impacto efetivo em termos da perda de habitat. É importante salientar que, para fins de avaliação de impactos, a perda de habitat relacionada à instalação da cava, encontra-se presente apenas na fase de implantação do empreendimento (onde há retirada da cobertura vegetal, retirada do solo superficial e abertura da cava em si), embora a ampliação da cava perdure pela fase de operação do empreendimento. Tal critério faz com que a avaliação em termos de perda de habitat para este aspecto (geração de áreas lavradas) seja considerada de forma exclusiva na etapa de implantação do empreendimento.

Para este empreendimento, está prevista a supressão de 110 ha de Savana Estépica e 18 ha de floresta ombrófila de transição. Entretanto, é importante destacar que a perda desta área constituirá num impacto a ser consolidado na etapa de implantação do empreendimento, permanecendo, no entanto, durante toda a sua vida útil. Assim, pode-se considerar que os aspectos identificados na Figura 24 relacionados ao impacto representado pela perda de habitat, possuem o significado a ser considerado no texto que se segue. É importante destacar que a Vale já teve autorizada a supressão 60,42 hectares desta área, restando a obtenção deste remanescente para a implantação do Projeto Mina N5 Sul.

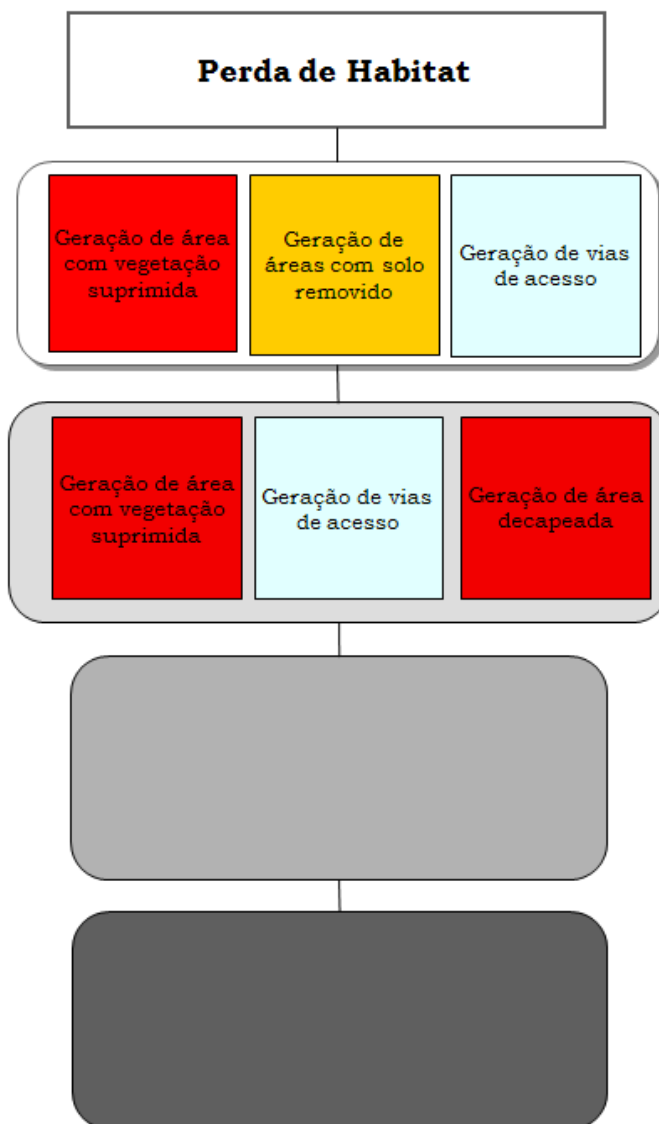
Na etapa de implantação a geração de área com vegetação suprimida ocasionará em perda de habitat, pela perda direta de indivíduos da vegetação, para a fauna terrestre, que utiliza a vegetação como abrigo, poleiro e alimento, ou seja, área de vida; bem como para a biota aquática. Este aspecto é o de maior relevância (especial) para a geração deste impacto.

A remoção da vegetação e das camadas superficiais do solo implica na perda do hábitat da maioria das espécies da herpetofauna identificada no diagnóstico, da fauna edáfica em geral e de diversos grupos da fauna fossorial. Para animais com grandes áreas de vida, como grandes mamíferos, ou com grande capacidade de deslocamento (como aves) os impactos serão potencialmente menores.

Outros aspectos de menor importância frente ao impacto analisado é a geração de áreas de infraestrutura, a geração de vias de acesso e a geração de área lavrada. Estes aspectos ocasionarão em perda de habitat, pois, mesmo com a retirada da cobertura vegetal, algumas espécies da fauna, poderiam ainda se adaptar a esta “nova paisagem”, porém a consolidação de uma área operacional com o solo impermeabilizado e com diferente uso do solo torna-se um aspecto que potencializa e, em muitos casos, é responsável pela completa descaracterização e perda do ambiente natural.

Na Figura 24, são apresentados os diagramas que relacionam os aspectos geradores da perda de habitat às fases do empreendimento, bem como a tabela onde se avalia o impacto segundo cada etapa do projeto. Na Tabela 12 estão relacionadas as ações ambientais a serem adotadas para cada fase do projeto, bem como as tarefas e os aspectos que destas resultam.

Como se observa na avaliação apresentada na Figura 24, o impacto ambiental relativo à perda de habitat foi considerado como de alta importância, dada à qualidade dos espaços a serem suprimidos, bem como a sua interação com a matriz ambiental na qual se aloja.



Etapas do Empreendimento		Contribuição do Aspecto no Impacto		Natureza do	
	PLANEJAMENTO		BAIXA		NEGATIVA
	IMPLANTAÇÃO		MÉDIA		DUPLO EFEITO
	OPERAÇÃO		ALTA		POSITIVO
	FECHAMENTO		MUITO ALTA		
			ESPECIAL		

CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Crítérios	Planejamento	Instalação	Operação	Fechamento
Natureza	Negativa	Negativa	-	-
Reversibilidade	Reversível	Irreversível	-	-
Abrangência	Pontual	Local	-	-
Magnitude	Baixa	Alta	-	-
Prazo para Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	-	-
Duração	Temporário	Permanente	-	-
Incidência	Direta	Direta	-	-
Importância	Baixa importância	Alta importância	-	-

Figura 24: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da perda de habitat.

Tabela 12: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a perda de habitat

Etapa	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS
Planejamento	Geração de áreas com vegetação suprimida	Sondagem geológicas e geotécnicas (campanhas de sondagem e análise geotécnicas)		Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
	Geração de áreas com solo removido			
	Geração de vias de acesso			
Implantação	Geração de áreas com vegetação suprimida	Retirada da cobertura vegetal	Sistema de Drenagem	Programa de Supressão de Vegetação Plano de Conservação da Biodiversidade
	Geração de área decapeada	Decapeamento da Mina		
	Geração de vias de acesso	Abertura de acessos		
Fechamento	Geração de áreas reabilitadas	Estabilização física, química e biológica de áreas		

9.3.3.2 Alteração da Paisagem

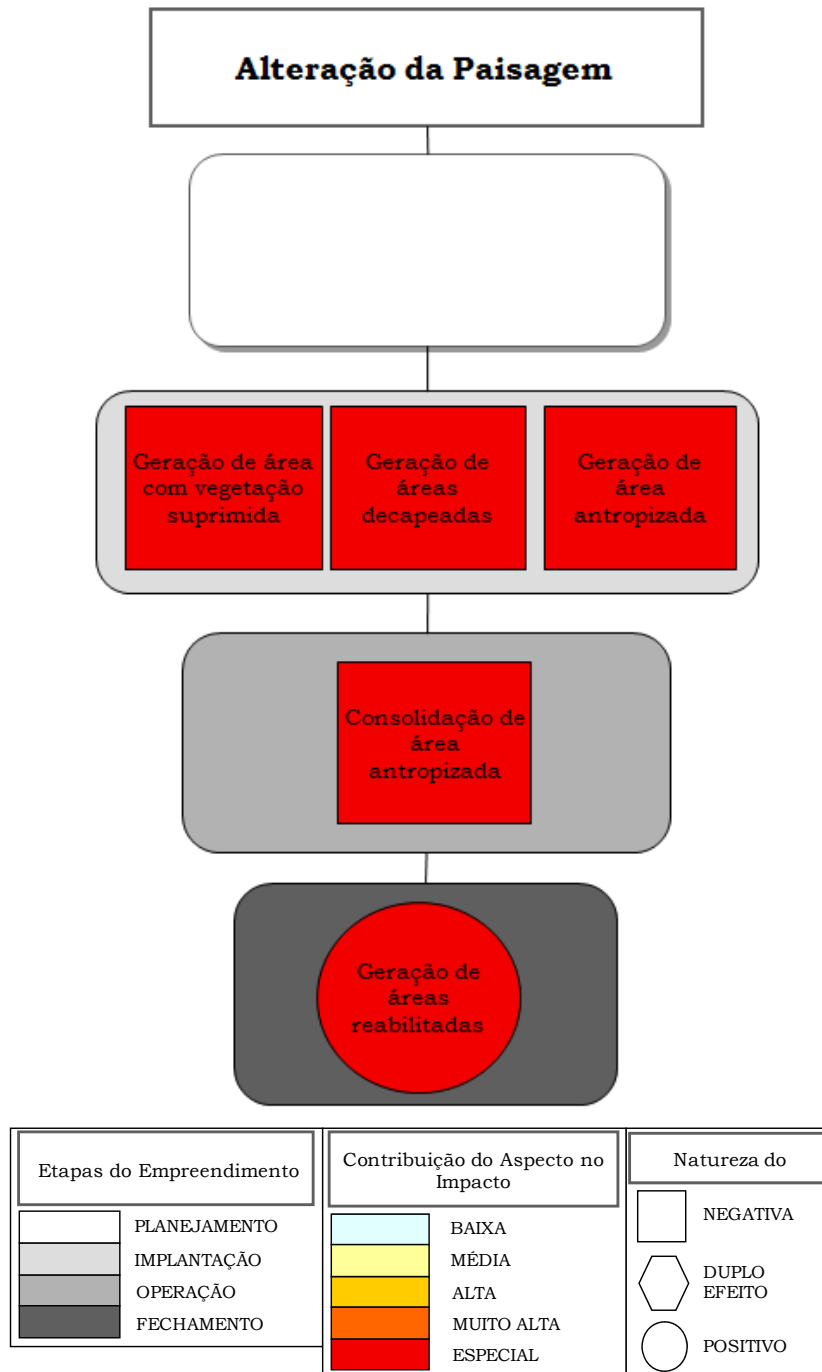
A alteração da paisagem constitui um impacto de natureza múltipla, advindo de alterações na dinâmica dos atributos do meio físico, como o escoamento das águas superficiais, a estabilidade de terrenos, a taxa de água de infiltração, entre outros que foram tratados na discussão referente a este meio. No contexto biótico, a alteração da paisagem pode ser considerada um impacto que deriva, inicialmente da remoção da cobertura vegetal, cujos efeitos podem somar-se a outros impactos sobre as comunidades da biota.

A paisagem de inserção do empreendimento é marcada pela presença de mais de aproximadamente 1 milhão de hectares de floresta ombrófila, praticamente contínua (interrompida parcialmente pelo rio Itacaiúnas) e pela presença da Savana Estépica sobre um substrato predominantemente hematítico denominado “canga”. Com exceção dos trechos situados dentro das Áreas Protegidas da região (o Mosaico de Carajás), a paisagem regional foi muito fragmentada, devido ao processo de ocupação antrópica principalmente pela atividade madeireira e pecuária

Neste contexto fisionômico já está consolidada na paisagem local, há mais de 20 anos, um cenário tipicamente industrial, devido à presença da mineração, composto por áreas lavradas e prédios industriais. O Projeto de N5 Sul é imediatamente vizinho à atual cava de N5 e trata-se de uma expansão da mesma, sem grandes alterações em termos de paisagem já industrializada. Assim, na etapa de implantação os aspectos negativos que potencializam o impacto alteração da paisagem são a geração de áreas com vegetação suprimida, de solo removido e de áreas antropizadas, que serão consolidados na operação.

Por fim, com as ações de fechamento do projeto, ocorrerá a geração de paisagem recuperada, traduzida pela gradual substituição da paisagem industrial por uma mais atrativa do ponto de vista cênico e, seguramente com atributos biológicos mais significativos em relação à anterior.

Na Figura 25 são apresentados os diagramas que relacionam os aspectos geradores da alteração da paisagem às fases do empreendimento, evidenciando a baixa a média importância do mesmo tanto na etapa de implantação, como na etapa de fechamento, onde as condições de reestabelecimento do meio são buscadas, ampliando a qualidade ambiental de maneira expressiva no sítio antes degradado. Na Tabela 13 estão relacionadas as ações ambientais a serem adotadas segundo as fases do projeto, bem como as tarefas e os aspectos que destas resultam.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Critérios	Planejamento	Instalação	Operação	Fechamento
Natureza	-	Negativa	Negativa	Positiva
Reversibilidade	-	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	-	Local	Local	Local
Magnitude	-	Média	Média	Média
Prazo para Ocorrência	-	Curto prazo	Médio a longo prazo	Médio a longo prazo
Duração	-	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	-	Direta	Direta	Direta
Importância	-	Média importância	Média importância	Média importância

Figura 25: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração da paisagem.

Tabela 13: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração da paisagem.

FASE	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS
Implantação	Geração de áreas com vegetação suprimida	Retirada da cobertura vegetal	Sistema de Drenagem Sistema de Contenção de Sedimentos	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
	Geração de áreas decapeadas	Remoção e estocagem de solo orgânico		Plano de Conservação da Biodiversidade
		Decapeamento da mina		
	Abertura de vias de acesso, Terraplanagem	Plano de Fechamento		
Geração de área antropizada	Implantação das instalações industriais			
Operação	Consolidação de área antropizada	Operação das instalações industriais (lavra, beneficiamento, transporte, atividades de apoio)		
Fechamento	Geração de áreas reabilitadas	Estabilização física, química e biológica de áreas		

9.3.3.3 Fragmentação de Ecossistemas

A fragmentação de ecossistemas é tratada separadamente à perda de habitat, embora vários impactos ao meio biótico sejam extremamente integrados. Neste caso específico, revisões na literatura mostram que as consequências de um e outro são distintas, assim, a fragmentação de habitat é relacionada não só à perda de um habitat em si, mas à perda da conectividade entre habitats remanescentes e à perda da qualidade de um habitat. Uma consequência imediata da fragmentação em ecossistemas florestais é o efeito de borda em áreas florestais, que pode acarretar alterações a médio e longo prazo nas comunidades do entorno (ver impactos de alteração da biota).

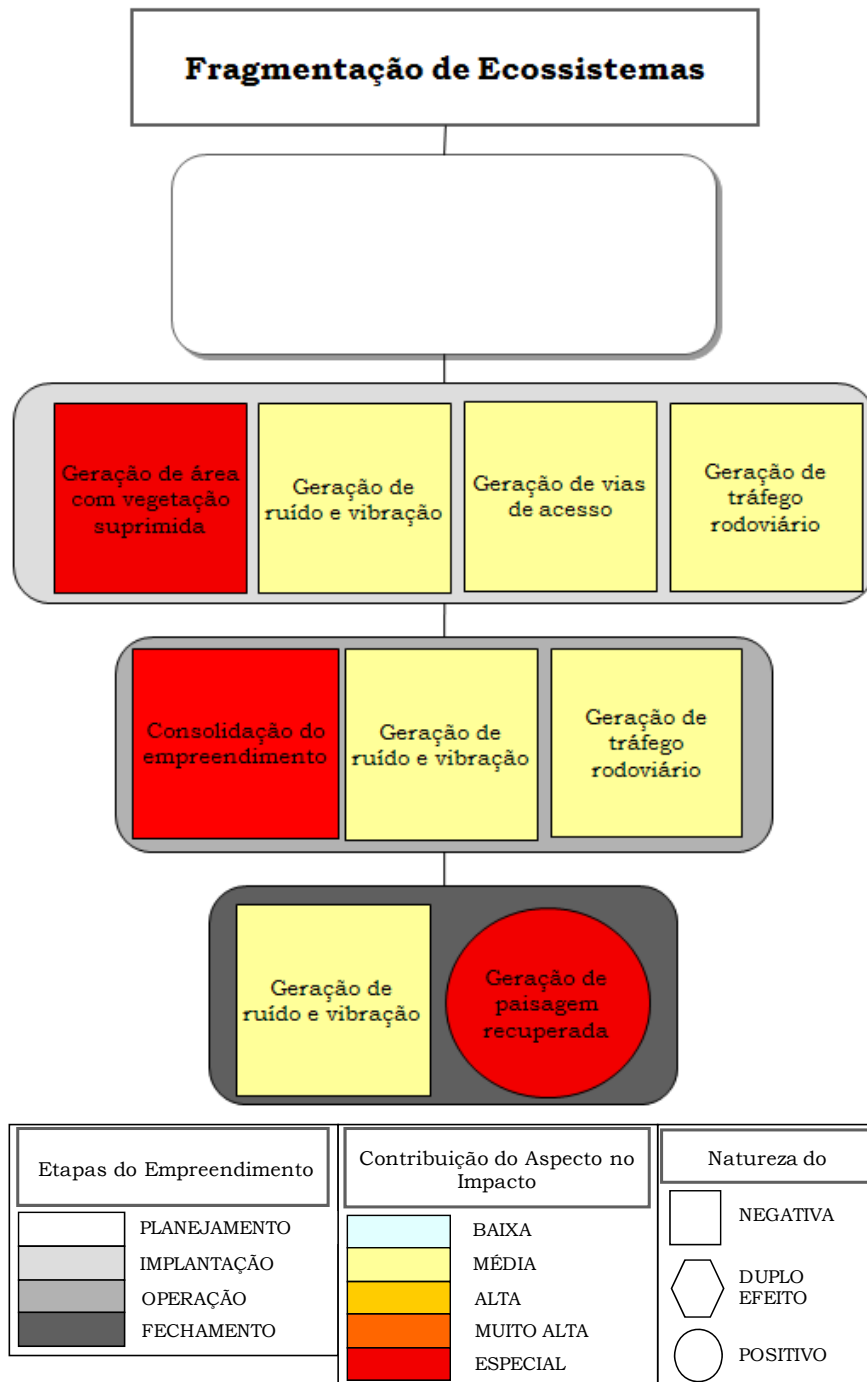
Do ponto de vista da Savana Estépica o limite norte da área já é antropizada pela mineração que deve se estender para sul, englobando a área de N5 Sul. Ou seja, do ponto de vista estrito não ocorre fragmentação, mas sim a eliminação desta área de N5 Sul. Por outro lado, a Savana Estépica é considerada uma borda natural da floresta ombrófila que a rodeia em Carajás e os processos ecológicos nesta borda da floresta, vizinha ao corpo de N5 Sul, provavelmente já se estabilizaram há muito tempo.

Embora a área a ser suprimida seja relativamente pequena, o que deve ser considerado é que muitos grupos faunísticos estudados transitam tanto pela Floresta como pela Savana Estépica e nesse sentido a eliminação da Savana de N5 Sul leva a uma fragmentação da paisagem no sentido leste-oeste. Assim, o mais importante aspecto gerador do impacto representado pela fragmentação da paisagem, deve ocorrer na etapa de implantação do Projeto Mina N5 Sul. Sua manifestação estará atrelada, prioritariamente, à geração de área com vegetação suprimida, sendo a retirada da cobertura vegetal o primeiro fator causador direto da perda de conectividade.

Outro aspecto importante, este de manifestação tanto na etapa de implantação como de operação é a geração de ruído e vibração. Apesar de não se conhecer adequadamente sua influência no comportamento da fauna, este seguramente, amplia o perímetro que deixa de fazer parte do seu habitat, podendo inclusive gerar o efeito de borda. De maneira menos vigorosa, porém necessária para o desenvolvimento das atividades de mineração, a geração de vias de acesso, também diminui a conectividade entre ambientes. No caso em questão, trata-se de uma interferência limitada, dado que grande parte dos acessos a serem utilizados já foram instalados pela mineração adjacente.

Como fato que caracteriza a plenitude da fragmentação tem-se a consolidação do empreendimento. Esta representa também a composição do cenário de efetiva dinâmica do Projeto Mina de N5, consolidando a plena formação da ADA e do efetivo estabelecimento de uma faixa ao longo desta onde as condições ambientais serão também alteradas, ampliando as dimensões ou efeito da fragmentação.

Conquanto, na etapa de fechamento, a geração de paisagem recuperada compõe um aspecto positivo no que diz respeito à fragmentação, dado que este se traduz na tentativa de integrar a área interferida ao contexto ambiental vigente no entorno e caracterizado na fase precedente ao desenvolvimento do projeto. Na seqüência apresenta-se a Figura 26 com os aspectos geradores da fragmentação de ecossistemas em relação às diferentes etapas do projeto, acompanhado da tabela de análise do impacto. A Tabela 14 relaciona as ações ambientais às fases do empreendimento, bem como aos aspectos geradores e às tarefas.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO				
Crítérios	Planejamento	Instalação	Operação	Fechamento
Natureza	-	Negativa	Negativa	Positiva
Reversibilidade	-	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	-	Local	Local	Local
Magnitude	-	Média	Média	Média
Prazo para Ocorrência	-	Curto prazo	Médio a longo prazo	Médio a longo prazo
Duração	-	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	-	Direta	Direta	Direta
Importância	-	Média importância	Média importância	Média importância

Figura 26: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da fragmentação dos ecossistemas

Tabela 14: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a fragmentação dos ecossistemas

FASE	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS	
Implantação	Geração de áreas com vegetação suprimida	Retirada da cobertura vegetal	Sistema de Drenagem Sistema de Contenção de Sedimentos	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas Plano de Conservação da Biodiversidade	
	Geração de ruído e vibração	Transporte de equipamentos, insumos e pessoal			Operação das vias de acesso
		Desmonte mecânico e com uso de explosivos			
		Abertura de acessos			
		Ampliação da Linha de Distribuição			
		Terraplenagem (corte e aterro)			
		Decapeamento Mecânico e com uso de Explosivos			
		Desmatamento			
		Remoção e Estocagem de Solo Orgânico			
		Operação de veículos, máquinas e equipamentos			
		Obras Civas (construção do sistema de drenagem e contenção de sedimentos)			
Carregamento e transporte de minério e estéril					
Disposição de minério em pilha temporária					
Geração de tráfego rodoviário	Operação das vias de acesso				
Geração de vias de acesso	Abertura de acesso				
Operação	Consolidação do empreendimento	Operação das instalações industriais (lavra, beneficiamento, transporte, atividades de apoio)			
	Geração de ruído e vibração	Transporte de equipamentos, insumos e pessoal			
		Desmonte mecânico e com uso de explosivos			
		Operação de veículos, máquinas e equipamentos			
		Britagem do minério			

FASE	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS
		na BSM3		
		Carregamento e transporte de minério e do estéril		
		Disposição de minério em pilha temporária ao lado da BSM3		
		Bombeamento de Água Subterrânea		
	Geração de tráfego rodoviário	Operação das vias de acesso		
Fechamento	Geração da paisagem recuperada	Estabilização física, química e biológica de áreas		
	Geração de ruído e vibração	Estabilização dos Taludes		
		Operação de veículos, máquinas e equipamentos		
		Desmobilização de equipamentos		
		Disposição dos resíduos da desmobilização		

9.3.3.4 Perda de Indivíduos da Biota

A perda de indivíduos pode ocorrer por consequência direta ou indireta nas diferentes fases do empreendimento. A primeira interferência que se traduz na perda da biota é relacionada à etapa de pesquisa mineral. Nesta, são removidas a vegetação das praças de sondagens e, em menor escala dos acessos para o estabelecimento destas. Nas áreas de sondagens soma-se à perda da fauna associada ao solo. No entanto, trata-se de uma etapa do projeto em que a interferência é muito pontual e já foi realizada.

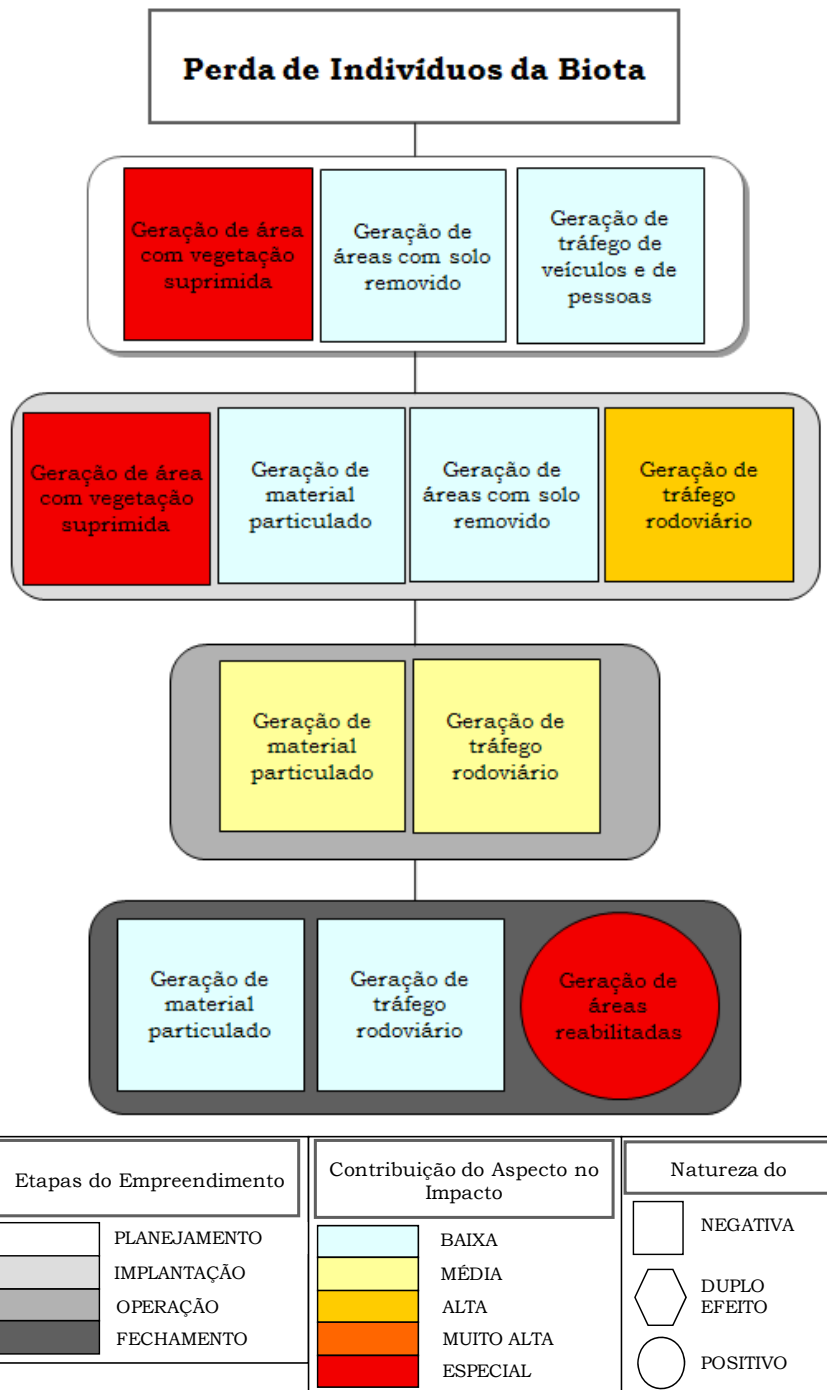
Já na etapa de implantação do projeto, a necessária modificação do contexto atual da área de sua inserção compõe um cenário onde a perda de indivíduos pode se dar de várias maneiras. A principal delas, sem dúvida, corresponde ao momento de realização da supressão vegetal. Nesta etapa, é prevista a perda da biota relacionada à vegetação a ser suprimida e embora animais com maior capacidade de deslocamento possam dispersar para o entorno, parte da fauna associada, principalmente de menor capacidade de locomoção pode ser perdida. Ainda nesta etapa, ocorre também a remoção da cobertura pedológica, local de abrigo da fauna edáfica e da fauna de hábito críptico ou fossorial. Por exemplo, para a mimercofauna, na maioria dos casos, a derrubada da vegetação e a remoção do solo superficial deverá resultar na morte das colônias de maneira geral. Além disso, eventualmente pode ocorrer o atropelamento de animais vertebrados.

Por fim, na implantação, é evidente a geração de material particulado que, de maneira indireta acaba por influenciar, a partir da deposição sobre as folhas, no processo reprodutivo de algumas espécies vegetais. Neste sentido, algumas normalmente tendem a desaparecer, abrindo possibilidade de formação de uma orla de vegetação com reduzida diversidade, quando comparado com o ambiente original. É importante destacar que a este processo podem estar associados outros processos como a redução de polinizadores, ou a criação de condições de favorecimento à reprodução de outras espécies vegetais.

Outro aspecto a considerar é a supressão do lago para abertura de frente de lavra e que irá acarretar a perda da biota aquática pela total perda de habitat. Além disso, mesmo para as drenagens da área adjacente são possíveis os impactos devido a geração de sedimentos, efluentes líquidos, material particulado, que podem alterar a qualidade da água, desde a implantação até o fechamento. Tais aspectos também podem ser responsáveis pelas perdas de indivíduos da biota aquática, desde o fitoplâncton (dependente de luminosidade que pode ser comprometida pela deposição do material particulado), até a ictiofauna, em decorrência da cadeia alimentar associada.

Conforme salientado anteriormente, na etapa de implantação, as pressões ambientais associadas à perda da biota mostram-se mais intensas. É neste momento que se desenvolvem as mais intensas transformações no espaço. Ademais, na etapa de operação, grande parte do recurso biológico, pelo menos da ADA já foram eliminados ou resgatados.

Parte dos aspectos assinalados para a etapa de implantação terão continuidade na etapa de operação e fechamento, no entanto com intensidade menos expressiva, conforme se observa na apresentação gráfica. O diagrama representado na Figura 27 mostra os aspectos geradores da perda de indivíduos da biota às fases do empreendimento, enquanto a tabela apresenta a avaliação do impacto conforme as diferentes etapas do empreendimento de análise do impacto. A Tabela 15 relaciona as ações ambientais às fases do empreendimento, bem como aos aspectos geradores e às tarefas que estes derivam.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DO IMPACTO POR FASE DO EMPREENDIMENTO				
Critérios	Planejamento	Instalação	Operação	Fechamento
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa
Reversibilidade	Reversível	Irreversível	Irreversível	Irreversível
Abrangência	Pontual	Local	Local	Local
Magnitude	Baixa	Alta	Baixa	Baixa
Prazo para Ocorrência	Curto prazo	Curto prazo	Curto prazo	Curto prazo
Duração	Temporário	Permanente	Permanente	Permanente
Incidência	Direta	Direta	Direta	Direta
Importância	Baixa importância	Alta importância	Baixa importância	Baixa importância

Figura 27: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da perda da biota

Tabela 15: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a perda da biota

FASE	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS
Planejamento	Geração de áreas com vegetação suprimida	Sondagem geológicas e geotécnicas (campanhas de sondagem e análise geotécnicas)	Sistema de Drenagem Sistema de Contenção de Sedimentos	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas Programa de Supressão de Vegetação
	Geração de áreas com solo removido			
	Geração de tráfego de veículos e de pessoas			
Implantação	Geração de áreas com vegetação suprimida	Retirada da cobertura vegetal		
	Geração de material particulado	Terraplanagem (corte e aterro)		
		Execução de Obras Civas (construção do sistema de drenagem e contenção de sedimentos)		
		Decapeamento mecânico e com Uso de Explosivos		
		Remoção e estocagem de solo orgânico		
		Transporte de equipamentos, insumos e pessoal		
		Abertura/manutenção de acessos		
		Ampliação da Linha de Distribuição		
		Desmonte Mecânico e com Uso de Explosivos		
		Disposição de minério em pilha temporária		
		Carregamento e transporte de minério e estéril		
Transito de veículos, máquinas e equipamentos em vias não pavimentadas				

FASE	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS
	Geração de áreas com solo removido	Remoção e estocagem de solo orgânico		
		Decapeamento da mina		
		Abertura de vias de acesso, operações de corte e aterro, terraplanagem		
	Geração de tráfego rodoviário	Operação das vias de acesso		
Operação	Geração de material particulado	Desmonte Mecânico da Mina e com Uso de Explosivos		
		Britagem do minério na BSM3		
		Carregamento e Transporte de Estéril e Minério		
		Disposição de minério em pilha temporária		
		Transito de veículos, máquinas e equipamentos em vias não pavimentadas		
		Estabilização de Taludes		
		Abertura e Manutenção de Acessos		
	Geração de tráfego rodoviário	Operação das vias de acesso		
Fechamento	Geração de material particulado	Estabilização dos Taludes		
		Desmobilização de equipamentos		
		Transito de veículos, máquinas e equipamentos em vias não pavimentadas		
		Disposição dos Resíduos da Desmobilização		
	Geração de tráfego rodoviário	Operação das vias de acesso		
	Geração de	Estabilização física,		

FASE	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS
	áreas reabilitadas	química e biológica de áreas interferidas		

9.3.3.5 Afugentamento de Fauna

Para a fauna aquática não há previsão de afugentamento, já que a lagoa de N5 Sul encontra-se inserida na ADA. Entretanto é comum o afugentamento dos indivíduos da fauna terrestre, já que, devido às perturbações, a biota procura se abrigar em áreas com condições mais próximas do natural, minimizando assim, as consequências negativas que estas perturbações podem ocasionar a indivíduos, populações e até comunidades. Em muitos casos, entretanto, é certo que há uma acomodação da fauna às perturbações, e que muitas vezes estes voltam a colonizar as áreas, mesmo com perturbações ainda ocorrendo. De fato, pouco se sabe sobre os efeitos reais destas perturbações e ainda, da plasticidade da fauna, sendo, portanto, difícil a tarefa de encontrar ações de controle e/ou mitigação realmente efetivas.

Os dados obtidos para a fauna considerando a proximidade do Corpo de N5 Sul ao Complexo Minerador de Carajás mostram grande similaridade àqueles obtidos para ambientes mais distantes das áreas operacionais como a serra do Tarzan e o Corpo S11D.

A dispersão forçada da fauna está associada a três atividades: a remoção da cobertura vegetal, que gera perda de habitat, o trânsito de máquinas e pessoas e o aumento dos níveis de ruídos locais. Ou seja, este impacto é muito associado aos impactos de perda de habitat e de fragmentação.

Na etapa de planejamento a atividade da pesquisa mineral pode gerar aspectos como geração de ruídos, tráfego de veículos e pessoas e a remoção da vegetação. Estes aspectos são de abrangência pontual, com pouco peso no afugentamento e a acomodação e o retorno às condições originais tende a ocorrer rapidamente.

A partir da implantação do empreendimento, estes três aspectos passam a ter uma importância muito maior na composição do impacto, principalmente a geração de área com vegetação suprimida, responsável direta pela perda de habitats e indivíduos (como já discutido), mas também pelo afugentamento. Muitas espécies ocupam indistintamente a Floresta e a Savana e então, na etapa de implantação a dispersão destes animais para o entorno da ADA/AID é facilitada. Entretanto pela configuração espacial do Corpo de N5 as espécies que ocorrem preferencialmente na Savana só podem dispersar para o sul da ADA, em direção ao Morro 1 e Morro 2. Ainda assim, algumas espécies são de difícil locomoção ou dispersão.

Por exemplo, para a mimerozoofauna, eventualmente algumas colônias podem migrar para as áreas adjacentes, entretanto considerando-se o baixo poder de dispersão das colônias e dado que boa parte da fauna de formigas associada à vegetação de Savana não habita os ambientes florestais adjacente, haverá a perda total das mesmas. Já a operação de máquinas e eventuais detonações, são importantes fontes geradoras de ruído e vibração, aumentando os níveis sonoros e também ocasionando em afugentamento de indivíduos da fauna, para áreas em que estes níveis estejam

próximos ao natural, uma vez que muitas das espécies registradas, sobretudo de aves e mamíferos, tendem a evitar áreas perturbadas.

Já para as aves, que tem um bom poder de dispersão, a retirada da vegetação tem como consequência o deslocamento das aves para outros locais. Entretanto alguns efeitos devem ser observados entre as espécies de aves mais sensíveis como grandes predadores e aves frugívoras de maior porte. Espécies destas guildas ecológicas serão afugentadas dos locais próximos de operações de maquinário pesado.

Da mesma forma que o ruído e vibração, a geração de tráfego rodoviário e a movimentação de pessoas se intensifica na implantação, criando uma zona de desconforto que os animais passam a evitar, também provocando seu afugentamento para zonas menos perturbadas. Estes aspectos continuam na fase de operação e fechamento, embora com menor peso na composição do impacto, conforme se observa na Figura 28.

Apesar da lagoa de N5 estar localizada na ADA, não deve ser descartado possível impacto nas drenagens da AID, devido à geração de sedimentos e a geração de efluentes líquidos, pela alteração da qualidade da água, desde a implantação até o fechamento. Tais aspectos também podem ser responsáveis pelo afugentamento.

A seguir apresenta-se a Figura 5 onde são relacionados os aspectos geradores deste impacto e as etapas do empreendimento em que ocorrem. A Tabela 16 relaciona as ações ambientais às fases do empreendimento, bem como aos aspectos geradores e às tarefas.

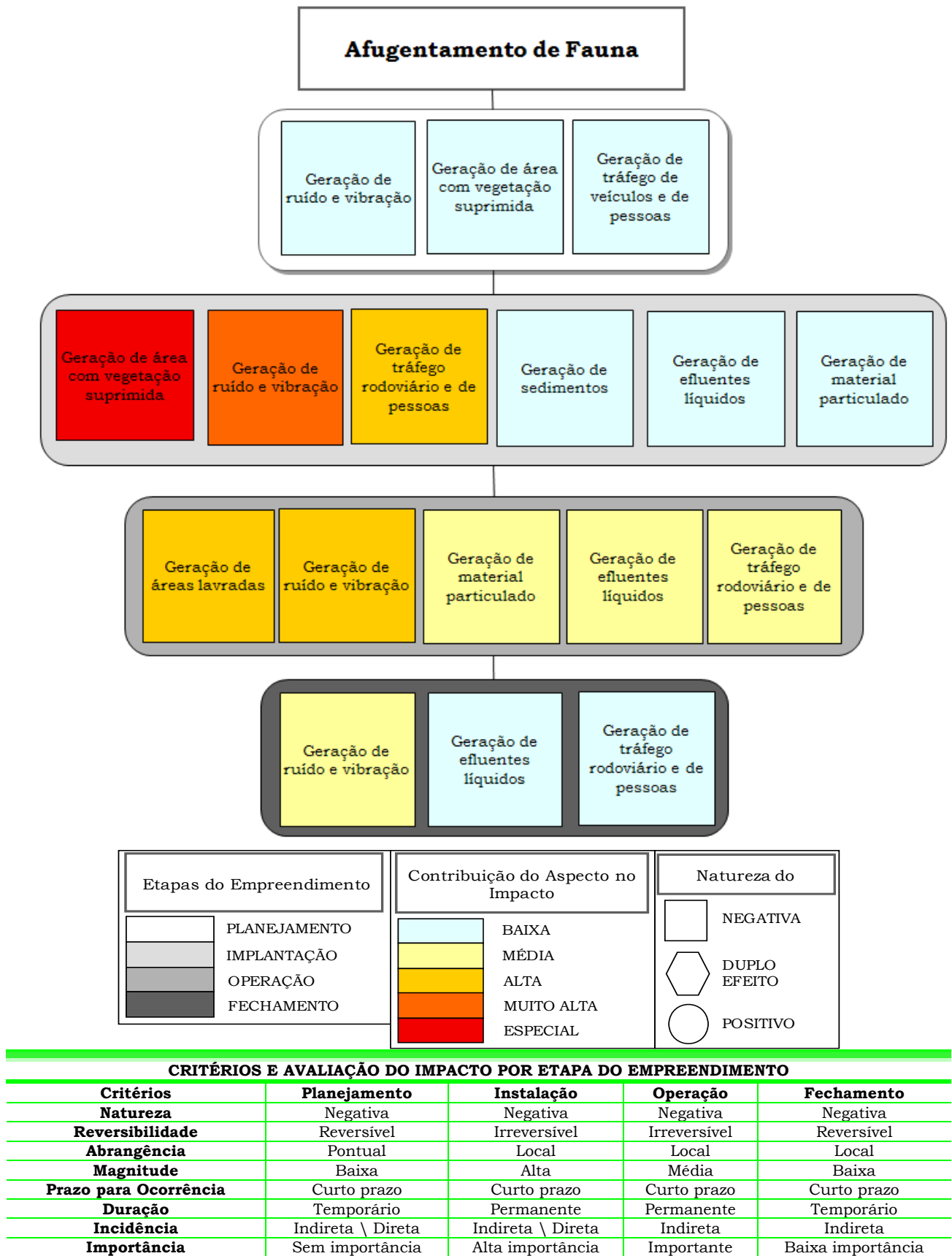


Figura 28: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental do afugentamento da fauna.

Tabela 16: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam o afugentamento da fauna.

FASE	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS
Planejamento	Geração de áreas com vegetação suprimida	Sondagem geológicas e geotécnicas (campanhas de sondagem e análise geotécnicas)	Sistema de Drenagem Sistema de Contenção de Sedimentos	Plano de Conservação da Biodiversidade Plano de Recuperação de Áreas Degradadas Programa de Supressão de Vegetação
	Geração de ruído e vibração	Sondagem geológica e geotécnica (campanhas de sondagem e análises geotécnicas)		
	Geração de tráfego de veículos e de pessoas	Construção/melhoria de acessos e estradas internas		
Implantação	Geração de áreas com vegetação suprimida	Retirada de cobertura vegetal		
		Transporte de equipamentos, insumos e pessoal		
	Geração de ruído e vibração	Desmonte mecânico e com uso de explosivos		
		Abertura de acessos		
		Ampliação da Linha de Distribuição		
		Terraplenagem (corte e aterro)		
		Decapeamento Mecânico e com uso de Explosivos		
		Desmatamento		
		Remoção e Estocagem de Solo Orgânico		
		Operação de veículos, máquinas e equipamentos		
		Obras Civas (construção do sistema de drenagem e contenção de sedimentos)		
		Carregamento e transporte de minério e estéril		
Disposição de minério em pilha temporária				
Geração de tráfego rodoviário	Operação das vias de acessos			

FASE	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS
	e de pessoas			
	Geração de sedimentos	Operação de veículos, máquinas e equipamentos		
		Terraplanagem (corte e aterro)		
		Decapeamento mecânico e com uso de explosivos		
		Construção de Sistema de drenagem		
		Construção de sistema de contenção de sedimentos		
	Geração de efluentes líquidos	Sistema de aspersão de água		
		Funcionamento do sistema de drenagem		
		Operação da oficina móvel de manutenção, caminhão de lubrificação e abastecimento, caminhão oficina, tanque de armazenamento de combustível		
	Geração de material particulado	Terraplanagem (corte e aterro)		
		Execução de Obras Civas (construção do sistema de drenagem e contenção de sedimentos)		
		Decapeamento mecânico e com Uso de Explosivos		
		Remoção e estocagem de solo orgânico		
		Transporte de equipamentos, insumos e pessoal		
		Abertura/manutenção de acessos		
		Ampliação da Linha de Distribuição		
		Desmonte Mecânico e com Uso de Explosivos		
		Disposição de minério		

FASE	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS
Operação		em pilha temporária		
		Carregamento e transporte de minério e estéril		
		Transito de veículos, máquinas e equipamentos em vias não pavimentadas		
	Geração de áreas lavradas	Formação da cava		
		Carregamento e transporte de estéril e minério na área da mina		
	Geração de ruído e vibração	Transporte de equipamentos, insumos e pessoal		
		Desmonte mecânico e com uso de explosivos		
		Operação de veículos, máquinas e equipamentos		
		Britagem do minério na BSM3		
		Carregamento e transporte de minério e do estéril		
		Disposição de minério em pilha temporária ao lado da BSM3		
		Bombeamento de Água Subterrânea		
	Geração de material particulado	Desmonte Mecânico da Mina e com Uso de Explosivos		
		Britagem do minério na BSM3		
		Carregamento e Transporte de Estéril e Minério		
		Disposição de minério em pilha temporária		
		Transito de veículos, máquinas e equipamentos em vias não pavimentadas		
		Estabilização de Taludes		
		Abertura e Manutenção de Acessos		

FASE	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS
	Geração de efluentes líquidos	Sistema de Aspersão de água		
		Bombeamento de Água Subterrânea		
		Operação da oficina móvel de manutenção, tanque de combustível		
		Abastecimento de veículos e equipamentos		
	Geração de tráfego rodoviário e de pessoas	Operação das vias de acesso		
Fechamento	Geração de ruído e vibração	Estabilização dos Taludes		
		Operação de veículos, máquinas e equipamentos		
		Desmobilização de equipamentos		
		Disposição dos resíduos da desmobilização		
	Geração de efluentes líquidos	Sistema de Aspersão de água		
		Operação da oficina móvel de manutenção, tanque de combustível		
	Geração de tráfego rodoviário e de pessoas	Operação das vias de acesso		

9.3.3.6 Alteração das Comunidades da Biota

Este impacto ocorre principalmente como decorrência de todos os demais impactos do meio biótico, porém há aspectos que são causadores diretos deste impacto.

A geração de área com vegetação suprimida, por exemplo, é o principal aspecto da perda de habitat e da fragmentação e um aspecto também relevante para o afugentamento de fauna, porém, reduz a área de vida provocando aumento da competição por nichos nas áreas remanescentes e alteração das relações inter e intra-específicas (predação, competição, taxas de reprodução). Para a fauna e flora terrestre, dependendo do tamanho das populações remanescentes a fragmentação pode levar a uma diminuição da variabilidade genética, embora isto não seja provável na área de N5 Sul, dada a grande extensão dos ambientes naturais existentes na região.

As relações inter e intra-específicas são processos naturais dos ecossistemas e tendem a estabilizar o número de indivíduos da população (através da mortalidade e nascimentos), dependendo da capacidade suporte do ambiente e dependendo também das relações sociais que se estabelecem entre as populações postas em contato.

A geração de ruído e vibração, principalmente na implantação e operação, além do efeito indireto, provocado pelo afugentamento da fauna, podem também comprometer a eficiência dos sistemas de comunicação acústica, fundamentais para a integração social, delimitação de territórios e reprodução de inúmeras espécies de aves, anfíbios e mamíferos, conseqüentemente provocando alterações nas populações.

Em função da fisionomia florestal circundante à área do empreendimento a emissão de material particulado assume um peso neste impacto, pois pode causar alterações na fotossíntese, na biomassa e na reprodução de algumas espécies. Este aspecto é mais significativo na fase de operação. Outros aspectos de menor importância são: a geração de sedimentos, a geração de efluentes líquidos, pela alteração da qualidade da água, desde a implantação até o fechamento.

A seguir, apresenta-se a Figura 29 que relaciona os aspectos geradores da alteração das comunidades da biota às fases do empreendimento, bem como a análise do impacto.

A Tabela 17 relaciona as ações ambientais às fases do empreendimento, bem como aos aspectos geradores e às tarefas.

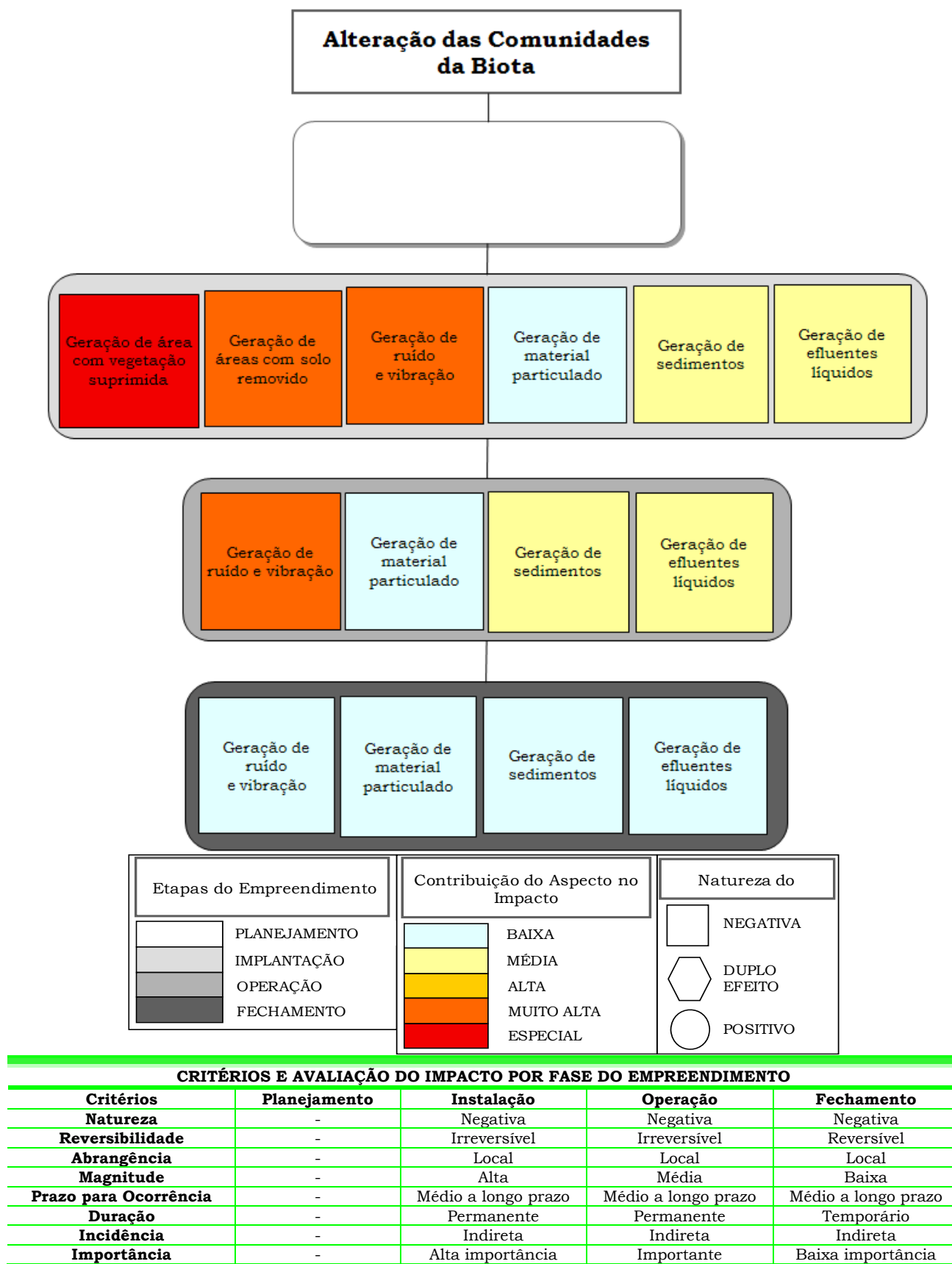


Figura 29: Fluxograma de avaliação do impacto ambiental da alteração das comunidades da biota.

Tabela 17: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração nas comunidades da biota.

FASE	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS	
Implantação	Geração de áreas com vegetação suprimida	Retirada da cobertura vegetal			
	Geração de áreas com solo removido	Remoção e estocagem de solo orgânico			
		Decapeamento da mina			
		Abertura de vias de acesso, operações de corte e aterro, terraplanagem			
	Geração de ruído e vibração	Transporte de equipamentos, insumos e pessoal		Sistema de Drenagem Sistema de Contenção de Sedimentos	Programa de Supressão de Vegetação Plano de Recuperação de Áreas Degradadas Plano de Conservação da Biodiversidade
		Desmonte mecânico e com uso de explosivos			
		Abertura de acessos			
		Ampliação da Linha de Distribuição			
		Terraplanagem (corte e aterro)			
		Decapeamento Mecânico e com uso de Explosivos			
		Desmatamento			
		Remoção e Estocagem de Solo Orgânico			
		Operação de veículos, máquinas e equipamentos			
		Obras Civas (construção do sistema de drenagem e contenção de sedimentos)			
		Carregamento e transporte de minério e estéril			
	Geração de material particulado	Disposição de minério em pilha temporária			
		Terraplanagem (corte e aterro)			
		Execução de Obras Civas (construção do sistema de drenagem e contenção de sedimentos)			
		Decapeamento mecânico e com Uso de Explosivos			
		Remoção e estocagem de solo orgânico			
	Transporte de equipamentos, insumos e pessoal				

FASE	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS
Operação		Abertura/manutenção de acessos		
		Ampliação da Linha de Distribuição		
		Desmonte Mecânico e com Uso de Explosivos		
		Disposição de minério em pilha temporária		
		Carregamento e transporte de minério e estéril		
		Transito de veículos, máquinas e equipamentos em vias não pavimentadas		
	Geração de sedimentos	Operação de veículos, máquinas e equipamentos		
		Terraplanagem (corte e aterro)		
		Decapeamento mecânico e com uso de explosivos		
		Construção de Sistema de drenagem		
		Construção de sistema de contenção de sedimentos		
	Geração de efluentes líquidos	Sistema de aspersão de água		
		Funcionamento do sistema de drenagem		
		Operação da oficina móvel de manutenção, caminhão de lubrificação e abastecimento, caminhão oficina, tanque de armazenamento de combustível		
	Geração de ruído e vibração	Transporte de equipamentos, insumos e pessoal		
		Desmonte mecânico e com uso de explosivos		
		Operação de veículos, máquinas e equipamentos		
		Britagem do minério na BSM3		
Carregamento e transporte de minério e do estéril				
Disposição de minério em pilha temporária ao lado da BSM3				
Bombeamento de				

FASE	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS
		Água Subterrânea		
	Geração de material particulado	Desmonte Mecânico da Mina e com Uso de Explosivos		
		Britagem do minério na BSM3		
		Carregamento e Transporte de Estéril e Minério		
		Disposição de minério em pilha temporária		
		Transito de veículos, máquinas e equipamentos em vias não pavimentadas		
		Estabilização de Taludes		
		Abertura e Manutenção de Acessos		
	Geração de sedimentos	Desmonte mecânico e com uso de explosivos		
		Carregamento e transporte de minério na área da mina		
		Manutenção dos acessos e estradas		
		transporte de minério; disposição e manuseio de minério em pilha		
		abertura/melhoria dos acessos e estradas		
		Britagem móvel de minério		
		Trânsito de veículos, máquinas e equipamentos em acessos sem pavimentação		
	Geração de efluentes líquidos	Funcionamento de sistemas de drenagem (diques de contenção de sedimentos, leiras e <i>sumps</i>)		
		Sistema de Aspersão de água		
		Bombeamento de Água Subterrânea		
		Operação da oficina móvel de manutenção, tanque de combustível		
	Geração de efluentes líquidos	Abastecimento de veículos e equipamentos		
		Estabilização dos Taludes		
Fechamento	Geração de ruído e vibração	Estabilização dos Taludes		

FASE	ASPECTO	TAREFA	CONTROLE INTRÍNSECO	AÇÕES AMBIENTAIS
		Operação de veículos, máquinas e equipamentos		
		Desmobilização de equipamentos		
		Disposição dos resíduos da desmobilização		
	Geração de material particulado	Estabilização dos Taludes		
		Desmobilização de equipamentos		
		Transito de veículos, máquinas e equipamentos em vias não pavimentadas		
		Disposição dos Resíduos da Desmobilização		
	Geração de sedimentos	Estabilização dos taludes da mina e das pilhas		
		Reabilitação topográfica e consolidação da drenagem		
	Geração de efluentes líquidos	Sistema de Aspersão de água		
		Operação da oficina móvel de manutenção, tanque de combustível		

9.3.4 MEIO SOCIOECONÔMICO

9.3.4.1 Alteração da Situação do Patrimônio Natural

A alteração da situação do patrimônio natural, Floresta Nacional de Carajás, é um impacto previsto para ocorrer nas etapas de planejamento, implantação, operação e fechamento do empreendimento, esse impacto decorre de sete aspectos ambientais, seis de natureza negativa – Presença de pessoal técnico na área, Sondagens geológicas, geração de resíduos, geração de tráfego rodoviário, geração de material particulado, geração de paisagens antropizadas –, e um aspecto de natureza positiva, geração de áreas reabilitadas.

Atualmente o conjunto das estruturas das minas de minério de ferro ocupa uma área de 5.405 hectares. Neste caso, o pleno desenvolvimento da Mina N5 Sul agregaria a esta área aproximadamente 130 hectares, ou seja, o Complexo Minerador de Ferro de Carajás teria sua área ampliada em 3 %.

Por se tratar de uma mina que será desenvolvida dentro do domínio de uma Floresta Nacional é importante ressaltar que a área a ser ocupada pela mesma não comporta usos antrópicos, a exceção de levantamentos pertinentes à etapa de estudos de viabilidade do projeto.

Na etapa de planejamento, o impacto decorre de dois aspectos ambientais de natureza negativa, ambos associados às tarefas de estudos técnicos e pesquisa arqueológica: presença de pessoal técnico na área e sondagens geológicas. Esses aspectos, que geram pressão sobre o patrimônio natural, a Floresta Nacional de Carajás (FLONA), têm nesta etapa baixa contribuição na composição do impacto sob avaliação, que foi considerado de natureza negativa, reversível, pontual, de baixa magnitude, de ocorrência prevista para curto prazo, de duração temporária, incidência direta e de baixa importância.

Na etapa de implantação o impacto decorre de seis aspectos ambientais, sendo quatro aspectos associados às tarefas de Estudo Técnico e Construção das Estruturas da Mina, e dois associados às tarefas de Transporte de Equipamentos, Estruturas, Pessoal e Produtos; todos de natureza negativa. O primeiro conjunto de aspectos – presença de pessoal técnico na área, decorrente das atividades técnicas inerentes à construção das estruturas da Mina, geração de áreas com vegetação suprimida, decorrente da retirada da cobertura vegetal para dar lugar às estruturas da Mina; geração de resíduos, decorrente da construção das estruturas da mina e Geração de paisagens antropizadas, como resultado da implantação do empreendimento –, está associado às tarefas de Estudo Técnico e Construção das Estruturas da Mina. O segundo conjunto de aspectos – geração de tráfego rodoviário e geração de material particulado – decorrem das tarefas de transporte de equipamentos, estruturas e pessoal.

À exceção do aspecto presença de pessoal técnico na área, que tem média contribuição na composição do impacto, tendo em vista que, dentre todos os aspectos identificados nessa etapa, esse acarretará menor pressão sobre o patrimônio natural, os demais aspectos têm alta contribuição na composição do impacto.

Em função do exposto, o impacto alteração da situação do patrimônio natural foi considerada, na etapa de implantação, como sendo de natureza negativa, reversível,

regional, de alta magnitude, de ocorrência prevista para curto prazo, de duração temporária, incidência direta e de alta importância.

Na etapa de operação, os aspectos ambientais que causarão a alteração da situação do patrimônio natural são: presença de pessoal técnico na área, decorrente das tarefas/atividades de operação da Mina; geração de resíduos, decorrente da exploração e beneficiamento do minério (estéril), geração de tráfego rodoviário e geração de material particulado, decorrentes das tarefas de transporte de equipamentos, estruturas e pessoal. Todos esses aspectos são de natureza negativa, sendo que a presença de pessoal técnico na área possui baixa contribuição na composição do impacto. Os demais aspectos foram avaliados como tendo média contribuição na composição do impacto, no caso dos aspectos geração de tráfego rodoviário e geração de material particulado e alta contribuição no caso do aspecto ambiental geração de resíduos.

O impacto sob avaliação foi considerado nessa etapa como sendo de natureza negativa, reversível, regional, de alta magnitude, de ocorrência prevista para curto prazo, permanente, incidência direta e de alta importância.

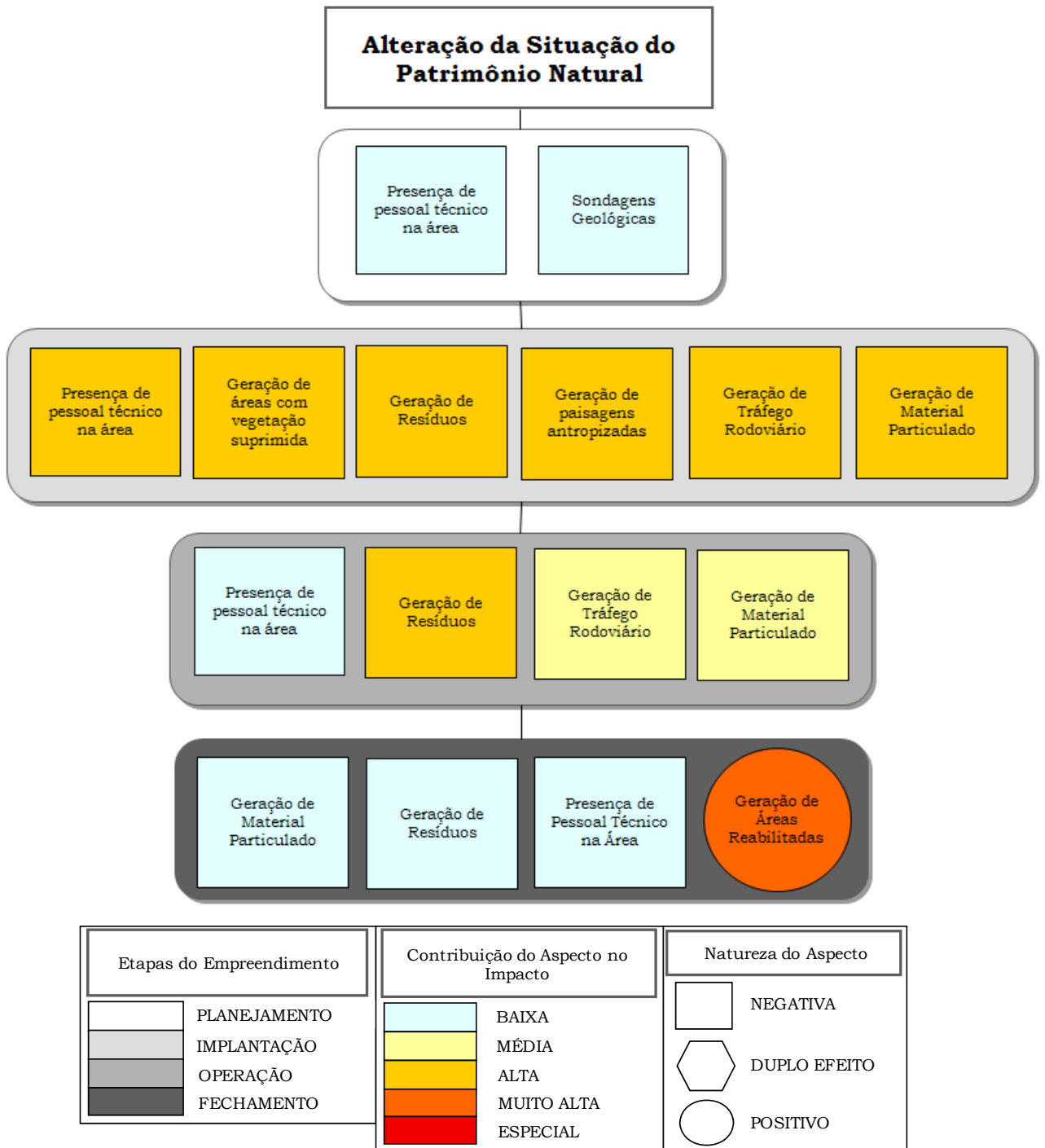
Na etapa de fechamento foram identificados quatro aspectos ambientais que deverão causar a alteração da situação do patrimônio natural, três de natureza negativa, geração de resíduos, geração de material particulado e presença de pessoal técnico na área, associados às tarefas de desmontagem das estruturas da Mina e recuperação de áreas degradadas, e um de natureza positiva, geração de áreas reabilitadas, associado à tarefa de recuperação de áreas degradadas.

Na etapa de fechamento da Mina, os aspectos de natureza negativa têm baixa contribuição na composição do impacto sob avaliação, enquanto o aspecto de natureza positiva tem muito alta contribuição.

O impacto alteração da situação do patrimônio natural foi considerado na etapa de fechamento da Mina como sendo de natureza negativa, reversível, local, de baixa magnitude, de ocorrência prevista para curto prazo, temporário, incidência direta e de baixa importância.

Como forma de controlar e monitorar o impacto de alteração da situação do patrimônio natural propõe-se medidas de gestão ambiental por meio dos programas de Arqueologia Preventiva e Educação Ambiental.

A Figura 30 apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração da situação do patrimônio natural com os aspectos ambientais e suas respectivas contribuições na composição do impacto. A Tabela 18 apresenta as tarefas relacionadas a cada aspecto, por etapa do empreendimento, com os controles intrínsecos e as ações ambientais cabíveis para o impacto em questão.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Crítérios	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa
Reversibilidade	Reversível	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	Pontual	Regional	Regional	Local
Magnitude	Baixa	Alta	Alta	Baixa
Prazo p/ Ocorrência	Curto prazo	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Duração	Temporária	Temporária	Permanente	Temporária
Incidência	Direta	Direta	Direta	Direta
Importância	Baixa Importância	Alta Importância	Alta Importância	Baixa

Figura 30: Critérios de avaliação do impacto da alteração da situação do patrimônio natural

Tabela 18: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam o impacto da alteração da situação do patrimônio natural

Etapa	Aspecto Ambiental	Tarefa	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
Planejamento	Presença de Pessoal Técnico na Área	Estudo Técnico e Pesquisa Arqueológica	-	Programa de Educação Ambiental; Programa de Arqueologia Preventiva
	Sondagens Geológicas			
Implantação	Presença de Pessoal Técnico na Área	Estudo Técnico e Construção das Estruturas da Mina	-	
	Geração de áreas com vegetação suprimida			
	Geração de Resíduos			
	Geração de paisagens antropizadas	Transporte de Equipamentos, Estruturas e Pessoal	-	
	Geração de Tráfego Rodoviário			
	Geração de Material Particulado			
Operação	Presença de Pessoal Técnico na Área	Operação da Mina	-	
	Geração de Resíduos			
	Geração de Tráfego Rodoviário	Transporte de Equipamentos, Estruturas e Pessoal	-	
	Geração de Material Particulado			
Fechamento	Presença de Pessoal Técnico na Área	Desmontagem das Estruturas da Mina e Recuperação de Áreas Degradadas	-	
	Geração de Material Particulado	Desmontagem das Estruturas da Mina	-	
	Geração de Resíduos			
	Geração de Áreas Reabilitadas	Recuperação de Áreas Degradadas	-	

9.3.4.2 Alteração da Situação de Sítios Arqueológicos

A alteração da situação de sítios arqueológicos é um impacto previsto para ocorrer nas etapas de planejamento, implantação e operação do empreendimento. Os sítios e os bens constituintes do patrimônio arqueológico nacional são interferidos, em boa medida, pelas tarefas que afetam o solo, matriz dos sítios arqueológicos. Quando este sofre qualquer alteração física, eventuais sítios arqueológicos são imediatamente degradados, em maior ou menor grau, na dependência do grau de alteração do solo. Mesmo que tal degradação já venha se fazendo sentir, ela é potencializada com a nova alteração.

O diagnóstico elaborado para o EIA do Projeto da Mina N5 Sul concluiu pelos seguintes procedimentos técnicos a serem implementados: i) realização de resgate arqueológico nas cavidades N5S-006, N5S-011, N5S-012 e N5S-013; ii) melhor caracterização e coleta sistemática de carvões profundos nas cavidades N5S-05 e N5S-014; iii) mapeamento topográfico dos possíveis corredores de circulação entre as cavidades com registro arqueológico; e iv) sondagens nos solos dos vãos de pequena profundidade que, embora não se constituam cavidades de interesse espeleológico, podem ter servido de abrigo temporário para grupos de poucos indivíduos em circulação pela área.

Na etapa de planejamento, os aspectos ambientais sondagens geológicas e presença de pessoal técnico na área, de natureza negativa, e geração de conhecimento sobre o patrimônio arqueológico local/regional, de natureza positiva, estão associados à tarefa pesquisa arqueológica.

As sondagens geológicas podem comprometer a integridade de sítios arqueológicos presentes na região pesquisada, bem como revelar a sua existência. Nessa etapa esse aspecto ambiental tem especial contribuição para o impacto sob análise. Por sua vez, em função das pesquisas arqueológicas inerentes a esta etapa, o aspecto ambiental geração de conhecimento sobre o patrimônio arqueológico local/regional e presença de pessoal técnico na área, apresentam alta contribuição para o impacto, que é avaliado como de dupla natureza positiva e negativa, irreversível, pontual, de alta magnitude e previsto para ocorrer a curto prazo. É um impacto permanente, de incidência direta e importante.

Na etapa de implantação o impacto decorre de três aspectos ambientais: geração de supressão de vegetação, em função da retirada da cobertura vegetal; geração de áreas com solo removido, decorrente da remoção e estocagem de solo orgânico e do decapeamento da mina; geração de vibração decorrente da realização de obras civis (obras de construção das estruturas da mina e usina) e decapeamento da mina com uso de explosivos; e presença de pessoal técnico na área. Esses aspectos ambientais estão associados às tarefas de retirada da cobertura vegetal e formação da cava. Todos esses aspectos são de natureza negativa com diferentes níveis de contribuição na composição do impacto.

Constatou-se que na etapa de implantação os aspectos geração de áreas com vegetação suprimida e geração de vibração têm alta contribuição na composição do impacto em análise. A presença de pessoal técnico na área e a geração de áreas com solo removido terão baixa contribuição na composição desse impacto.

A etapa sob análise poderá comprometer os sítios localizados tanto na ADA quanto na AID. As atividades mineradoras produzirão sobre o patrimônio um impacto irremediável. Além da remoção dos pacotes rochosos para a obtenção do minério propriamente dito, a instalação das atividades extrativas incluirão a remoção da cobertura vegetal, o que é bastante para impactar os vestígios de superfície e de imediata subsuperfície, destruindo-os ou retirando-os de seu contexto. Vestígios arqueológicos desconectados de seu contexto perdem a maior parte de sua capacidade informativa sobre as populações que os produziram. Ressalta-se que a instalação da infra estrutura viária para Mina, na medida em que interferirá nas camadas superficiais de solo, também poderá impactar vestígios e estruturas arqueológicas.

O impacto alteração da situação de sítios arqueológicos na etapa de implantação foi caracterizada como de natureza negativa, irreversível, pontual, de alta magnitude e previsto para ocorrer em curto prazo. É um impacto permanente, de incidência direta e, classificado como importante.

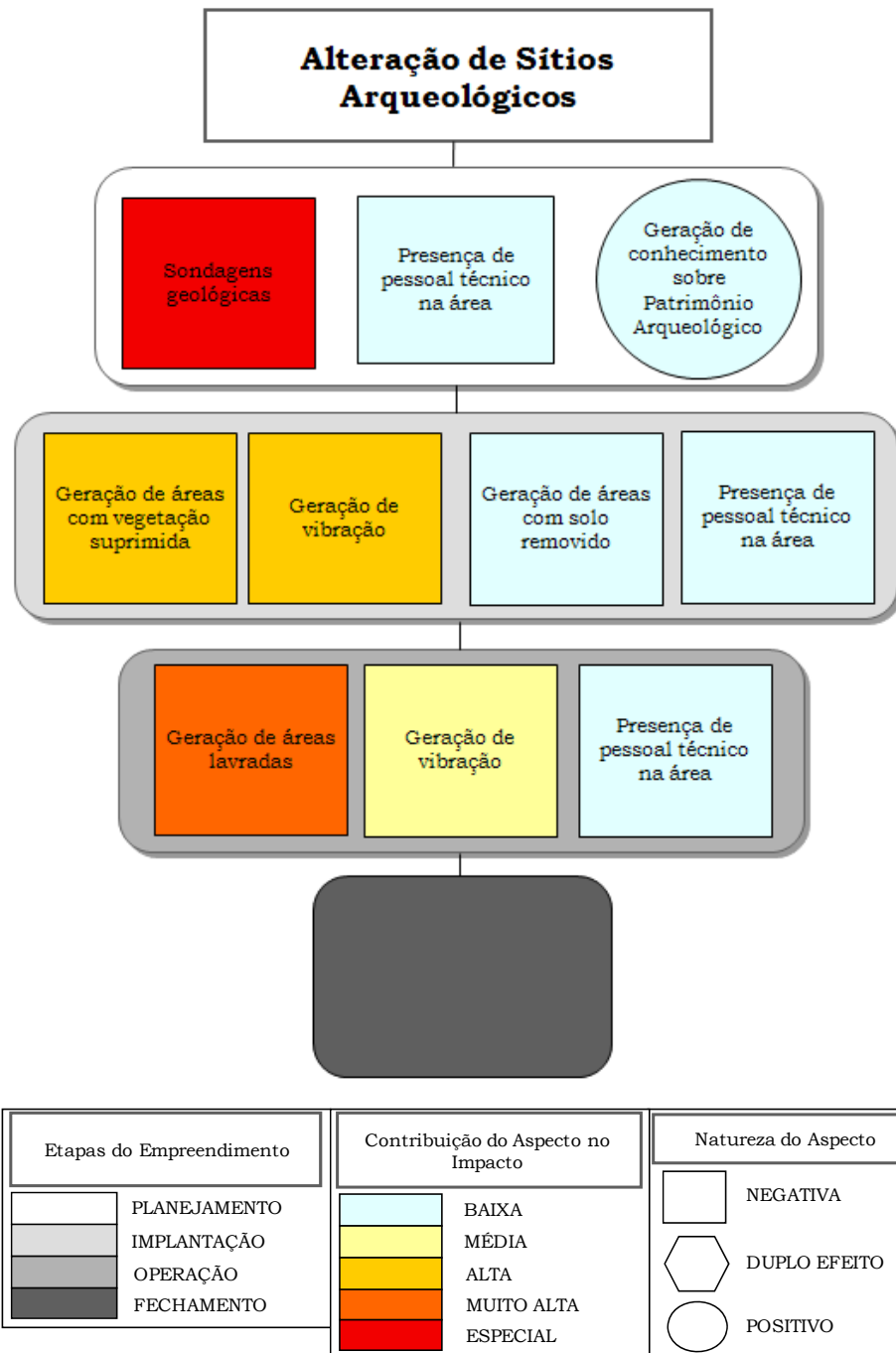
Na etapa de operação o impacto é originado por meio de três aspectos ambientais: geração de área lavrada, decorrente do desmonte do corpo mineral; presença de pessoal técnico na área, decorrente das tarefas de operação da mina, e geração de vibração, decorrente, principalmente das atividades de operação da mina. Todos esses aspectos são de natureza negativa com diferentes níveis de contribuição na composição do impacto.

A geração de área lavrada foi classificada, na escala de contribuição do aspecto na composição do impacto, como sendo de muito alta contribuição. A geração de vibração foi classificada como de média contribuição. A presença de pessoal técnico na área foi considerado o aspecto ambiental que menos contribui na composição do impacto sob análise, tendo sido classificado como baixa contribuição.

Nessa etapa, o impacto em estudo foi considerado como de natureza negativa, irreversível, pontual e de média magnitude. Sua ocorrência está prevista para curto prazo, sendo, no entanto, permanente e de incidência direta. Esse impacto foi classificado como importante.

Em função da avaliação do impacto alteração da situação de sítios arqueológicos, propõem-se como medidas de gestão ambiental, que têm como finalidade controlar os aspectos ambientais que causam esse impacto, o Programa de Arqueologia Preventiva.

A Figura 31 apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto com os aspectos ambientais e suas respectivas contribuições na composição do impacto. A Tabela 19 apresenta as tarefas relacionadas a cada aspecto, por etapa do empreendimento, com os controles intrínsecos e as ações ambientais cabíveis para o impacto em questão.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Critérios	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza	Positiva /Negativa	Negativa	Negativa	-
Reversibilidade	Irreversível	Irreversível	Irreversível	-
Abrangência	Pontual	Pontual	Pontual	-
Magnitude	Alta	Alta	Média	-
Prazo p/ Ocorrência	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo	-
Duração	Permanente	Permanente	Permanente	-
Incidência	Direta	Direta	Direta	-
Importância	Importante	Importante	Importante	-

Figura 31: Diagrama de avaliação do impacto ambiental alteração da situação de sítios arqueológicos

Tabela 19: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração da situação de sítios arqueológicos

Etapa	Aspecto Ambiental	Tarefa	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
Planejamento	Sondagens geológicas	Pesquisa Arqueológica	-	Programa de Arqueologia Preventiva.
	Presença de Pessoal Técnico na Área			
	Geração de conhecimento sobre o patrimônio arqueológico local/regional			
Implantação	Geração de supressão de Vegetação	Retirada da cobertura vegetal	-	
	Geração de áreas com solo removido	Formação da cava	-	
	Geração de vibração	Decapeamento da mina com uso de explosivos	-	
	Presença de Pessoal Técnico na Área	Retirada da cobertura vegetal, decapeamento da mina com uso de explosivos formação da cava	-	
Operação	Geração de Áreas Lavradas	Retirada, carregamento e transporte de estéril e minério na área da cava	-	
	Geração de vibração	Operação da Mina	-	
	Presença de Pessoal Técnico na Área			

9.3.4.3 Alteração dos Níveis de Emprego

A alteração dos níveis de emprego é um impacto previsto para ocorrer nas etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento. Trata-se de um impacto que decorre de cinco aspectos ambientais: dois de natureza positiva – abertura de postos de trabalho temporários e/ou permanentes e aquisição de insumos e serviços – e três de natureza negativa, retração da demanda por insumos e serviços, desmobilização da mão-de-obra e fim da demanda por insumos e serviços.

Um importante aspecto relacionado à mineração é a sua capacidade de criar empregos de qualidade, não apenas diretamente em suas instalações e logística de transportes, como também em toda a cadeia produtiva: a montante, nas empresas fornecedoras de insumos e à jusante na cadeia siderúrgica-metal-mecânica. Tal fato é considerado na presente avaliação de impactos do Projeto Mina N5 Sul. No entanto, conforme apresentado no item caracterização do empreendimento, os postos de trabalho a serem gerados serão preenchidos com os próprios funcionários atualmente lotados na Vale e nas empreiteiras e demais prestadores de serviço, atualmente envolvidos em outras atividades dentro do Complexo Minerador de Carajás. Na etapa de implantação serão necessários cerca de 182 empregados que serão mobilizados da própria Vale e empreiteiras que já operam o Complexo Minerador Ferro Carajás.

De toda forma, o desenvolvimento de uma nova mina resultará em demandas adicionais muito pontuais no contexto do comércio local, dado que a maioria das estruturas vinculadas a este projeto já estão consolidadas no Complexo Ferro Carajás. Por se tratar exclusivamente do desenvolvimento de uma nova frente de lavra, possivelmente não será necessária a ampliação da capacidade da oferta de serviços e de insumos por parte dos fornecedores, fato que faz crer que também poderá não ocorrer geração de novos postos de trabalho.

Apesar do reconhecido papel de um empreendimento do porte de N5 Sul, no que tange aos aspectos sociais e econômicos, os efeitos esperados são compatíveis com o empreendimento que se caracteriza pela manutenção e não ampliação de produção; como exposto na caracterização do empreendimento, o desenvolvimento da Mina N5 Sul se dará sobre a porção setentrional de um pequeno “platô” que representa um prolongamento em direção a sul da área onde atualmente ocorre a exploração de minério de ferro da Mina de N5E. Trata-se, portanto, da expansão desta Mina e, conseqüentemente, da ampliação do Complexo Minerador de Carajás sobre as áreas portadoras de depósitos ferríferos contidos dentro da Zona de Mineração.

Em função do exposto, as etapas de implantação e operação podem apresentar tímidos a nulos efeitos relacionados a geração de novos postos de trabalho temporários e/ou permanentes. Por outro lado, a desmobilização de postos de trabalho temporários e permanentes no final da etapa de operação, ou seja, na etapa de fechamento poderá reverter parte dos benefícios gerados na abertura dos postos de trabalho associados às operações do Complexo Minerador de Carajás, particularmente das operações das Minas de N4 e N5. Entretanto, há de se considerar a possibilidade de aproveitamento da mão-de-obra desmobilizada de N5 Sul em outras frentes de mineração no Complexo Minerador de Carajás, cenário similar ao observado no caso da Mina N5 Sul.

Nas etapas de implantação e de operação o impacto alteração dos níveis de emprego decorre de três aspectos ambientais, dois de natureza positiva, manutenção de postos de trabalho temporários e/ou permanentes e Geração de demanda de insumos e

serviços, e um de natureza negativa, retração da demanda por insumos e serviços. Esses aspectos estão associados a três tarefas, são elas: remanejamento de mão-de-obra existente, aquisição de insumos e serviços, e redução da aquisição de Insumos e Serviços.

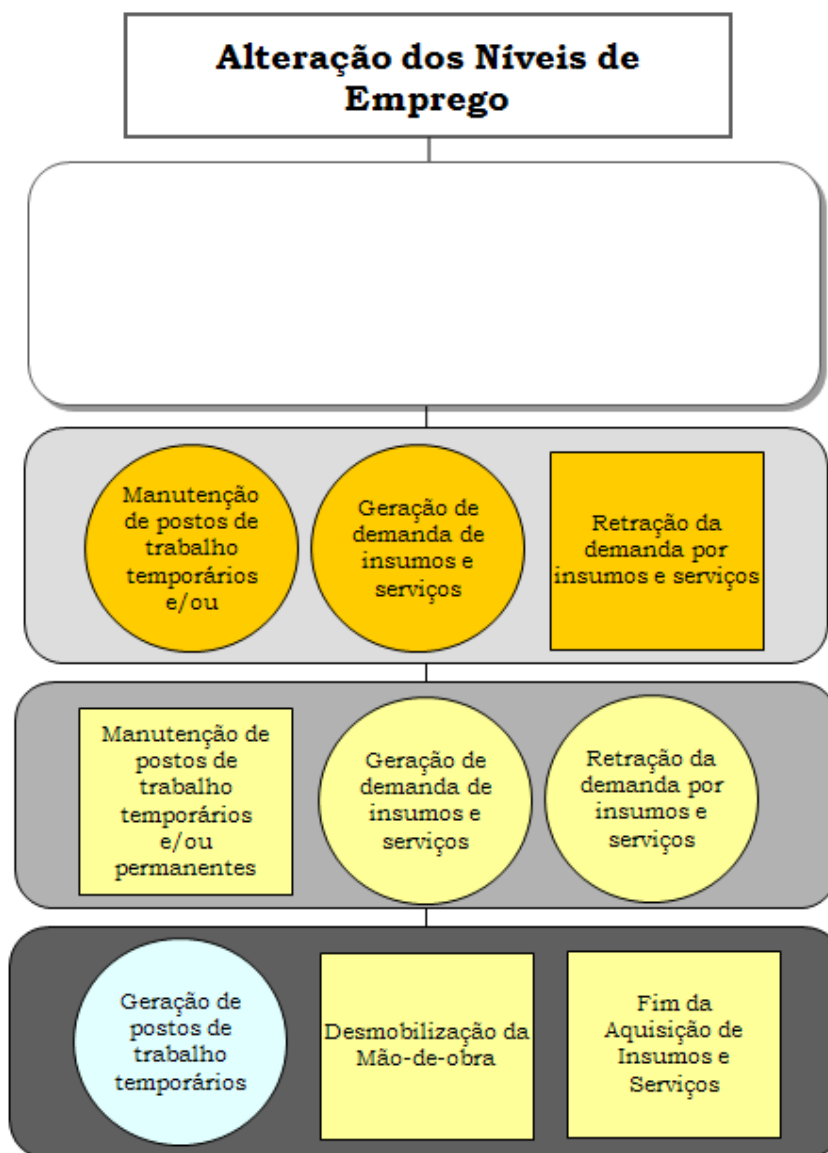
Na etapa de implantação todos os aspectos ambientais têm alta contribuição na composição do impacto sob avaliação. Nesta etapa o impacto foi avaliado como de dupla natureza, positiva e negativa, reversível, de abrangência local, de média magnitude, de curto prazo e de duração temporária, de incidência direta e baixa importância.

Na etapa de operação todos os aspectos ambientais têm média contribuição na composição do impacto sob avaliação. Nesta etapa o impacto foi avaliado como de dupla natureza, positiva e negativa, reversível, de abrangência local, de baixa magnitude, de curto prazo e de duração temporária, de incidência direta e de baixa importância.

Na etapa de fechamento, o aspecto ambiental geração de postos de trabalho temporários tem baixa contribuição na composição do impacto. O aspecto ambiental desmobilização da mão-de-obra e o fim da aquisição de insumos e serviços têm alta contribuição. Na etapa de fechamento o impacto foi avaliado como de dupla natureza, positiva e negativa, reversível, de abrangência local, de alta magnitude, de curto prazo e de duração temporária, de incidência direta e de alta importância.

Assim, para facilitar e orientar as medidas de gestão ambiental que têm como finalidade controlar os aspectos que causam a alteração dos níveis de emprego ocasionada pelas atividades do Projeto Mina N5 Sul, propõe-se medidas de gestão ambiental por meio do Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos e Plano de Fechamento.

A Figura 32 apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração dos níveis de emprego com os aspectos ambientais e suas respectivas contribuições na composição do impacto. A Tabela 20 apresenta os critérios e avaliação de impactos por etapa do empreendimento.



Etapas do Empreendimento		Contribuição do Aspecto no Impacto		Natureza do Aspecto	
	PLANEJAMENTO		BAIXA		NEGATIVA
	IMPLANTAÇÃO		MÉDIA		DUPLO EFEITO
	OPERAÇÃO		ALTA		POSITIVO
	FECHAMENTO		MUITO ALTA		
			ESPECIAL		

CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Crítérios	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza	-	Negativa / Positiva	Negativa / Positiva	Negativa / Positiva
Reversibilidade	-	Reversível	Reversível	Reversível
Abrangência	-	Local	Local	Local
Magnitude	-	Média	Baixa	Alta
Prazo de Ocorrência	-	Curto prazo	Curto prazo	Curto prazo
Duração	-	Temporária	Temporária	Temporária
Incidência	-	Direta	Direta	Direta
Importância	-	Baixa Importância	Baixa Importância	Alta

Figura 32: Diagrama de avaliação do impacto ambiental de alteração dos níveis de emprego

Tabela 20: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a alteração dos níveis de emprego

Etapa	Aspecto Ambiental	Tarefa	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
Implantação	Manutenção de postos de trabalho temporários e/ou permanentes	Remanejamento de Mão-de-Obra Existente	-	Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos
	Geração de demanda de insumos e serviços	Aquisição de Insumos e Serviços	-	
	Retração da demanda por insumos e serviços	Redução da Aquisição de Insumos e Serviços	-	
Operação	Manutenção de postos de trabalho temporários e/ou permanentes	Remanejamento de Mão-de-Obra Existente	-	
	Geração de demanda de insumos e serviços	Aquisição de Insumos e Serviços	-	
	Retração da demanda por insumos e serviços	Redução da Aquisição de Insumos e Serviços	-	
Fechamento	Geração de postos de trabalho temporários	Desmontagem das Estruturas da Mina e Recuperação de Áreas Degradadas	-	Plano de Fechamento
	Fim da Aquisição de Insumos e Serviços	Enceramento da operação da Mina	-	
	Desmobilização da Mão-de-obra		-	

9.3.4.4 Alteração da Renda das Famílias e do Poder Aquisitivo da População

A alteração da renda das famílias e do poder aquisitivo da população é um impacto previsto para ocorrer nas etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento. Trata-se de um impacto que decorre de dois aspectos ambientais: um de natureza positiva, pagamento de salários de postos de trabalho permanentes e/ou temporários, outro de natureza negativa, diminuição/fim do pagamento de salários de postos de trabalho permanentes e/ou temporários. Esses aspectos estão associados às tarefas de remanejamento de mão-de-obra existente, aquisição de insumos e serviços, e redução/fim da aquisição de insumos e serviços.

A alteração da renda das famílias e do poder aquisitivo da população se distingue entre as etapas de implantação/operação e fechamento. As duas primeiras etapas, como exposto na avaliação do impacto alteração dos níveis de emprego, estão diretamente relacionadas à manutenção dos postos de trabalho temporários e permanentes decorrentes do remanejamento de mão-de-obra existente, ou seja, os postos de trabalho a serem gerados pelo empreendimento serão preenchidos com os próprios funcionários atualmente lotados na Vale e nas empreiteiras e demais prestadores de serviço, atualmente envolvidos em outras atividades dentro do Complexo Minerador de Carajás. A terceira etapa considerada neste impacto sob avaliação, a de fechamento, está diretamente relacionada ao fim das atividades da Mina N5 Sul. Neste momento o impacto poderá ser mais significativo caso a mão-de-obra desmobilizada não seja remanejada/aproveitada em outras frentes de mineração no Complexo de Carajás.

Ressalta-se que os postos de trabalho da etapa de implantação requerem um menor nível de qualificação, por conseguinte uma menor remuneração. Já na etapa de operação, a maioria dos postos de trabalho tem remuneração maior se comparada à etapa de implantação. Na etapa de fechamento os postos de trabalho além de temporários requerem um menor nível de qualificação, particularmente aqueles relacionados ao desmonte das estruturas.

Na etapa de implantação os aspectos ambientais têm media contribuição para a composição do impacto; na etapa de operação, o aspecto ambiental pagamento de salários tem alta contribuição na composição do impacto. Na etapa de fechamento os aspectos tem baixa contribuição (Pagamento de salários) e muito alta contribuição (diminuição/fim de pagamento de salários).

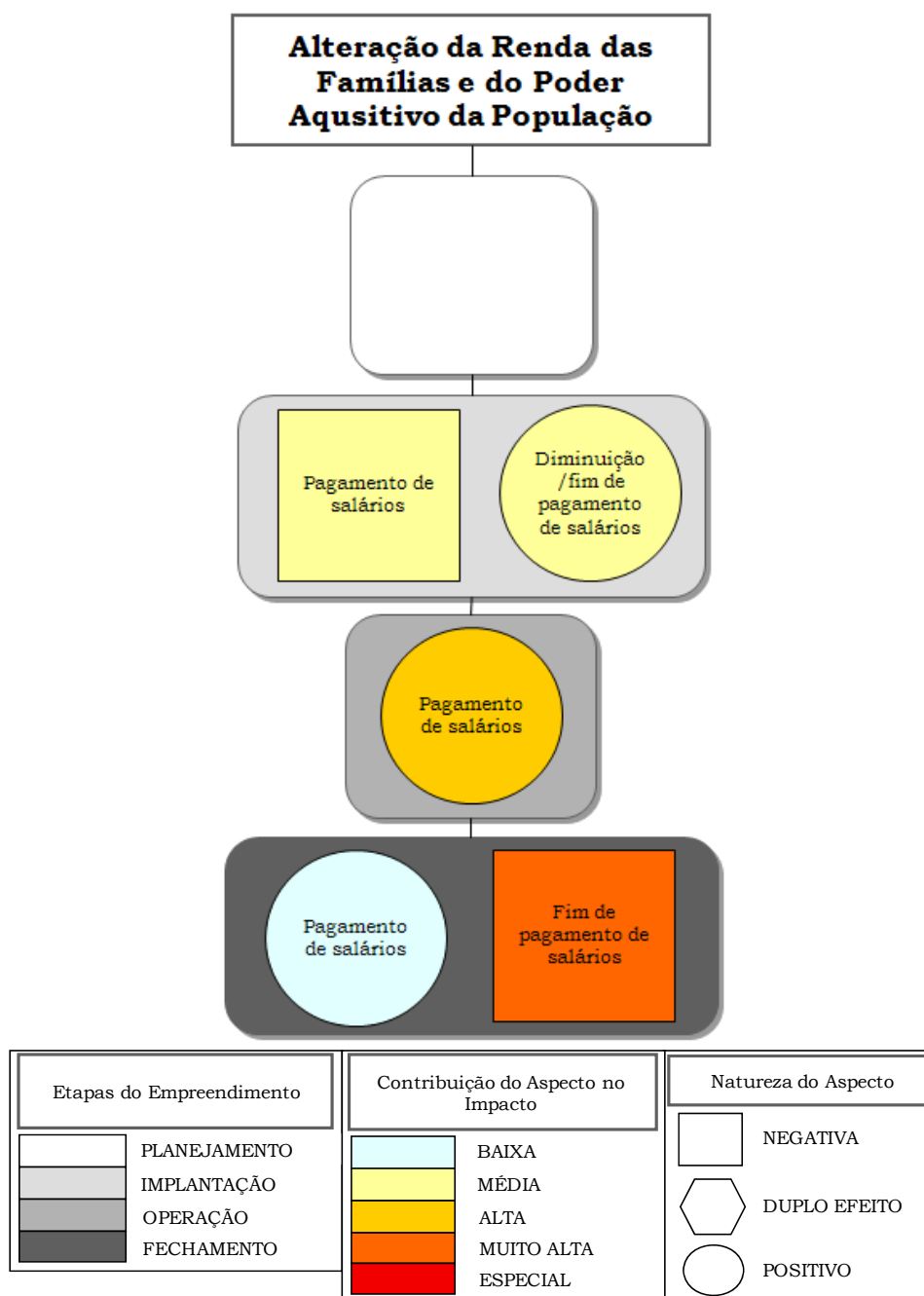
Em função do exposto, o impacto sob análise na etapa de implantação foi avaliado como de dupla natureza, positiva e negativa, reversível, de abrangência regional, de média magnitude, de curto prazo e de duração temporária, de incidência direta e baixa importância.

Na etapa de operação o impacto foi avaliado como de positiva, reversível, de abrangência regional, de alta magnitude, de curto prazo e de duração temporária, de incidência direta e de baixa importância.

Na etapa de fechamento, adotando-se uma avaliação conservadora em relação ao não remanejamento da mão-de-obra da Mina N5 Sul para outras frentes de mineração, o impacto foi avaliado como de dupla natureza, positiva e negativa, irreversível, de abrangência regional, de alta magnitude, de curto prazo e de duração permanente, de incidência direta e importante.

Assim, para facilitar e orientar as medidas de gestão ambiental que têm como finalidade controlar os aspectos que causam a alteração renda das famílias e do poder aquisitivo da população ocasionada pelas atividades do Projeto Mina N5 Sul, propõe-se medidas de gestão ambiental por meio do Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos e Plano de Fechamento.

A Figura 33 apresenta o fluxograma elaborado para a avaliação do impacto de alteração da renda das famílias e do poder aquisitivo da população com os aspectos ambientais e suas respectivas contribuições na composição do impacto. A Tabela 21 apresenta os critérios e avaliação de impactos por etapa do empreendimento.



CRITÉRIOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO				
Critérios	Planejamento	Implantação	Operação	Fechamento
Natureza	-	Positiva/Negativa	Positiva/Negativa	Negativa/Negativa
Reversibilidade	-	Reversível	Reversível	Irreversível
Abrangência	-	Regional	Regional	Regional
Magnitude	-	Média	Alta	Alta
Prazo de Ocorrência	-	Curto Prazo	Curto Prazo	Curto Prazo
Duração	-	Temporária	Temporária	Permanente
Incidência	-	Direta	Direta	Direta
Importância	-	Baixa Importância	Baixa Importância	Importante

Figura 33: Diagrama de avaliação do impacto ambiental de Alteração da Renda das Famílias e do Poder Aquisitivo da População

Tabela 21: Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam a Alteração da Renda das Famílias e do Poder Aquisitivo da População

Etapa	Aspecto Ambiental	Tarefa	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
Implantação	Pagamento de salários de postos de trabalho temporários e/ou permanentes	Remanejamento de Mão-de-Obra Existente; Aquisição de Insumos e Serviços	-	Plano de Comunicação
	Diminuição/fim de pagamento de salários de postos de trabalho temporários e/ou permanentes	Redução/fim da Aquisição de Insumos e Serviços	-	
Operação	Pagamento de salários de postos de trabalho temporários e/ou permanentes	Remanejamento de Mão-de-Obra Existente; Aquisição de Insumos e Serviços	-	Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos
Fechamento	Pagamento de salários de postos de trabalho temporários	Remanejamento de Mão-de-Obra Existente		Plano de Fechamento
	Fim de pagamento de salários de postos de trabalho temporários e/ou permanentes	Fim da Aquisição de Insumos e Serviços	-	

10. AÇÕES AMBIENTAIS

10.1 PLANO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

10.1.1 INTRODUÇÃO

O Plano de Gestão de Recursos Hídricos (PGRH) descreve as ações de monitoramento das águas superficiais e subterrâneas a serem mantidas e implantadas na área de influência do processo de expansão de lavra mineral da Mina N5 Sul, durante as fases de implantação, operação e desativação. O plano segue diretrizes da Decisão de Diretoria Executiva da Vale (DDE 044/2002, Vale, 2002), que estabelece a política e os eixos norteadores de gestão de recursos hídricos da empresa.

O PGRH está relacionado aos impactos Alteração da Dinâmica Hídrica Superficial, Alteração na Dinâmica Hídrica Subterrânea, Alteração da Disponibilidade Hídrica superficial e subterrânea, Alteração da Qualidade das Águas Superficiais e Alteração da Qualidade das águas subterrâneas, e estabelece as diretrizes necessárias para a manutenção da qualidade das águas na área de influência das atividades operacionais do empreendimento.

O Plano de Gestão de Recursos Hídricos abrange os seguintes programas:

1. Programa de Monitoramento da Qualidade dos Efluentes Líquidos
2. Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais;
3. Programa de Monitoramento Hidrogeológico e de Qualidade das Águas Subterrâneas;

10.1.2 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS EFLUENTES LÍQUIDOS

10.1.2.1 Introdução

O Programa de Monitoramento da Qualidade dos Efluentes Líquidos busca garantir o correto manejo, tratamento e destinação final de efluentes líquidos pluviais, industriais e domésticos a serem gerados nas fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento, de forma a atender a legislação ambiental pertinente em relação à manutenção dos padrões de qualidade dos corpos hídricos receptores das águas residuárias oriundas das atividades industriais desenvolvidas pelo empreendimento.

Cabe ressaltar que as ações de controle e de monitoramento propostas neste programa já são desenvolvidas rotineiramente no Complexo Minerador Ferro Carajás.

10.1.2.2 Justificativa

Conforme apontando na caracterização do empreendimento, a geração de efluentes líquidos decorre do funcionamento e manutenção de sistemas de controle ambiental representados pelo sistema de drenagem e sistema de contenção de sedimentos. Estes controles intrínsecos são vinculados obrigatoriamente ao processo produtivo e estão incluídos nos procedimentos Vale da gestão ambiental.

Como os efluentes gerados, após o devido tratamento, serão lançados em cursos de água, faz-se necessário o monitoramento após estes pontos de lançamento para a comprovação da eficiência dos controles e do atendimento aos padrões estabelecidos para corpos de água receptores pela Resolução CONAMA N° 357/2005 e CONAMA 397/2008.

10.1.2.3 Objetivos

O objetivo geral do plano é monitorar e gerenciar os efeitos sobre as águas superficiais dos efluentes líquidos gerados com as atividades do empreendimento.

Os objetivos específicos são:

- 4 Verificar a concentração e a carga de poluentes no efluente;
- 5 Verificar a conformidade dos poluentes presentes no efluente com os padrões de qualidade estabelecidos em legislações nacionais, estaduais ou municipais;
- 6 Verificar a eficiência de sistemas de tratamento;
- 7 Avaliar tendências do efluente ao longo do tempo ou ao longo do processo industrial;
- 8 Fornecer subsídios para a identificação da necessidade da adoção de medidas para a minimização de eventuais problemas ambientais.

10.1.2.4 Público-Alvo e/ou Abrangência

O programa terá como público alvo os técnicos da Vale, responsáveis pela Gestão dos recursos hídricos do empreendimento ou empresa especializada contratada, responsável pela operação e manutenção dos sistemas de controle ambiental que geram efluentes líquidos.

10.1.2.5 Requisitos Legais

- ABNT. NBR 9800: Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: INMETRO, 1987. 5p.
- ABNT. NBR 9896: Glossário de poluição das águas. Rio de Janeiro: INMETRO, 1993. 94p.
- ABNT. NBR 9897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: INMETRO, 1987. 23p.
- ABNT. NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: INMETRO, 1987. 34 p.
- ABNT. NBR 12649: Caracterização de cargas poluidoras na mineração. Rio de Janeiro: INMETRO, 1992. 30p.
- ABNT. NBR 13402: Caracterização de cargas poluidoras em efluentes líquidos industriais e domésticos. Rio de Janeiro: INMETRO, 1995. 7p.
- ABNT. NBR 13403: Medição de vazão em efluentes líquidos e corpos receptores – Escoamento livre. Rio de Janeiro: INMETRO, 1995. 7p.
- *Resolução CONAMA 357/2005* - regulamenta as condições e os padrões para lançamento de efluentes nos corpos de água.
- *Resolução CONAMA 397/2008* - Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA no 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes

10.1.2.6 Atividades

Esse programa será executado durante as fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento. 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 envolvem:

- Definição da rede de amostragem considerando-se o conjunto das estruturas geradoras de efluentes previstas;
- 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, seguindo parâmetros físico-químicos e biológicos estabelecidos, frequência das análises estabelecida, e localização dos pontos de amostragem propostos;
- Manutenção dos mesmos procedimentos de coletas de amostras, análises laboratoriais e tratamento dos resultados para todas as etapas;
- Armazenamento dos resultados das análises em banco de dados.

10.1.2.7 Metodologia

O programa de monitoramento de efluentes foi estruturado considerando-se inicialmente a caracterização do empreendimento, constando da elaboração de um cadastro do processo produtivo alvo da investigação, dos processos unitários presentes em cada subprocesso, do levantamento de todos os insumos utilizados e produtos obtidos.

10.1.2.7.1 Pontos de Amostragem

A seleção dos locais de amostragem será realizada com base nos objetivos estabelecidos no projeto de monitoramento. Com o intuito de atender à legislação, serão definidos pontos nos locais lançamentos de efluentes do empreendimento.

Ressalta-se que a escolha dos pontos de amostragem também considerará a realidade do empreendimento e as exigências do órgão de controle ambiental.

10.1.2.7.2 Parâmetros e Periodicidade de Monitoramento

A seleção dos parâmetros de monitoramento de efluentes líquidos foi realizada de acordo com os objetivos do projeto, dentre os previstos na Resolução CONAMA 357/2008

Tabela 22: parâmetros a serem monitorados nos efluentes líquidos das SAOs

Local de Amostragem	Periodicidade	Parâmetros de Análise em Campo
SAOs (Ponto de amostragem na saída do sistema)	Mensal	Temperatura da água (°C)
		pH
		Vazão (L/s)
		Parâmetros de Análise em Laboratório
		Fosforo total (mg/L P)
		Carbono orgânico Total - COT - (mg/L O ₂)
		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 ₆ H ₅ OH)
		Substâncias tensoativas que regem ao azul de metileno - (mg/L LAS)

10.1.2.7.2.1 Efluentes Pluviais

SISTEMAS DE CONTENÇÃO DE SEDIMENTOS

O objetivo do monitoramento é o de avaliar a qualidade do efluente tratado nos dispositivos de contenção de sedimentos.

Tabela 23: Parâmetros a serem monitorados nos efluentes líquidos dos sistemas de contenção de sedimentos

Local de Amostragem	Periodicidade	Parâmetros de Análise em Campo
Dique (Ponto de amostragem na saída dos Diques)	Mensal	Temperatura da água (°C)
		pH
		Condutividade elétrica (µS/cm)
		Potencial redox (mV)
		Parâmetros de Análise em Laboratório
		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 Sn)
		Ferro dissolvido (mg/L Fe)
		Manganês total (mg/L F)
		Manganês dissolvido (mg/L Mn)

10.1.2.8 Metas e Indicadores Ambientais

As metas do programa são:

- 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.

O Indicador ambiental será o atendimento aos padrões estabelecidos na legislação pertinente, comprovado através do monitoramento periódico da qualidade dos efluentes e das águas dos corpos receptores.

10.1.2.9 Equipe Técnica

Serão necessários um técnico especializado para o acompanhamento das campanhas de monitoramento e das análises laboratoriais e compilação dos resultados obtidos; um profissional de nível superior com qualificação pertinente à atividade de análise dos resultados obtidos, por exemplo: geoquímico, químico, engenheiro civil e engenheiro químico; um funcionário para limpeza e manutenção dos sistemas de controle; pessoal técnico de laboratório devidamente certificado para os procedimentos a serem realizados, como, por exemplo, pela ISO (International Organization for Standardization);

10.1.2.10 Instituições Envolvidas/Responsabilidade pela Execução

O empreendedor será o responsável pela execução deste programa de monitoramento de efluentes, podendo contratar empresas especializadas para a execução do mesmo.

10.1.2.11 Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento

À cada campanha será gerado um conjunto de produtos, constando de planilhas de campo, laudos de ensaios, relatórios de ensaios e síntese de resultados do monitoramento. Quadrimestralmente será produzido um relatório parcial e anualmente um relatório de consolidação dos dados.

A avaliação, apresentação e interpretação dos resultados e elaboração do relatório são as últimas etapas do processo do programa de monitoramento. Esta fase demonstra o nível de sucesso alcançado para atingir os objetivos previamente estabelecidos, a adequação dos sistemas de controle e a necessidade de readequação do programa. A avaliação dos resultados do programa de monitoramento deve ser realizada pela equipe técnica do empreendimento.

10.1.2.12 Cronograma Físico-Financeiro

As atividades de monitoramento deverão iniciar juntamente com a operação do sistema e se estender até pós-fechamento.

Os custos envolvidos para o desenvolvimento deste programa é R\$15.000,00, considerando o acompanhamento de quatro pontos de amostragem e relatório interpretativo. Os custos podem ser reduzidos desde que os levantamentos e interpretações dos pontos sejam tratados no contexto de todo o Complexo Ferro Carajás.

10.1.2.13 Inter-Relação com Outros Planos e Programas

O Programa de Monitoramento da Qualidade dos Efluentes líquidos possui interface com os outros programas do Plano de Gestão dos Recursos Hídricos e com o Plano de Fechamento de Mina.

10.1.2.14 Bibliografia

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Guia para Qualidade em Química Analítica: Uma Assistência a Acreditação. 1ª ed. Brasília: Editora Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2004. 80p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. Standard Guide for Quality Planning and Field Implementation of a Water Quality Measurement Program: D 5612-94. Philadelphia: 1994. 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 13402: Caracterização de cargas poluidoras em efluentes líquidos industriais e domésticos. Rio de Janeiro: INMETRO, 1995. 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 13403: Medição de vazão em efluentes líquidos e corpos receptores – escoamento livre. Rio de Janeiro: INMETRO, 1995. 7p.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12649: Caracterização de cargas poluidoras na mineração. Rio de Janeiro: INMETRO, 1992. 30p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 9800: Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: INMETRO, 1987. 5p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 9896: Glossário de poluição das águas. Rio de Janeiro: INMETRO, 1993. 94p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 9897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: INMETRO, 1987. 23p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: INMETRO, 1987. 34 p.
- BRAILE, P.M. Manual de tratamento de águas residuárias industriais. São Paulo: CETESB, 1979. 764p.
- BRASIL. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução N° 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. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 17 de março de 2005.
- BRASIL. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-. Resolução N° 397, de 3 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA no 357, de 2005
- CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st. ed. Washington: APHA, 2005.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. Norma Técnica T.187/2: Lançamento de efluentes líquidos não domésticos na rede pública coletora de esgotos. Belo Horizonte: SINORTE - Sistema de Normalização Técnica, 2002.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Introdução ao Controle de Poluição Ambiental. 1ª ed. São Paulo: 1992. 201p.
- DERISIO, J. C. Introdução ao Controle de Poluição Ambiental. São Paulo: Signus, 2000. 160p.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. Handbook of sampling and sample preservation of water and wastewater: EPA-600/4-82-029. Cincinnati: 1982.
- FUNDAÇÃO DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE – FEEMA. MF 402.R1 – Método de coleta de amostras de efluentes líquidos industriais. Rio de Janeiro: FEEMA, 1983.
- FUNDAÇÃO DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE – FEEMA. MF 403.R2 – Método para determinação de vazão de efluentes líquidos industriais por medidores de nível crítico. Rio de Janeiro: FEEMA, 1983.
- HUBER, L. Validation and Qualification in Analytical Laboratories. Illinois: Buffalo Grove, 1999. 318p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Water Quality – Sampling – Part 1: Guidance on the design of sampling programmes: ISO 5667-1. 1st. ed. Switzerland, 1996. 13p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Water Quality – Sampling – Part 2: Guidance on sampling techniques: ISO 5667-2. 2nd. ed. Switzerland, 1991. 9p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Water Quality – Sampling – Part 3: Guidance on the preservation and handling of samples: ISO 5667-3. Third. ed. Switzerland, 2003. 31p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Water Quality – Sampling – Part 10: Guidance on sampling of waste waters: ISO 5667-10. 1st. ed. Switzerland, 1992. 10p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method. 1st. ed. Switzerland, 1994. 42p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 6: Use in practice of accuracy values: ISO 5725-6. 1st. ed. Switzerland, 1994. 41p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Statistical interpretation of test results – Estimation of the mean – Confidence interval: ISO 2602. 2nd. ed. Switzerland, 1980. 5p.

KEITH, L.H. Principles of Environmental Sampling. Washington: 2nd ed. ACS. 1996. 848p.

MAGALHÃES, M. N.; LIMA, A. C. P. Noções de Probabilidade e Estatística. 6ª ed. São Paulo: Edusp, 2004. 392p.

RADOJEVIC, M.; BASHKIN, V. N. Practical Environmental Analysis. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1999. 466p.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE. Vocabulário Básico de Meio Ambiente. Rio de Janeiro: 1997.

THE WORLD BANK. Pollution prevention and abatement handbook. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development, 1999.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: Ciência e Aplicação. Vol.4. 3ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004. 943p.

UNESCO/WHO/UNEP. Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring: Chapter 10 – Data Handling and presentation. 2nd. ed. 1992. 86p.

VALE. PRO DIAM 00113 – Qualificação de Laboratórios de Serviços de Amostragem, Análises e Estudos Laboratoriais, que estabelece os critérios a serem adotados para a seleção de laboratórios, de modo a garantir a confiabilidade dos resultados obtidos

VALE/ERM/Golder. ERM BRASIL LTDA, GOLDER ASSOCIATES BRASIL. EIA-RIMA 100Mtpa, Belo Horizonte, 2008.

VALE. PRO-0102-GAMBS. Monitorar Qualidade das Águas e de Efluentes Líquidos nas Minas do Sistema Sudeste e Sul, Vale, 2007.

VALE. PTP-00001-DIA. Implantação, operação e manutenção de sistemas de tratamento de efluentes oleosos, 2008

VON SPERLING M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol.1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG; Universidade Federal de Minas Gerais. 2005. 452p.

WERKEMA, M. C. C.; DRUMOND, F. B.; AGUIAR, S. Análise de variância: comparação de várias situações - Série Ferramentas da Qualidade. Vol. 6. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996. 276p.

10.1.3 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

10.1.3.1 Introdução

O monitoramento de qualidade de água superficial têm por finalidade acompanhar sistemática e periodicamente parâmetros físicos, químicos, e biológicos dos corpos de água, confrontando-os à padrões e critérios estabelecidos por legislação específica, para verificar eventuais alterações desses parâmetros.

Informações geradas por dados obtidos em monitoramentos medem a eficiência de sistemas de tratamentos, apontam eventuais anomalias nos padrões de qualidade da água, e desta forma subsidiam tomadas de decisão no que se refere à implementação de ações de controle, mitigação e remediação, quando for o caso, de forma a buscar o restabelecimento dos padrões de qualidade requeridos.

10.1.3.2 Justificativa

A implantação, operação e desativação de complexos minerários podem provocar alterações nos ambientes aquáticos que drenam a área do empreendimento, seja pela canalização de nascentes e cursos de baixa ordem, seja pela implantação de sistemas de controle de sedimentos, acessos e outras estruturas.

Além disso, os solos expostos e a geração de efluentes líquidos podem comprometer a qualidade das águas das drenagens presentes e/ou adjacentes às áreas de produção, beneficiamento, e administrativas desses empreendimentos.

10.1.3.3 Objetivos

O Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais objetiva acompanhar as condições de qualidade dos cursos de água da bacia do Igarapé Jacaré sob a influência das atividades da Mina N5 Sul.

Os objetivos específicos:

- Garantir a proteção da qualidade da água, além da manutenção e conservação das características naturais dos cursos de água da área de entorno do projeto;
- Caracterizar e acompanhar a evolução da condição de qualidade dos corpos receptores da área de influência do projeto, durante a implantação, operação e fechamento do empreendimento;
- Avaliar as possíveis variações sazonais naturais dos principais constituintes físico-químicos e biológicos das águas;
- Acompanhar o surgimento de resultados não-conformes, procurando conhecer as causas potenciais e propor ações corretivas visando prevenir novas ocorrências de novos valores não-conformes.

10.1.3.4 Público Alvo e/ou Abrangência

O programa terá como público alvo os funcionários da Vale e como área de abrangência a porção do alto curso do Igarapé Jacaré e seus afluentes.

10.1.3.5 Requisitos Legais

Para a elaboração do relatório de monitoramento foram consideradas as seguintes Normas técnicas e legislações ambientais aplicáveis:

- DDE 0044/2002 – Estabelece as diretrizes da Gestão dos Recursos Hídricos na VALE;
- Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA N° 357, de 17 de Março de 2005, que 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;
- Portaria do Ministério da Saúde N° 518, de 25 de Março de 2004, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências;
- Resolução N° 29 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, de 11 de Dezembro de 2002;
- Water Quality Assessments – *A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring* – Second Edition, UNESO/WHO/UNEP, 1992;
- Norma ABNT NBR 9897 – Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores;
- Norma ABNT NBR 9898 – Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores;
- Norma ABNT NBR 12649 – Caracterização de cargas poluidoras na mineração, setembro de 1992;
- Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água (CETESB, 1988);
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21ª edição. (APHA, 1998), tópicos 1060A, B e C;
- RESOLUÇÃO CONAMA N° 397, de 03 de abril de 2008- Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução CONAMA N°357, de 2005.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°396, de 03 de abril de 2008 - Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

10.1.3.6 Atividades

Esse programa será executado durante as fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento. Deverá ser iniciado antes do início da implantação e não cessar antes de cinco anos após o fechamento da mina.

As atividades durante a execução envolvem:

- 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 e considerando os pontos de monitoramento Vale já existentes;

- Definição e capacitação da equipe responsável pelo gerenciamento do monitoramento da qualidade das águas;
- Realização das ações de monitoramento, seguindo parâmetros físico-químicos e biológicos estabelecidos, frequência das análises estabelecida, e localização dos pontos de amostragem propostos.
- Manutenção dos mesmos procedimentos de coletas de amostras, análises laboratoriais e tratamento dos resultados para todas as etapas;
- Armazenamento dos resultados das análises em banco de dados.

10.1.3.7 Metodologia

10.1.3.7.1 Plano de Amostragem

Para desenvolvimento dos trabalhos serão definidos os pontos de amostragem para execução da amostragem. A rede amostral será definida quando da execução do Plano Básico Ambiental e deverá ser focada nas drenagens que guardam conexão efetiva com o Projeto Mina N5 Sul

Os parâmetros a serem investigados consideram aqueles preconizados nesta resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 24: Relação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos a serem analisados nos Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas do Projeto Mina N5 Sul.

PARÂMETROS	Unidade	Limites CONAMA	CONAMA
Temperatura da água			X
Temperatura do ar			X
pH			X
Alcalinidade bicarbonatos			X
Alcalinidade carbonato (se pH>8,3)			X
Alcalinidade total			X
Potencial redox (Eh)			X
Condutividade elétrica			X
Oxigênio dissolvido			X
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO5)			X
Demanda química de oxigênio (DQO)			X
Cor verdadeira			X
Turbidez			X
Sólidos dissolvidos totais			X
Sólidos sedimentáveis			X
Sólidos suspensos totais			X
Sólidos totais			X
Cálcio			
Magnésio			
Fósforo total			X
Fosfato total			
Nitrogênio			X
Nitrato			X
Nitrito			X

PARÂMETROS	Unidade	Limites CONAMA	CONAMA
Nitrogênio amoniacal total			X
Nitrogênio orgânico			X
Sílica dissolvida			
Alumínio dissolvido			X
Alumínio total			X
Arsênio dissolvido			
Arsênio total			X
Bário dissolvido			
Bário total			
Boro dissolvido			
Boro total			
Cádmio dissolvido			X
Cádmio total			X
Cálcio dissolvido			X
Cálcio total			X
Chumbo dissolvido			X
Chumbo total			X
Cobalto dissolvido			
Cobre dissolvido			X
Cobre total			X
Cromo dissolvido			
Cromo hexavalente			
Cromo total			X
Cromo trivalente			
Ferro dissolvido			X
Ferro total			
Magnésio dissolvido			
Magnésio total			X
Manganês dissolvido			
Manganês total			X
Mercúrio dissolvido			
Mercúrio total			X
Níquel dissolvido			
Níquel total			X
Potássio dissolvido			
Potássio total			
Prata dissolvido			
Selênio total			
Sódio dissolvido			
Sódio total			
Sulfetos			
Urânio dissolvido			
Vanádio dissolvido			
Zinco dissolvido			
Zinco total			X

PARÂMETROS	Unidade	Limites CONAMA	CONAMA
Cloreto total			X
Fluoreto total			X
Sulfato total			
Cianeto livre			X
Fenóis totais			X
Óleos e graxas			X
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno			X
Toxicidade crônica			X
Clorofila a			X
Densidade de cianobactérias			X
Coliformes termotolerantes			X
Coliformes totais			X
Estreptococos fecais			X

Quanto aos procedimentos de coleta, acondicionamento e preservação de amostras serão adotados a ABNT NBR 9898: *Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento*; ABNT NBR 9897: *Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento*; e/ou, os procedimentos preconizados pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW)*, 21ª edição (setembro de 2005), publicado pela American Water Works Association, American Public Health Association & Water Environmental Federation (APHA).

Os procedimentos analíticos serão realizados conforme métodos preconizados pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005)*, normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), procedimentos da Agência Ambiental Americana (EPA), e/ou, quaisquer outros métodos aplicáveis, quando julgados mais apropriados.

Todos os parâmetros, métodos analíticos, limite de quantificação, incertezas dos métodos, faixas certificadas de todos os parâmetros credenciados pela NBR ISO / IEC 17025, constarão em anexo aos relatórios elaborados (Volume 2), em Planilhas de Parâmetros e Qualidade Analítica.

As determinações analíticas de pH, Oxigênio Dissolvido, condutividade elétrica, potencial redox (Eh), temperatura e turbidez, especificamente, serão realizadas em campo, através de instrumentos portáteis, sem perda da qualidade analítica em relação às mesmas determinações realizadas em laboratório; e que, de forma a garantir a qualidade da preservação das amostras, serão realizadas imediatamente após as coletas as filtragens, utilizando-se filtros de papel de 0,45 µm, e acidificação das alíquotas destinadas às análises dos parâmetros solúveis.

Para atendimento de requisitos técnicos, serão consideradas a necessidade das coletas serem realizadas por pessoal comprovadamente habilitado, a utilização de equipamentos para transporte dos frascos e itens de amostragem que permitam a execução da tarefa de forma segura e ergonômica, tendo em vista que, alguns pontos de amostragem só podem ser acessados a pé, através de percurso em trilhas com duração

de 10 a 30 minutos, assim como, a organização das campanhas que leve em consideração os limites de tempo de preservação de amostras, como também, os cuidados indispensáveis com o material de coleta, no que diz respeito à preparação, estocagem, manutenção e transporte.

As anotações sobre as condições de amostragem deverão constar em ficha de campo, assim como de qualquer anormalidade em campo que possa impedir ou prejudicar a coleta criteriosa de amostras.

Com relação à confiabilidade metrológica, os equipamentos a serem utilizados em campo e nos laboratórios fornecedores estarão devida e comprovadamente calibrados contra padrões intermediários rastreáveis na cadeia metrológica. O laboratório a ser contratado será responsável por enviar cópias dos certificados de calibração dos instrumentos utilizados nas determinações analíticas relativas aos resultados apresentados. Os limites de detecção, quantificação e incertezas de medição no extremo inferior do intervalo de medição (limite detecção), serão devidamente fornecidos através de documento firmado pelo laboratório contratado.

O laboratório deverá ainda estabelecer as seguintes rotinas de controle de qualidade analítica:

1. Envio das cartas de controle da qualidade analítica para todos os parâmetros analisados por lote de amostras;
2. Realização do balanço iônico dos resultados de cada amostra;
3. Inserção de amostras de “branco de campo” para uma amostra por lote de amostras de cada parâmetro;
4. Envio dos resultados das análises e dos “brancos de laboratório” por lote de amostras.

10.1.3.8 Metas e Indicadores Ambientais

O programa tem como meta acompanhar a eficácia dos dispositivos de controle ambiental existentes, fornecendo subsídios para correções e modificações frente a verificação de dados não conformes.

Os indicadores ambientais utilizados para o cumprimento da meta são os parâmetros e respectivas concentrações estabelecidas de referência estabelecidas para corpos de água na Resolução CONAMA N° 357/2005.

10.1.3.9 Equipe Técnica

A equipe técnica será composta por um técnico responsável pela coleta de água e um coordenador, especialista em qualidade de água, para revisão e consolidação dos dados apresentados pelo laboratório, além da análise integrada.

10.1.3.10 Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento

À cada campanha será gerado um conjunto de produtos, constando de planilhas de campo, laudos de ensaios, relatórios de ensaios e síntese de resultados do

monitoramento. Semestralmente será produzido um relatório parcial e anualmente um relatório de consolidação dos dados.

10.1.3.11 Inter-Relação com Outros Planos/Programas

O Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais possui interface com os outros programas do Plano de Gestão dos Recursos Hídricos, com o Plano de Fechamento de Mina e com o Plano de Conservação da Biodiversidade.

10.1.3.12 Cronograma Físico-Financeiro

O programa será implementado antes do início das obras para implantação do, obedecendo-se pelo menos um período de um ano, e se prolongará durante a fase de implantação do empreendimento, se estendendo por toda a fase de operação e fechamento. Após o fechamento, o monitoramento deverá ter periodicidade semestral e deverá ser executado por pelo menos cinco anos. A lista de parâmetros, malha amostral, assim como a frequência e periodicidade das coletas será adequada em função dos resultados obtidos e das etapas de implantação e operação do empreendimento.

Inicialmente a periodicidade dos levantamentos será trimestral. A partir da interpretação dos primeiros resultados, os parâmetros sob investigação serão avaliados sobre a continuidade de análise dos mesmos, podendo haver alteração na lista inicial, assim como a periodicidade de alguns deles.

Os custos envolvidos são de aproximadamente R\$ 2.500,00. A rede amostral deverá cerca de 6 pontos a serem monitorados, totalizando R\$15.000,00, bimestralmente.

10.1.3.13 Instituições Envolvidas /Responsabilidade pela Execução

O empreendedor será o responsável pela execução deste programa, podendo contratar empresas especializadas para a execução do monitoramento.

10.1.3.14 Bibliografia

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-. Resolução N° 357, de 17 de março de 2005.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-. Resolução N° 397, de 3 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA no 357, de 2005

GOLDER ASSOCIATES BRASIL. PCA EXTRAMIL – Cava Norte, Belo Horizonte, 2008.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Monitoramento da qualidade das águas superficiais na Bacia do Rio das Velhas em 2007. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2008, Relatório anua. 187p.

VALE. PRO-0102-GAMBS. Monitorar Qualidade das Águas e de Efluentes Líquidos nas Minas do Sistema Sudeste e Sul, Vale, 2007.

VALE. PTP DIAM 006. Monitoramento da Qualidade da Água para fins de Consumo Humano, Vale, Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2007.

VALE. PTP DIAM 007. Monitoramento da Qualidade das Águas superficiais e subterrâneas, Vale, Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2007.

VALE. PTP DIAM 008. Monitoramento da Qualidade de Efluentes Líquidos, Vale, Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2007.

VALE/ERM BRASIL LTDA. EIA Mina Apolo, Belo Horizonte, 2008.

10.1.4 PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

10.1.4.1 Introdução

O Programa de Monitoramento Hidrogeológico e da Qualidade das águas subterrâneas visa promover quantitativamente e qualitativamente, a utilização racional dos recursos hídricos subterrâneos na área do projeto, tendo em vista as alterações previstas nas em relação à alteração da dinâmica hídrica subterrânea e da taxa de recarga do aquífero; e da alteração da qualidade das águas subterrâneas.

Estas alterações decorrem especialmente da geração de áreas lavradas e da geração de vazões de bombeamento para rebaixamento do nível de água e implicam na modificação de valores componentes do balanço hídrico, como a evapotranspiração e a taxa de infiltração de águas de chuva, com conseqüências diretas na alteração das taxas de recarga do aquífero, e conseqüências indiretas nas condições de circulação e descarga das águas subterrâneas.

10.1.4.2 Justificativa

A implantação do Programa de Monitoramento Hidrogeológico e da Qualidade das águas subterrâneas com poços de monitoramento se justifica pela possibilidade de ocorrência de impactos nos recursos hídricos subterrâneos, os quais podem se manifestar durante as etapas de implantação, operação e desativação do empreendimento. Cabe lembrar que os poços de monitoramento implantados para o reconhecimento das oscilações de nível d'água serão utilizados também para a coleta de amostras de qualidade da água dos sistemas aquíferos a serem impactados.

Conforme já apontado, as intervenções decorrentes do empreendimento, tanto na etapa de implantação quanto da de operação, podem interferir no equilíbrio dinâmico de recarga, movimento (fluxo) e descarga das águas subterrâneas, bem como afetar as nascentes que ocorrem no entorno do empreendimento.

Diante destas premissas justifica-se a elaboração e implementação Programa de Monitoramento Hidrogeológico e da Qualidade das Águas Subterrâneas.

10.1.4.3 Objetivos

O objetivo do Programa de Monitoramento hidrogeológico é monitorar possíveis alterações na dinâmica e na disponibilidade hídrica subterrânea, bem como de acompanhar sistemática e periodicamente a qualidade das águas subterrâneas, observando eventuais variações nos parâmetros monitorados.

Os objetivos específicos incluem:

- -Avaliar as condições da dinâmica hídrica subterrânea pré-implantação do empreendimento;
- -Acompanhar os efeitos da implantação, operação e fechamento do empreendimento sobre as oscilações naturais do nível das águas subterrâneas;

- -Acompanhar os efeitos da implantação, operação e fechamento do empreendimento sobre a qualidade das águas subterrâneas;
- -Fornecer subsídios para a avaliação da eficácia dos sistemas de controle ambiental implantados e para identificação da necessidade proposição de medidas ambientais.

10.1.4.4 Público Alvo e/ou Abrangência

O programa terá como público alvo a própria empresa, seus funcionários e abrangerá a área da cava do projeto N5 Sul e seu entorno imediato.

10.1.4.5 Requisitos Legais

Para a elaboração do relatório de monitoramento foram consideradas as seguintes Normas técnicas e legislações ambientais aplicáveis:

- DDE 0044/2002 – Estabelece as diretrizes da Gestão dos Recursos Hídricos na VALE;
- Portaria do Ministério da Saúde Nº 518, de 25 de Março de 2004, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências;
- *Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring – Second Edition*, UNESO/WHO/UNEP, 1992;
- Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água (CETESB, 1988);
- *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21ª edição.(APHA, 1998), tópicos 1060A, B e C;
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº396, de 03 de abril de 2008 - Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.
- Norma ABNT NBR 13.895 -construção de poços de monitoramento e amostragem.

10.1.4.6 Atividades

As atividades previstas no âmbito do Programa incluem

- Caracterização Geométrica do Sistema Aqüífero Carajás
- Caracterização piezométrica
- Caracterização dos Parâmetros Hidráulicos
- Caracterização das descargas naturais
- Monitoramento da Qualidade das águas subterrâneas - Caracterização hidroquímica
- Aprimoramento do Modelo Hidrogeológico conceitual

10.1.4.7 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 infra-estrutura 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.

De modo a caracterizar melhor a hidrogeologia da área de estudo e proporcionar dados para um futuro e mais detalhado trabalho, propõe-se uma série de atividades a serem realizadas.

De uma forma geral, o Sistema Aquífero Carajás já possui uma quantidade relevante de informações referentes à sua geometria, informações estas provenientes de mapeamentos geológicos e furos de sonda espalhados por toda a área do complexo. Entretanto, ainda se faz necessário a junção de todas estas informações com os dados da Mina N5 Sul e a elaboração de um modelo geológico incluindo esta porção do complexo.

A área de influência da futura cava do Projeto Mina N5 Sul conta hoje com 16 instrumentos para monitoramento piezométrico, sendo que por problemas de obstrução, dois não foram monitorados na última campanha, e quatro não puderam ser alcançados por falta de acessos.

Recomenda-se também a instalação de pelo menos três piezômetros em cada unidade hidroestratigráfica que se localiza dentro da zona das rochas encaixantes da formação ferrífera que será explorada. Até o momento não existe informação hidrogeológica de piezômetros dessas unidades.

Os pontos para monitoramento piezométrico foram locados em mapa, de modo a cobrir áreas carentes de informações referentes ao nível d'água, sendo assim, torna-se necessário uma locação em campo do local exato destes instrumentos.

A área de estudo não possui informações piezométricas referentes aos parâmetros hidráulicos dos sistemas aquíferos identificados na região. O ideal neste caso seria a construção de poços tubulares profundos que possibilitariam a caracterização destes parâmetros mediante a realização de ensaios de bombeamento. Entretanto, não sendo possível a construção de tais poços, recomenda-se que sejam realizados ensaios de infiltração naqueles piezômetros existentes e que não apresentam obstruções, assim como nos novos piezômetros que venham a ser construídos.

Vale ressaltar que, embora este tipo de ensaio não seja o mais adequado na caracterização dos parâmetros hidráulicos, ele pode dar indícios interessantes a respeito da permeabilidade do terreno. Os dados obtidos nos ensaios de infiltração darão, principalmente, uma idéia de comparação entre as permeabilidades dos distintos blocos.

10.1.4.7.1 Rede de Monitoramento Proposta

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 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 Mina N5 Sul.

A rede de monitoramento fluviométrico visa à quantificação das vazões circulantes dos cursos d'água. Para a realização da medida de vazão sugere-se inicialmente a utilização de dois vertedouros.

Tabela 25: Localização dos pontos de nascente a serem monitorados

PONTO	NORTE	LESTE	COTA	Ph	C (m/s)	STD	T(°C)	Q(l/s)	DESCRIÇÃO
PT-03	9325167,730	595469,610	553,520	4,90	9,00	4,00	24,10	2,00	Pequena nascente a 5 m da margem direita do Igarapé Jacaré. A nascente situa-se elevada mais ou menos 2 metros acima do leito do córrego.
PT-05	9325349,420	595471,200		5,22	3,00	1,00	25,50	5,00 a 10,00	Nascente na margem esquerda do córrego, com uma vazão de 5 a 10 l/s.
PT-06	9325450,630	595445,760	564,000	5,40	10,00	5,00	24,00	2,00 a 3,00	Nascente pontual abaixo de laje de Formação Ferrífera, quase na mesma cota do leito do córrego, com vazão estimada em 2 a 3 l/s
PT-09	9325734,680	595333,060	583,790	5,16	15	7	24,5	1,00 a 2,00	Pequena Nascente pontual situada acima do leito do igarapé, em área pequena brejada, com vazão entre 1 a 2 l/s
PT-18	9326723,260	596593,300	156,000						Descendo pela área de saída da lagoa no centro de N5S. Não há água corrente, porém se verifica área mais úmida e atinge-se uma área de início do Brejo do Buriti, com surgência difusa de água, pouco perceptível.
PT-19	9326855,940	596208,300	637,360	4,66	9	4	24,5	< 1,00	Nesse ponto ocorre uma pequena nascente na margem esquerda do Brejo do Buriti, que deságua no brejo, com vazão inferior a 1/s. Nascente em pequena área de brejo porém pouco acima do alagado principal, caracterizando um ponto nítido de surgência de água. Ao que tudo indica trata-se de zona de surgência difusa de água, que dão origem ao Brejo do Buriti.
PT-20	9326692,440	596080,750	649,520	5,35	2	1	23,2	20,00 a 30,00	Nesse ponto ocorre vazão significativa no Brejo do Buriti, com aumento considerável de vazão.- Região de surgência forte de

PONTO	NORTE	LESTE	COTA	Ph	C (m/s)	STD	T(°C)	Q(l/s)	DESCRIÇÃO
									água. A maior vazão de água do brejo concentra-se nesse ponto da sua margem esquerda.
PT-21	9327794,310	595881,540	638,980						Ponto situado nas cabeceiras do Brejo do Buriti, já nas proximidades da mina N5E. Ocorre área brejada e úmida, sem água corrente.
PT-24	9326681,680	597940,460	697,080	5,60	30,00	14,0 0	24,70	0,50 a 1,00	Nascente pontual e pequena sob laje de jaspilito – nascente em formação ferrífera
PT-30	9325384,400	597590,240	486,890	5,48	15,00	10,0 0	24,10	<1,00	Primeira surgência de água descindo o valor até esse ponto. A drenagem é constituída somente por blocos da form. ferrífera - canga e hematita. Pequena vazão. Gruta abaixo de blocos de CM. Na realidade são vários pontos de surgência laje ao longo da drenagem
PT-36	9324235,610	596631,450	426,540						Forte sequência de área na paredão de jaspilito. Nascente pontual (*****) sub capa de campo (parede). Água surge desde o ponto aqui assinalado com várias surgências para juscente (sempre sob canga). O ponto 2 é o local da sequência mais superior - paredão da canga. Monitora/ hidroquímico e campo.

*Legenda: C: condutividade, STD: sólidos dissolvidos totais, Q: vazão

Tabela 26: Localização dos vertedouros

PT-35	9325339,080	598255,130
PT-38	9324098,700	596680,480

A Rede Piezométrica inclui quatorze piezômetros, sendo que cinco serão utilizados como poços de monitoramento da qualidade da água para determinação de parâmetros hidrogeoquímicos do aquífero (Tabela). Caso exista dificuldade de amostragem em função do diâmetro do furo e da profundidade do NA, deverão ser executados poços de maior diâmetro para o monitoramento hidrogeoquímico.

Tabela 27: Localização dos poços de monitoramento instalados na área da futura Mina N5 Sul

Piezômetro	NORTE	LESTE	Cota do Terreno (m)	Cota do NA (m)*	Profundidade do NA*	Observação
PZ-01	9326694,20	596978,62	687,980	618,144	69,98	
PZ-03	9326000,97	596541,80	668,000	629,537	39,50	
PZ-05	9325137,77	595900,27	618,250	546,368	77,21	Monitoramento de Qualidade das águas
PZ-06	9326386,84	596814,26	670,440	617,787	52,88	Monitoramento de Qualidade das águas
PZ-07	9326122,08	596291,56	661,780	655,246	6,33	Monitoramento de Qualidade das águas
PZ-08	9326312,43	596221,33	670,720	632,991	37,28	
PZ-09	9326073,71	595943,66	667,120	627,700	41,07	
PZ-10	9325696,59	596157,18	680,480	632,270	52,10	Monitoramento de Qualidade das águas
PZ-11	9324954,26	595514,34	624,120	555,860	74,61	
PZ-12	9324548,84	595471,95	624,040	568,142	66,90	
PZ-13	9324166,72	595624,40	592,670	532,491	57,67	
PZ-14	9324835,03	595332,41	623,490	550,159	76,54	
PZ-15	9322864,99	595688,86	594,750	532,346	60,24	
PZ-26	9326759,01	596982,86	696,834	646,058	48,16	Monitoramento de Qualidade das águas

* Média Junho/2004 a outubro/2006 e outubro/2008 a agosto/2009

10.1.4.7.1.1 Qualidade das Águas Subterrâneas - Caracterização Hidroquímica

Para seleção dos parâmetros físico-químicos foram consideradas as informações relativas às características hidrogeológicas da área, as indicações de parâmetros para empreendimentos minerários relacionados a ferro, bem como parâmetros indicados na Resolução CONAMA 396/08 e indicados na Resolução CONAMA 357/05 para águas doces Classe 2. Foram mantidos ainda aqueles parâmetros que representam as informações mínimas para avaliação da qualidade da água, como: temperatura, condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido e sólido totais dissolvidos. A Tabela 28 apresenta a listagem dos parâmetros recomendados para análise.

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).

A Tabela 28 a seguir, apresenta os parâmetros selecionados para o monitoramento hidroquímico.

Tabela 28: Parâmetros a serem analisados para a caracterização hidroquímica das águas subterrâneas

Parâmetros de Análise em Campo	
Temperatura da água (°C)	Potencial Redox (mV)
Temperatura do ar (°C)	Condutividade elétrica (µS/cm)
pH	
Parâmetros de Análise em Laboratório	
Básicos	
Alcalinidade Total	Oxigênio dissolvido (mg/L O ₂)
Alcalinidade Bicarbonato (mg/L CaCO ₃)	Sódio dissolvido (mg/L Na)
Alcalinidade Carbonato (mg/L CaCO ₃)	Potássio dissolvido (mg/L K)
Turbidez (mg Pt/L)	Cálcio dissolvido (mg/L)
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	Magnésio dissolvido (mg/L Mg)
Cor verdadeira (NTU)	Fluoreto (mg/L F)
Cloreto (mg/L Cl)	Fosfato total (mg/L PO ₄)
Sulfato (mg/L SO ₄)	Fósforo total (mg/L P)
Sulfeto (mg/L S)	Nitrogênio amoniacal total (mg/L N)
Cianeto (mg/L CN)	Nitrato (mg/L N)
	Nitrito (mg/L N)
Metais dissolvidos	
Alumínio (mg/L Al)	Arsênio (mg/L)
Bário (mg/L Ba)	Cádmio (mg/L)
Boro (mg/L B)	Chumbo (mg/L)
Cobre (mg/L Cu)	Cobalto (mg/L Co)
Cromo (mg/L Cr)	Manganês (mg/L Mn)
Mercúrio (mg/L Hg)	Ferro (mg/L Fe)
Níquel (mg/L Ni)	Prata (mg/L Ag)
Urânio (mg/L U)	Zinco (mg/L Zn)
Vanádio (mg/L V)	
Metais totais	

Ferro (mg/L Fe)	Manganês (mg/L Mn)
-----------------	--------------------

POÇOS DE REBAIXAMENTO DA MINA

Na etapa de operação, torna-se necessário o monitoramento de poços de rebaixamento que serão instalados na mina para avaliar possíveis interferências das atividades de lavra e aspectos relacionados a estas como, por exemplo, vazamentos de óleo hidráulico e combustível e seus interferentes sobre a qualidade de águas subterrâneas.

Os poços para a execução das medições são selecionados aleatoriamente, em dependência da atividade de lavra e posicionamento de equipamentos ao longo das cavas.

A Tabela 29 apresenta os parâmetros a serem monitorados com periodicidade semestral.

Tabela 29: Parâmetros e periodicidade de monitoramento de poços de rebaixamento

Periodicidade	Parâmetros Monitorados
Semestral	Cor verdadeira, pH, Temperatura Ambiente, Temperatura da Água, Condutividade, Turbidez, Sólidos Dissolvidos totais, Sólidos em Suspensão, Sólidos Totais, Dureza, Oxigênio Dissolvido, carbono orgânico dissolvido**, Silica, Cloretos, Sulfatos, Bicarbonatos /Carbonatos*, Sódio, Cálcio, Magnésio, Potássio, Ferro Dissolvido, Manganês Total, Cádmio total, Chumbo Total, Nitrato, Nitrito, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal Total, Coliformes Termotolerantes, Óleos e Graxas e CO2 livre.

* A análise de carbonatos só deverá ser realizada quando o pH estiver acima de 8,3.

** O parâmetro carbono orgânico dissolvido deverá ser filtrado em campo, refrigerado e analisado dentro de 48 horas.

10.1.4.8 Metas e Indicadores Ambientais

A meta do programa é a aquisição sistemática de informações sobre a piezometria, os parâmetros hidrodinâmicos, as descargas naturais X das águas subterrâneas da Mina N5 Sul, buscando o aprimoramento do modelo hidrogeológico conceitual. Inclui-se também a caracterização hidroquímica (qualidade das águas).

Os indicadores ambientais do cumprimento são os produtos do monitoramento contendo mapas, planilhas, cálculos e dados sobre a evolução da aquisição dos dados. Para a qualidade das águas serão utilizados os parâmetros de referência e respectivas concentrações admissíveis estabelecidos para as águas subterrâneas na Resolução CONAMA N° 396/2008

10.1.4.9 Equipe Técnica

O monitoramento hidrogeológico através de leituras dos piezômetros pode ser realizado por profissional técnico em mineração/geologia e ser avaliado/revisado por geólogo sênior.

A equipe técnica responsável pelo monitoramento da qualidade das águas subterrâneas será composta dos técnicos responsáveis pela coleta e análise da água, conforme detalhado em programa, além de um coordenador, especialista em qualidade de água, para revisão e consolidação dos dados apresentados pelo laboratório.

10.1.4.10 Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento

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 a frequência de monitoramento nos vertedouros das estações de medição de descarga, em periodicidade semanal.

À cada campanha será gerado um conjunto de produtos, constando de planilhas de campo e resultados do monitoramento, os quais devem ser armazenados e tratados na forma de tabelas e mapas. Anualmente deverá ser elaborado um relatório de consolidação dos dados.

Os produtos incluem:

- Planilha de informações hidrogeológicas – leituras de cotas de nível d'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;

10.1.4.11 Inter-Relação com Outros Planos/Programas

O Programa de Monitoramento Hidrogeológico e da Qualidade das Águas Subterrâneas possui interface com os outros programas do Plano de Gestão dos Recursos Hídricos e com o Plano de Fechamento de Mina.

10.1.4.12 Cronograma Físico-Financeiro

O Monitoramento Hidrogeológico deverá ser implementado antes da etapa de implantação da cava e deve ser mantido durante toda a vida útil do mesmo. Deverá ter periodicidade mensal.

O monitoramento hidroquímico inicial deverá ser 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 subsequentes 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.

10.1.4.13 Instituições Envolvidas /Responsabilidade pela Execução

O empreendedor será o responsável pela execução deste programa, podendo contratar empresas especializadas para a execução da locação e instalação dos piezômetros e poços de monitoramento e do desenvolvimento desses poços seguindo da coleta de amostras da água subterrânea.

10.1.4.14 Bibliografia

COPAM -COMISSÃO DE POLÍTICA AMBIENTAL -. Deliberação Normativa nº 09, de 19 de abril de 1994. Minas Gerais. 1994.

COPAM - COMISSÃO DE POLÍTICA AMBIENTAL. Deliberação Normativa nº 01, de 05 de maio de 2008. Minas Gerais. 2008.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-. Resolução Nº 397, de 3 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA no 357, de 2005

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005.

ERM BRASIL LTDA. EIA Mina Apolo, Belo Horizonte, 2008.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL. PCA EXTRAMIL – Cava Norte, Belo Horizonte, 2008.

MDGEO - Projeto Mina Apolo Modelo Hidrogeológico Conceitual, Relatório Interno da Vale, 2009

RELTEC/MULTIGEO. Relatório Final – Inventário de Pontos D'água e de Usuários na Área do Projeto Maquiné. Companhia Vale do Rio Doce – VALE – Santa Bárbara e Caeté/MG. São Paulo: 2007. 161p. (RT6135.doc). 2006.

VALE. PRO-0102-GAMBS. Monitorar Qualidade das Águas e de Efluentes Líquidos nas Minas do Sistema Sudeste e Sul, Vale, 2007.

VALE/HIDROVIA. Tema Hidrogeologia - procedimento 079525267 para tratamento e validação de estudos ambientais em empreendimentos Vale. Belo Horizonte, dezembro de 2007.

10.2 PLANO DE GESTÃO DE SEDIMENTOS

10.2.1 INTRODUÇÃO

Este Plano está relacionado aos impactos de Alteração na Dinâmica Erosiva, Alteração na Qualidade das Águas Superficiais e Alteração no Relevo/Paisagem, estabelecendo as diretrizes necessárias para prevenir e controlar a ocorrência de indesejáveis escapes de sedimentos na área do empreendimento desde a etapa de planejamento até a de fechamento, bem como as ações de monitoramento que serão essenciais para o acompanhamento da eficiência das ações de controle adotadas.

10.2.2 JUSTIFICATIVA

Razões voltadas à manutenção da qualidade ambiental atual, considerando-se como aspectos de análise o comportamento morfodinâmico dos terrenos, bem como o ritmo de assoreamento ou da carga de sedimentos que podem ser incorporadas aos cursos de água durante as diferentes etapas do projeto, justificam a implantação do programa. Trata-se de garantir ao máximo a integridade dos cursos de água no entorno do empreendimento, bem como o confinamento do material mobilizado dentro do espaço definido das atividades de mineração.

Além disso, há também, a necessidade de garantia de estabilidade de todo o conjunto das estruturas associadas ao empreendimento exigindo a manutenção da integridade e da segurança de todo um sistema operacional e de apoio que encontra-se em formação para a composição integral do empreendimento em apreço.

Neste caso, o controle dos processos erosivos em muito se reveste de importância, pois a partir dele é que são modificados volumes que são adicionados às calhas fluviais, podendo potencializar alterações nas dinâmicas do escoamento superficial com conseqüente solapamento de taludes e bases de encostas.

De toda forma, o controle da erosão e, conseqüentemente, do assoreamento, apresenta-se como uma ação orientada para a manutenção da integridade dos parâmetros ambientais vigentes antes da instalação do empreendimento, bem como a integridade funcional das áreas diretamente associadas ao mesmo.

10.2.3 OBJETIVOS

Os objetivos deste Plano serão garantir a manutenção da estabilidade da cobertura superficial e minimizar os efeitos decorrentes do aumento da predisposição a processos exógenos, ocorrência de processos erosivos com conseqüente alteração da dinâmica erosiva. Contempla ainda a contribuição para a redução da intensidade dos processos de assoreamento dos cursos d'água a jusante, garantindo a qualidade da água atualmente observada nas drenagens inseridas no contexto do empreendimento estando diretamente relacionado ao impacto de alteração da dinâmica hídrica superficial.

10.2.4 PÚBLICO ALVO / ABRANGÊNCIA

Os funcionários da Vale ou empresas contratadas para a execução do projeto Mina N5 Sul, será o principal público a ser atingido programa.

A abrangência imediata é a bacia hidrográfica do Igarapé Jacaré, pois seus afluentes drenam a área a ser interferida. Com o controle dos sedimentos, tais drenagens serão preservadas do assoreamento pelos sedimentos gerados pelo empreendimento.

10.2.5 REQUISITOS LEGAIS PARA EFETIVA IMPLANTAÇÃO

Não se aplica diretamente. No entanto, as ações previstas permitem maior êxito no atendimento dos parâmetros da qualidade exigidos na resolução CONAMA 357 de março de 2005.

10.2.6 ATIVIDADES

Durante a implantação do programa, serão instalados sistemas de drenagem e de contenção de sedimentos com o objetivo de coletar as águas de escoamento superficial e os sedimentos transportados. Com essas medidas, pretende-se diminuir a capacidade de ação de mecanismos causadores de erosão nos solos e assoreamento de drenagens.

Além dessas estruturas físicas, será adotado um plano de medidas que conta com ações de controle, monitoramento e mitigação e tem por objetivo a prevenção do processo de geração de sedimentos, diminuindo o custo do programa, já que evita a construção de estruturas para controlar processos desencadeados de erosão posteriormente à implantação do empreendimento.

As ações pautam na definição de pontos de amostragem locados nas principais drenagens vinculadas ao desenvolvimento do projeto Mina N5 Sul, desenvolvimento das atividades de terraplanagem de grande monta durante as épocas de menores precipitações, agilidade no processo de estabilização de taludes e pilhas, disposição adequado de qualquer material mobilizado.

10.2.7 METODOLOGIA

O Plano de Gestão de Sedimentos será pautado pela implantação de dois sistemas: um de contenção de sedimentos, constituído por diques, *sumps* e leiras; e um sistema de drenagem que será composto por canaletas, sarjetas, bueiros, sistemas de dissipação e caixas de areia.

Além disso, contará com três tipos de ações, sendo elas:

Ações de Controle: correspondem a ações diretas e estruturais na ADA do empreendimento que visam à prevenção de processos erosivos.

Ações de Monitoramento: correspondem a ações preventivas por avaliações periódicas do estado de conservação das estruturas que envolvem o risco de erosão e assoreamento.

Ações de Mitigação: ações de intervenção para combater os efeitos de processos erosivos em geral.

10.2.8 METAS E INDICADORES AMBIENTAIS

Este programa tem como meta evita o escape de sedimentos das áreas operacionais em direção a drenagens naturais.

Como indicadores ambientais serão considerados como objeto de acompanhamento os parâmetros de qualidade da água vinculados à concentração de sedimentos, como cor, turbidez, sólidos em suspensão entre outros, o estado das calhas fluviais no entorno do projeto em termos da formação de bancos de assoreamento.

10.2.9 EQUIPE TÉCNICA

Este Plano pode ser orientado por engenheiros civis, geólogos com especialização em geotecnia e drenagem, geógrafos, agrônomos, além de profissionais com formação envolvendo dinâmica erosiva. Após orientações, outros profissionais podem ser responsáveis pelos monitoramentos visuais simples e reportados com maior frequência ao responsável pelo monitoramento.

10.2.10 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS / RESPONSABILIDADE DE EXECUÇÃO

A responsabilidade pelo desenvolvimento e implementação do Plano de Gestão de Sedimentos será da Vale. Ao mesmo tempo, as empreiteiras contratadas deverão seguir as diretrizes do Plano durante suas atividades.

10.2.11 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO

Este Plano deve contemplar visitas técnicas bimestrais, sendo realizado um Relatório Bimestral reportado a Vale e um Relatório semestral reportado ao IBAMA.

10.2.12 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

O custo anual do Plano é de cerca e R\$ 80.000,00.

10.2.13 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PLANOS/PROGRAMAS

O Plano de Gestão de Sedimentos está inter-relacionado com o Plano de Gestão de Recursos Hídricos, já que a qualidade das águas superficiais poderá ser alterada pelos sedimentos gerados pelo empreendimento. Relaciona-se, também, ao Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, tendo em vista que as estruturas de controle, as áreas de supressão de vegetação, taludes e áreas de corte e aterro a serem recuperadas são potenciais geradoras de sedimentos, ao Plano de Fechamento de Mina já que em suas atividades sedimentos serão gerados e ao Plano de Gestão de Resíduos, pois a limpeza das estruturas de contenção de resíduos poderão promover a geração de sedimentos que precisarão ser controlados.



10.2.14 BIBLIOGRAFIA

VALE-ERM-GOLDER, 2005 - Plano de Controle Ambiental – Projeto Serra Norte 100Mtpa.

GOLDER, 2009 – RT -079-515-5020-0029-01-J.

10.3 PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS

10.3.1 INTRODUÇÃO

De acordo com a norma da ABNT NBR 10004:2004, define-se resíduos sólidos como todos aqueles resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nessa definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível”.

A gestão inadequada dos resíduos compromete a qualidade do solo e das águas, favorece a proliferação de vetores nocivos à saúde, cria problemas sociais (como os lixões) e pode causar a emissão de gases poluentes para a atmosfera.

Para uma gestão adequada dos resíduos é necessária a adoção de um conjunto de procedimentos que visem primeiramente minimizar a geração de resíduos, e identificar os resíduos gerados, caracterizando aqueles que são inerentes aos processos, segregá-los, acondicioná-los e destiná-los em conformidade com a legislação ambiental e com procedimentos operacionais adotados pela Vale.

Existe implantado no Complexo Minerador Ferro Carajás um Programa de Gerenciamento de Resíduo e anualmente é enviado ao órgão ambiental um Relatório de Desempenho Ambiental da Gestão de Resíduos das Minas de Ferro e Manganês, em atendimento à condicionante Nº 2.1 referente à LO Nº 267/2002 retificada em 15/09/2008 da Mina de Ferro.

O plano proposto para a Mina N5 Sul segue as mesmas diretrizes do plano em andamento no complexo, embasada em Normas Técnicas da ABNT e na legislação ambiental vigente, sendo apenas uma complementação para a nova área de expansão.

10.3.2 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 e em consonância com a legislação ambiental vigente.

As práticas adotadas atualmente pela empresa em relação à gestão de resíduos minimizam custos operacionais, na medida em que os processos adotados, em última análise, propiciam a redução de gastos com a recuperação de áreas contaminadas ou com a reparação de danos a terceiros, que poderiam ser causados pela gestão inadequada dos resíduos.

10.3.3 OBJETIVOS

O Programa de Gestão de Resíduos visa o controle ambiental dos resíduos desde a origem até a sua destinação final, em atendimento à legislação ambiental vigente, e visando a minimização da geração, a maximização da reutilização e da reciclagem, e a minimização do descarte de resíduos. Consequentemente o Programa visa à redução de impactos assim como de custos operacionais. Adicionalmente, a conservação de recursos naturais é um ganho diretamente ligado à reutilização e reciclagem de resíduos. A Figura 34 sintetiza os princípios do Programa em questão.

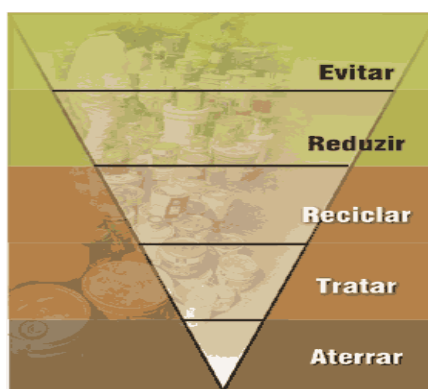


Figura 34: Princípios do PGR

10.3.4 PÚBLICO ALVO E/OU ABRANGÊNCIA

O Programa de Gestão de Resíduos se aplica a todos os empregados diretos e indiretos vinculados às diferentes etapas do projeto Mina N5 Sul. Trata-se da extensão dos procedimentos já adotados no Complexo Carajás ao contexto a ser configurado com o presente projeto. Assim público-alvo do PGR é composto por empregados e contratados.

10.3.5 REQUISITOS LEGAIS

Os principais requisitos legais aplicáveis estão contemplados nos diplomas legais relacionados a seguir:

Resolução CONAMA nº 358/05 – Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

Resolução CONAMA nº 275, de 25/04/2001 – Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

Resolução nº 23, de 12/12/1996 – Dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.

Resolução ANVISA RDC 306/04 – Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde;

Lei Estadual nº 6517/02 - Dispõe sobre a responsabilidade por acondicionamento, coleta e tratamento dos Resíduos de Serviços de Saúde no Estado do Pará;

ABNT. *NBR 10.004 – Resíduos Sólidos*. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2004

ABNT. *NBR 11.174 – Armazenamento de resíduos sólidos classes II – não inertes e III – inertes*. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1990.

ABNT. *NBR 12.235 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos*. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1992.

ABNT.NBR12807 - Resíduos de serviços de saúde. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993.

ABNT.NBR12808 Resíduos de serviços de saúde Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993

ABNT.NBR12809 - Manuseio de resíduos de serviço de saúde. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993

ABNT.NBR12810 - Coleta de resíduos de serviços de saúde. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas 1993.

ABNT. NBR13463 Coleta de resíduos sólidos Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas 1995.

10.3.6 ATIVIDADES

As atividades a serem desenvolvidas no âmbito do Plano de Gestão de Resíduos são:

- Elaborar o Inventário de Resíduos gerados no empreendimento: Caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos gerados;
- Implementar o Programa de Coleta Seletiva;
- Segregar corretamente os resíduos gerados pela operação do empreendimento em função de sua classificação, acondicionar e coletar, conforme os procedimentos estabelecidos;
- Estocar o resíduo no DIR – Depósito Intermediário de Resíduo e transportar para a CMD - Central de Materiais Descartáveis ;
- Treinar continuamente os funcionários;
- Tratamento de Não conformidades.

10.3.7 METODOLOGIA

As atividades serão desenvolvidas por uma equipe previamente designada (Comissão de Resíduos), que será responsável por implementar e manter o Plano de Gestão de Resíduos.

10.3.7.1 Inventário de Resíduos

Para a adequação e melhoria contínua dos procedimentos visando à gestão adequada dos resíduos é imprescindível a realização do inventário, ou seja, a caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos gerados.

Os dados de geração de todo o resíduo, incluindo os gerados por empresas contratadas deverão ser informados em planilha específica alimentada pela Gerência de Serviços.

A partir do inventário, a Comissão de Resíduos pode estabelecer alternativas de minimização da geração, prioridades para o re-processamento e/ou reaproveitamento interno de resíduos, planos de ação para garantir a gestão de resíduos em conformidade com a legislação ambiental vigente, bem como indicadores de desempenho específico da gestão de resíduos dentro da unidade.

10.3.7.2 Classificação de Resíduos

De acordo com a Associação de Normas Técnicas NBR 10004 os resíduos são classificados da seguinte forma:

- Resíduos perigosos ou classe I – todos aqueles resíduos caracterizados como: reativos, corrosivos, tóxicos, patogênicos, radioativos, inflamáveis; são exemplos de resíduos classe I: óleos e graxas minerais, borras oleosas, tintas, vernizes, solventes, resíduos de agrotóxicos contendo metais pesados, resíduos de serviços de saúde (ambulatórios, hospitais, clínicas, etc.), resíduos ácidos ou alcalinos, dentre outros.
- Resíduos não perigosos ou classe II - Não inertes ou classe II A – todos aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes, nos termos da ABNT NBR 10004. Os resíduos Classe II A – Não Inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água; são exemplos de resíduos classe II A: os restos de alimentos, os lodos das ETES e das fossas sépticas, os resíduos sanitários em geral, os resíduos das podas de árvores, dentre outros;
- Resíduos inertes ou classe II B – quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, segundo a NBR 10007, e submetidos a um contato estático e dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. São exemplos de resíduos classe II B: rochas, tijolos, vidros, plásticos e borrachas, papel, papelão, tecidos, dentre outros.

Devido à complexidade dessa classificação e para um melhor gerenciamento do Programa de Gestão de Resíduos, a Vale criou o procedimento PRO 0010/GABAN – Separação, Acondicionamento, Armazenamento e Disposição de Resíduos onde todos os resíduos gerados nas minas de ferro e manganês de Carajás são classificados em 17 Grupos diferentes em função de sua natureza conforme quadro abaixo:

Tabela 30: Classificação por Grupos de acordo com a natureza dos resíduos (PRO 0010/GABAN).

CLASSIFICAÇÃO	NATUREZA DOS RESÍDUOS
GRUPO 01	Bateria e Pilhas
GRUPO 02	Borracha e Pneus
GRUPO 03	Entulho de obras
GRUPO 04	Lodos e borras e poeiras de sistema de tratamento
GRUPO 05	Madeira
GRUPO 06	Metálicos
GRUPO 07	Não metálicos
GRUPO 08	Oleosos
GRUPO 09	Papel e Papelão
GRUPO 10	Plásticos/polímeros sintéticos
GRUPO 11	Resíduos com mercúrio
GRUPO 12	Resíduos domésticos
GRUPO 13	Resíduos especiais
GRUPO 14	Resíduos mistos
GRUPO 15	Tecidos, lonas e polímeros
GRUPO 16	Vidros
GRUPO 17	Estéril, rejeitos e sedimentos da mineração

Fonte: Vale, 2009

10.3.7.3 Coleta Seletiva

O Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos, atualmente já implantado no Complexo Minerador Ferro Carajás, obedece às regras de segregação em contentores coloridos conforme código de cores padronizadas internacionalmente e requeridas pela Resolução CONAMA nº 275/2001. Posteriormente os resíduos são destinados aos depósitos intermediários de resíduos - DIR e Central de Materiais Descartáveis - CMD.

Os resíduos administrativos devem ser segregados em três tipos principais:

- Papel (cor azul): aparas de papel, jornais, revistas, caixas, papelão, papel de fax, folhas de caderno, envelopes, fotocópias, folhetos, impressos em geral.
- Plástico (cor vermelha): garrafas de água mineral e refrigerante, recipientes para produtos de higiene e limpeza, PVC, tubos e conexões, sacos plásticos em geral.
- Outros (cor cinza): papel plastificado, carbono, fitas e etiquetas adesivas, grampos, papel higiênico, restos de alimentos, papéis e guardanapos engordurados.

10.3.7.4 Segregação, Acondicionamento e Coleta de Resíduos.

Próximo a cada fonte geradora, deverão ser instalados depósitos intermediários para acondicionamento temporário do resíduo. As áreas de disposição de resíduos não perigosos serão dotadas de caçambas semi estacionárias para resíduos de maior

densidade volumétrica e praça de resíduos para os recicláveis leves, ambas devidamente padronizadas.

Os resíduos perigosos devem ser acondicionados em tambores metálicos certificados pelo INMETRO ou instituição associada, em atendimento à Portaria 071/08 INMETRO com tampa e anel de vedação, identificados com etiqueta adesiva na cor padrão de acordo com a citada resolução.

Os responsáveis pela geração dos resíduos devem preencher o Manifesto Interno de Resíduos – MIR, documento no qual são inseridas diversas informações referentes ao resíduo gerado (tipo, área geradora, local de destino, modo de acondicionamento, código e estado físico, responsável pelo transporte e tipo de veículo utilizado) e que permite o controle e a rastreabilidade dos dados de geração.

Tal documento serve como base para o preenchimento do inventário de resíduos e é através dele que são corrigidas as inconsistências identificadas na planilha de controle da geração.

A coleta dos resíduos e seu transporte interno são feitos por caminhão de transferência interna de resíduos, sendo as quantidades geradas devidamente monitoradas.

10.3.7.5 Armazenamento e Disposição de Resíduos

As áreas para armazenamento e disposição dos resíduos são compostas por uma Central de Materiais Descartáveis – CMD e uma Célula de Resíduos Inertes – CRI.

A CMD, instalada próxima à Mina de N5, possui as seguintes estruturas: balança rodoviária e cabine de controle, galpão de resíduos perigosos – Classe I, pátio de óleo usado, galpão de resíduos recicláveis, pátio de sucatas metálicas e não metálicas, usina de triagem e galpão para compostagem e aterro sanitário.

A célula de resíduos inertes está localizada em área específica para formação de pilhas de estéril de minério e é cercada, isolando o acesso à área, de modo a garantir o controle dos resíduos descartados e evitar a disposição inadequada de resíduos.

10.3.7.6 Destinação Final de Resíduos Para Área Externa

Para destinar os resíduos gerados nas suas unidades operacionais, a Vale busca no mercado empresas especializadas na destruição, disposição ou reutilização como matéria-prima na fabricação de produtos. Para tanto é realizado todo um processo de habilitação e homologação de toda empresa interessada em receber o resíduo da empresa.

A adoção destes procedimentos visa salvaguardar a Vale de ter a sua imagem vinculada a qualquer fato relacionado à degradação do meio ambiente.

Para os resíduos perigosos, quando destruídos ou utilizados em empresas de terceiros, o procedimento prevê o acompanhamento da destruição ou utilização, através de vistorias programadas na empresa a qual o resíduo foi enviado.

Todo e qualquer resíduo que for enviado para tratamento, reciclagem ou disposição final fora da área do complexo devem ser acompanhados do Manifesto para Transporte de Resíduos – MTR, a ser emitido pela Vale para o controle do transporte e da disposição final dos resíduos.

10.3.7.7 Treinamento dos Funcionários

Como forma de controlar e mitigar o impacto gerado pela disposição inadequada bem como promover a necessidade de minimização de geração de resíduos deverá ser realizado treinamento dos funcionários diretos e indiretos.

O treinamento deverá abordar os seguintes temas:

- Conceitos sobre o meio ambiente;
- Atributos naturais da área de inserção da usina;
- Conceito de passivo ambiental;
- Potencial poluidor dos resíduos gerados;
- Importância de segregação e disposição adequada dos resíduos.

10.3.7.8 Tratamento de Não conformidades

O tratamento das não conformidades (NC's) referentes à gestão de resíduos identificadas em auditorias e inspeções é feita através de sistemática padronizada que estabelece as diretrizes para identificação, tratamento e gestão de não conformidades. Este procedimento visa permitir:

- Aplicação de método para análise e identificação das causas reais de não-conformidades relacionados aos produtos, processos e sistema;
- Aplicação de controles que assegurem a eficácia das ações tomadas;
- Identificar as não conformidades reais ou não conformidades potenciais, bem como as ações imediatas quando da existência de impactos ambientais;
- Aplicação de ações corretivas/preventivas para tratar em um nível correspondente à magnitude dos problemas proporcional ao impacto ambiental verificado;
- Implementar e registrar alterações nos procedimentos resultantes de ação corretiva e preventiva;

A base de dados das NC's identificadas é armazenada em sistema informatizado.

10.3.8 METAS E INDICADORES AMBIENTAIS

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.

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.

10.3.9 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.

10.3.10 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS / RESPONSABILIDADE DE EXECUÇÃO

A responsabilidade pela execução do programa será da Vale, devendo esta assegurar o cumprimento das premissas aqui definidas por terceiros contratados.

10.3.11 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO – DEFINIÇÃO DA FORMA DE APRESENTAR E PERIODICIDADE DOS RELATÓRIOS.

O Formulário do Inventário de Resíduos Sólidos deverá ser apresentado anualmente ao IBAMA, contendo a identificação do responsável legal pela empresa e do responsável técnico devidamente habilitado.

10.3.12 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

O Programa de Gestão de Resíduos deverá ser desenvolvido, ininterruptamente, durante as etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento.

Os recursos financeiros necessários para a implantação do Programa estão relacionados com a implantação das estruturas necessárias ao acondicionamento temporário do resíduo a ser gerado, bem como gastos relativos à remuneração dos profissionais encarregados pela coleta do resíduo e transporte até a Central de Materiais Descartáveis – CMD, e deverão ficar a cargo da Vale.

Além disso será necessário a compilação dos dados do inventário de resíduos e a elaboração do relatório técnico anual a ser encaminhado ao órgão ambiental.

Os custos para desenvolvimento deste programa já estão contabilizados no Complexo Minerador de Carajás, onde estão todas as estruturas de destino dos resíduos a serem gerados no contexto da Mina N5 Sul

10.3.13 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PLANOS/PROGRAMAS

O plano de gerenciamento de resíduos apresenta interface com o Plano de Gestão de Recursos Hídricos e o Programa de Educação Ambiental.

10.3.14 BIBLIOGRAFIA

ABNT (2004). NBR10.004/04. Resíduos Sólidos - Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Associação Brasileira Normas Técnicas

VALE-ERM-GOLDER, 2005 - Plano de Controle Ambiental – Projeto Serra Norte 100 Mtpa.

VALE-AMPLO, 2009 - Plano de Controle Ambiental – Estrada de Ferro Vitória Minas

VALE- GOLDER, 2009 - Plano de Controle Ambiental – Projeto S11D.

VALE-AMPLO, 2009 – Plano Básico Ambiental – Estrada Ferro Carajás FASE II

VALE, 2009 – Programa de Gestão de Resíduos das Minas de Ferro e Manganês de Carajás.

VALE, 2008 - Relatório de Desempenho Ambiental da Gestão de Resíduos das Minas de Ferro e Manganês

10.4 PLANO DE GESTÃO DA QUALIDADE DO AR

O Plano de Gestão da Qualidade do Ar para as atividades de lavra e beneficiamento da Mina N5 Sul é composto de dois programas: Programa de Controle das Emissões Atmosféricas e Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar.

10.4.1 PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

10.4.1.1 Introdução

O programa foi criado com a intenção de orientar as ações de controle das emissões atmosféricas visando a minimização dessas emissões, com maior foco no material particulado, principal poluente potencialmente emitido pelas atividades a serem realizadas na Mina N5 Sul, além do monitoramento das emissões de gases poluentes originados da queima de combustíveis fósseis.

10.4.1.2 Justificativa

As tarefas desenvolvidas nas etapas de implantação, operação e fechamento da Mina N5 Sul 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 controle e monitoramento, de forma a permitir a prevenção e mitigação dessas emissões, preservando a qualidade do ar da AID do empreendimento.

10.4.1.3 Objetivos

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. A partir desse controle, espera-se que haja uma redução das emissões, de forma a possibilitar que as concentrações de poluentes na atmosfera da AID sejam mantidas dentro dos limites de qualidade ambiental preconizados pela Resolução CONAMA 03/1990.

10.4.1.4 Público Alvo e/ou Abrangência

O público alvo do programa são todos os empregados da Vale, as equipes de empresas contratadas, bem como todos os veículos que transitarem dentro da área do empreendimento.

10.4.1.5 Requisitos Legais

A Resolução CONAMA 003 de 28.06.1990 trata da qualidade do ar, de definições e de padrões - estabelece o limite legal para concentração de Poeira Total em Suspensão

(PTS) e Poeira Inalável (PI), bem como os níveis de Atenção, Alerta e Emergência para tomadas de decisão de controle.

No caso das Minas de Ferro e Núcleo Urbano de Carajás, utiliza-se o padrão primário, já que como consta no Artigo 7º da Resolução supracitada – “Enquanto cada estado não definir as áreas de Classe I, II e III mencionadas no item 2, sub-item 2.3, da Resolução CONAMA Nº 05/89, serão adotados os padrões primários de qualidade do ar estabelecidos na Resolução CONAMA 03/90”.

Para o padrão primário de Material Particulado Total em Suspensão e de Partículas Inaláveis, a mencionada Resolução fornece dois limites de médias, a saber:

Tabela 31: Níveis Definidos pela Resolução CONAMA 003/90

Padrão Primário	PTS	PI
Concentração média de 24 horas (não deve ser excedida mais de uma vez por ano)	240µg/m ³	150µg/m ³
Concentração média Geométrica anual	80µg/m ³	50µg/m ³

Fonte: Resolução CONAMA 003/90

Em relação aos níveis os níveis de Atenção, Alerta e Emergência para tomadas de decisão de controle, são definidas concentrações para cada poluente, a saber:

Tabela 32 Níveis Definidos pela Resolução CONAMA 003/90

Níveis definidos	PTS (média de 24 horas)	PI (média de 24 horas)
Nível de Atenção	375 µg/m ³ de ar amostrado	250 µg/m ³ de ar amostrado
Nível de Alerta	625 µg/m ³ de ar amostrado	420 µg/m ³ de ar amostrado
Nível de Emergência	875 µg/m ³ de ar amostrado	500 µg/m ³ de ar amostrado

Fonte: Resolução CONAMA 003/90

10.4.1.6 Atividades

Durante as fases de implantação, operação e fechamento do empreendimento, as seguintes ações de controle das emissões atmosféricas devem ser adotadas:

- Umectação das vias de acesso internas não pavimentadas;
- Lavagem de vias de acesso pavimentadas (quando necessário);
- Definição de limites de velocidade de veículos nas vias de tráfego;
- Permissão de circulação apenas para veículos autorizados nas áreas envolvidas;
- Estabelecimento de um programa de manutenção dos caminhões e equipamentos dotados de motores 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.

Com relação ao monitoramento das emissões provenientes do escapamento de máquinas e veículos, esse será realizado através do teste da Escala Ringelmann para monitoramento de fumaça preta.

10.4.1.7 Metodologia

Propõe-se que as ações de controle e monitoramento relacionadas ao projeto Mina N5 Sul sejam realizadas seguindo as orientações descritas a seguir.

10.4.1.7.1 Umectação das Vias de Acesso Internas Não Pavimentadas

Deverá ser implantado e mantido uma rotina operacional de umectação das vias, ou plano de umectação, 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.

10.4.1.7.2 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 pista de rolamento pavimentada e da ocorrência de emissões visíveis de poeira nessas vias.

10.4.1.7.3 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.

10.4.1.7.4 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.

10.4.1.7.5 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.

10.4.1.7.6 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.

10.4.1.7.7 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). Outra opção de caráter temporário é o uso de polímeros ou supressores de pó.

10.4.1.7.8 Monitoramento das Emissões de Fumaça Preta

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.

10.4.1.8 Metas e Indicadores Ambientais

São estabelecidas as seguintes 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.

Os indicadores ambientais deste programa serão adotados a partir dos dados gerados pelo monitoramento de Qualidade do Ar, cujos parâmetros e metodologia serão descritos a seguir.

10.4.1.9 Equipe Técnica

São recursos humanos a serem utilizados no presente Programa: Engenheiro ou técnico com formação adequada para executar e acompanhar as atividades de controle das emissões atmosféricas.

10.4.1.10 Instituições Envolvidas / Responsabilidade de Execução

A responsabilidade pelo desenvolvimento e implementação do Programa será da Vale.

10.4.1.11 Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento – Definição da Forma de Apresentar e Periodicidade dos Relatórios.

A avaliação e o acompanhamento dos resultados das ações propostas serão feitos a partir dos relatórios elaborados no Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar, bem como os registros dos testes aplicados de monitoramento da fumaça preta.

10.4.1.12 Cronograma Físico-Financeiro

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 a partir da implantação da Mina N5 Sul e perdurar durante toda a operação, bem como em seu fechamento.

Os custos relacionados ao programa já integram a gestão ambiental de todo o Complexo Ferro Carajás, não implicando na necessidade de ampliação do corpo técnico a ser envolvido em tal tarefa.

10.4.1.13 Inter-Relação com Outros Planos/Programas

O Programa de Controle e Monitoramento das Emissões Atmosféricas está inter-relacionado diretamente com o Programa de Monitoramento da Qualidade do ar, já que a qualidade do ar depende da implementação das ações propostas nesse programa. Relaciona-se, também, ao Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, tendo em vista que a revegetação proposta em tal plano é uma das ações de controle de emissões atmosféricas, ao Plano de Gestão de Pilhas, grande fonte geradora de material particulado por arraste eólico, e ao Plano de Fechamento de Mina já que em suas atividades haverá emissões atmosféricas que deverão ser controladas e monitoradas.

10.4.1.14 Bibliografia.

CONAMA - Resolução no 003/1990 - Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.

CONAMA - Resolução no 005/1989 - Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar - PRONAR

VALE-AMPLO, 2009 - Plano de Controle Ambiental – Estrada de Ferro Vitória Minas

VALE - GOLDER, 2009 - Plano de Controle Ambiental – Projeto S11D.

VALE-ERM-GOLDER, 2005 - Plano de Controle Ambiental – Projeto Serra Norte 100Mtpa.

10.4.2 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

10.4.2.1 Introdução

O programa de monitoramento da qualidade do ar apresenta foco na avaliação constante das condições da qualidade do ar da região e o conhecimento das condições meteorológicas que interferem nos processos de emissão e dispersão de poluentes.

As principais emissões atmosféricas provenientes das atividades a serem desenvolvidas na Mina N5 Sul e que deverão ser monitoradas são: Partículas Totais em Suspensão – PTS, Partículas Inaláveis – PI e, em menor escala, óxidos de nitrogênio – NO_x.

10.4.2.2 Justificativa

As atividades a serem desenvolvidas na Mina N5 Sul são potencialmente geradoras de poluentes atmosféricos, com destaque para o Material Particulado e as Partículas Inaláveis. 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).

10.4.2.3 Objetivos

O programa tem por objetivo acompanhar a qualidade ambiental da atmosfera da área de influência direta do empreendimento, através do monitoramento da qualidade do ar da região.

Os objetivos específicos do monitoramento da qualidade do ar são:

- Avaliar continuamente a qualidade do ar com base nos padrões legais estabelecidos visando a proteção da saúde e o bem estar da comunidade;
- Propor ações de controle ambiental para as principais fontes de emissão identificadas;

- Acompanhar as tendências e mudanças na qualidade do ar devidas as alterações nas emissões dos poluentes;
- Proporcionar vigilância sistemática da qualidade do ar, possibilitando ativar ações de emergência quando os níveis de poluentes na atmosfera possam representar risco à saúde pública.

10.4.2.4 Público Alvo e/ou Abrangência

Esse programa deverá abranger toda a área de influência atmosférica do empreendimento proposto. O público alvo do programa são todas as pessoas que se encontram dentro da área a ser monitorada, incluindo empregados da Vale, as equipes de empresas contratadas, visitantes, dentre outros.

10.4.2.5 Requisitos Legais

A Resolução CONAMA 003 de 28.06.1990 trata da qualidade do ar, de definições e de padrões - estabelece o limite legal para concentração de Poeira Total em Suspensão (PTS) e Poeira Inalável (PI), bem como os níveis de Atenção, Alerta e Emergência para tomadas de decisão de controle.

No caso das Minas de Ferro e Núcleo Urbano de Carajás, utiliza-se o padrão primário, já que como consta no Artigo 7º da Resolução supracitada – “Enquanto cada estado não definir as áreas de Classe I, II e III mencionadas no item 2, sub-item 2.3, da Resolução CONAMA Nº 05/89, serão adotados os padrões primários de qualidade do ar estabelecidos na Resolução CONAMA 03/90”.

Para o padrão primário de Material Particulado Total em Suspensão e de Partículas Inaláveis, a mencionada Resolução fornece dois limites de médias, a saber:

Tabela 33: Níveis Definidos pela Resolução CONAMA 003/90

Padrão Primário	PTS	PI
Concentração média de 24 horas (não deve ser excedida mais de uma vez por ano)	240µg/m ³	150µg/m ³
Concentração média Geométrica anual	80µg/m ³	50µg/m ³

Fonte: Resolução CONAMA 003/90

Em relação aos níveis os níveis de Atenção, Alerta e Emergência para tomadas de decisão de controle, são definidas concentrações para cada poluente, a saber:

Tabela 34: Níveis Definidos pela Resolução CONAMA 003/90

Níveis definidos	PTS (média de 24 horas)	PI (média de 24 horas)
Nível de Atenção	375 µg/m ³ de ar amostrado	250 µg/m ³ de ar amostrado
Nível de Alerta	625 µg/m ³ de ar amostrado	420 µg/m ³ de ar amostrado
Nível de Emergência	875 µg/m ³ de ar amostrado	500 µg/m ³ de ar amostrado

Fonte: Resolução CONAMA 003/90

Nas Estações Automatizadas, as medições são feitas com periodicidade horária, o que permite uma avaliação pontual da ocorrência de emissão de particulados. A avaliação sistemática torna possível a identificação dos horários de maior concentração de particulados ao longo do dia, e conseqüentemente, a adoção dos sistemas de controle direcionados.

10.4.2.6 Atividades

O Programa consiste em monitorar a emissão de Material Particulado e Partículas Inaláveis através de medições em duas estações de monitoramento, localizadas na Mina de Ferro de N4 e no Núcleo Urbano (Figura 35).

Devem ser monitorados simultaneamente, os parâmetros meteorológicos (direção e velocidade do vento; insolação; umidade relativa do ar; e pluviometria).

A compilação e análise dos dados obtidos será realizada com a consolidação do relatório anual de monitoramento.

10.4.2.7 Metodologia

As duas estações a serem utilizadas estão instaladas no Complexo Minerados Ferro Carajás, conforme ilustrado na Figura 35.



Figura 35: Localização das Estações de Qualidade do Ar

As estações de monitoramento da Qualidade do Ar são automatizadas e possuem dois analisadores tipo β (Beta) para medição de Partículas Totais em Suspensão e Poeira Inalável e medem em tempo real a qualidade do ar, sendo possível com isso a obtenção dos dados horários de poeira inalável e poeira total em suspensão. Em caso de falhas no sistema operacional das estações o monitoramento é feito por amostrador de grandes volumes- Hi Vol.

As estações de monitoramento deverão enviar os resultados de medição, 24 horas por dia, via telemetria (rádio ou telefone) para um centro supervisorio 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.

10.4.2.8 Metas e Indicadores Ambientais

Esse Programa tem como meta medir continuamente a qualidade do ar da área de influencia do empreendimento e garantir que as emissões estejam dentro dos padrões estabelecidos na Resolução CONAMA 03/1990.

Os indicadores ambientais serão os valores limite estabelecidos pela Resolução CONAMA 03/1990

10.4.2.9 Equipe Técnica

Os dados poderão ser acessados remotamente, em tempo real, por analista qualificado para a sua interpretação e pelas áreas operacionais responsáveis pela ações de controle. Os dados serão destinados a um centro supervisorio para avaliação e determinação das medidas cabíveis.

10.4.2.10 Instituições Envolvidas / Responsabilidade de Execução

A responsabilidade pelo desenvolvimento e implementação do Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar será da Vale.

10.4.2.11 Instrumentos de Avaliação e Acompanhamento – Definição da Forma de Apresentar e Periodicidade dos Relatórios.

Como forma de compor um banco de dados, as informações obtidas na estação de monitoramento deverão ser registradas em planilha eletrônica ou em sistema de informações gerenciais.

Os relatórios de monitoramento da Qualidade do Ar serão realizados trimestralmente e um relatório anual consolidado será encaminhado ao órgão ambiental.

10.4.2.12 Cronograma Físico-Financeiro

O monitoramento da qualidade do ar já é realizado atualmente no Complexo Minerador Ferro Carajás e deverá ser mantido durante toda a existência do empreendimento.

Os custos do programa estarão relacionados às horas técnicas dos profissionais envolvidos na elaboração dos relatórios trimestrais e do relatório anual consolidado do monitoramento da qualidade do ar.

10.4.2.13 Inter-Relação com Outros Planos/Programas

O Programa de Monitoramento da qualidade do ar não apresenta inter-relação com outros planos/programas.

10.4.2.14 Bibliografia

CONAMA - Resolução no 003/1990 - Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.

CONAMA - Resolução no 005/1989 - Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar - PRONAR

VALE, 2009 - Plano Integrado de Monitoramento e Estudo de Fauna - PIMEF. - Atendimento à condicionante N° 2.6 item E referente à LO N° 267/2008 retificada em 15/09/2008 da Mina de Ferro.

VALE-AMPLO, 2009 - Plano de Controle Ambiental – Estrada de Ferro Vitória Minas

VALE- GOLDER, 2009 - Plano de Controle Ambiental – Projeto S11D.

VALE-ERM-GOLDER, 2005 - Plano de Controle Ambiental – Projeto Serra Norte 100Mtpa.

10.5 PLANO DE GESTÃO DE RUÍDO E DE VIBRAÇÃO

10.5.1 INTRODUÇÃO

O Plano de Gestão de Ruído e Vibração a ser adotado para as etapas de implantação, operação e desativação da Mina N5 Sul seguirá as mesmas ações de monitoramento e controle já implementadas no Complexo através do plano equivalente em curso no Complexo Minerador de Carajás. Serão apenas acrescentados novos pontos de monitoramento localizados na área de expansão da Mina N5 Sul.

É importante destacar que o Plano de Gestão de Ruído e Vibração do Complexo Minerador de Carajás foi devidamente considerado no PBA da renovação da Licença de Operação nº 267/2002.

10.5.2 JUSTIFICATIVA

As atividades previstas para todas as etapas do empreendimento apresentam fontes potenciais de emissão de ruídos e vibrações podendo causar incômodo a população vinculada às operações, além de perturbações sobre a fauna.

Durante a operação do empreendimento, as atividades de mineração incluem o desmonte de maciços rochosos por explosivos, a perfuração em rocha, a carga e transporte com equipamentos de grande porte, dentre outras, que são capazes de grandes alterações sobre os níveis de ruídos e vibrações vigentes.

Através do Plano de Gestão de Ruído e Vibração pretende-se subsidiar medidas necessárias e estudos que possam determinar os procedimentos para o monitoramento e controle das fontes geradoras de ruídos e vibrações, visando à manutenção da qualidade ambiental da região.

10.5.3 OBJETIVOS

O Programa de monitoramento de ruído e vibração tem como objetivos principais:

- Definição dos limites do Nível de Pressão Sonora e de Vibrações aplicáveis às áreas limítrofes da ADA da Mina N5 Sul, através da ampliação da rede amostral já definida e em operação no Complexo Minerador Carajás;
- Fornecer diretrizes que irão orientar o monitoramento e o controle da geração de ruídos e vibrações durante todas as etapas do empreendimento de modo a garantir que estes causem o menor impacto possível ao seu entorno, preservando a saúde dos trabalhadores e do meio ambiente;
- Avaliação dos riscos ambientais relacionados ao desmonte de rochas com uso de explosivos e fornecimento de subsídio para configurações geométricas de pilhas, taludes de corte e de aterro compatíveis com os padrões de vibração típicos da atividade;
- Conhecimento dos níveis de ruído e vibrações derivados de fontes reconhecidas como potencialmente capazes de influenciar a qualidade ambiental;

- Desenvolver procedimentos operacionais que objetivem a redução dos níveis de ruídos e vibrações decorrentes das diferentes fontes geradoras;
- Caracterizar o raio das diferentes intensidades de propagação dos ruídos e vibrações, considerando o conjunto dos processos desenvolvidos no âmbito do Projeto Mina N5 Sul e o meio natural posicionado no seu entorno.

10.5.4 PÚBLICO ALVO E/OU ABRANGÊNCIA

O programa abrange toda a área de influência do empreendimento, compreendendo todas as operações realizadas em sua diferentes etapas.

10.5.5 REQUISITOS LEGAIS

10.5.5.1 Ruído

A Resolução CONAMA nº 001/90 determina que sejam respeitados os padrões estipulados pela ABNT na NBR 10.151, para ruídos emitidos por qualquer atividade industrial, comercial, social ou recreativa.

A norma NBR 10.151 – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade, revisão de 2000, considera recomendável, para conforto acústico, os níveis máximos de ruído externo conforme exposto a seguir.

A reação pública a uma fonte de ruído normalmente só ocorre se for ultrapassado o limite normalizado, e é tanto mais intensa quanto maior o valor da ultrapassagem.

Segundo a NBR 10.151, revisão de 1987 (item 3.4.2): “Diferenças de 5 dB(A) são insignificantes; queixas devem ser certamente esperadas se a diferença ultrapassar 10 dB(A).” Embora este critério não possua efeito legal, é útil para a qualificação da magnitude de eventuais impactos negativos de ruído, e servir de base para a priorização da implantação de medidas corretivas.

Conforme requerido pela norma NBR 10.151, a classificação do tipo de uso e ocupação do solo nos pontos receptores medidos deve ser realizada por observação local, durante as medições dos níveis de ruído. Desta forma, a classificação de uso e ocupação nos pontos receptores não representa, necessariamente, o zoneamento oficial do município, pois freqüentemente a ocupação real não corresponde a este. Por outro lado, os padrões de ruído são estabelecidos em função da sensibilidade dos agentes receptores, que estão intrinsecamente relacionados com o tipo de ocupação existente.

Cita-se ainda a NBR 9653/1986 – “Guia para avaliação do uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas”.

10.5.5.2 Vibração

Não há, ainda, no Brasil, uma legislação específica que determine limites e padrões ambientais para vibrações. Assim sendo, a avaliação do impacto ambiental decorrente de vibrações pode partir do conceito básico de poluição: alteração das condições

naturais do meio, que impede ou prejudica seu equilíbrio, podendo vir a causar prejuízos à biota ou às atividades humanas.

Portanto, se a vibração não for perceptível, a sua existência não implica em alteração ambiental. Mesmo sendo perceptível, a vibração somente se caracteriza como um impacto ambiental quando for intensa o suficiente para causar incômodos à população (ou danos a estruturas e construções).

Existem diversos estudos e normas que visam determinar o grau de incômodo que as vibrações podem causar nas atividades humanas e em construções. Os critérios aqui adotados são os estabelecidos por WHIFFIN e LEONARD (1971), oriundos da prática em estudos ambientais..

Tabela 35: Efeitos da Vibração

Velocidade de Partícula Pico (mm/s)	REAÇÃO HUMANA	Efeitos sobre as Construções
0 - 0,15	Imperceptível pela população, não incomoda	Não causam danos de nenhum tipo
0,15 a 0,30	Limiar de percepção – possibilidade de incômodo	Não causam danos de nenhum tipo
2,0	Vibração perceptível	Vibrações máximas recomendadas ruínas e monumentos antigos
2,5	Vibrações contínuas produzem incômodo na população	Virtualmente, não há risco de dano arquitetural às construções normais
5	Vibrações incomodativas	Limiar, no qual existe risco de dano às construções
10 – 15	Vibrações desagradáveis	Causam danos arquiteturais às residências

Observação: Os valores de velocidade expressos em **pico** de partícula referem-se ao componente vertical da vibração. A medição para avaliação da resposta humana é feita no ponto onde esta se localiza. Para edificações, o valor refere-se à medição realizada no solo. Considerou-se, na aplicação destes parâmetros, os movimentos vibratórios com frequência acima de 3 Hz.

Fonte: Whiffin A. C. and D.R. Leonard – 1971

10.5.6 ATIVIDADES

Serão realizadas medições de ruído e vibração em pontos pré-determinados localizados na área de influência do empreendimento, em campanhas semestrais e serão produzidos relatórios a cada campanha, além da consolidação anual dos dados.

10.5.7 METODOLOGIA

O programa atualmente implantado no Complexo Minerador Ferro Carajás é realizado através de medições periódicas dos níveis de ruído e de vibração em diversos pontos distribuídos e agrupados nos seguintes ambientes: Mina e Usina de Ferro e adjacências; Mata natural; Mina e Usina de Manganês; Rodovia e adjacências; e Núcleo Urbano.

Na campanha de 2008 foram realizadas medições em 74 pontos, sendo esse número reduzido para 23 pontos em 2009, considerados ponto representativo de cada ambiente e indicadores adequados para o controle das fontes emissoras e criação de série histórica de dados.

Como não há receptores humanos na área de influência das atividades o ecossistema natural – da floresta e da canga – a ser preservado o mais próximo possível das suas condições naturais, representa um receptor mais sensível aos efeitos associados a ruídos e vibrações.

Considerando a área de expansão da Mina N5 Sul, propõe-se a inserção de 06 novos pontos, além dos pontos já monitorados atualmente, e mantendo-se a mesma metodologia já implementada.

Considerando a mobilidade e alteração ao longo do tempo das atividades do empreendimento, propõe-se que sejam realizadas reuniões ao final de cada campanha de monitoramento a fim de verificar a necessidade e/ou possibilidade de continuidade do monitoramento dos pontos propostos.

Em cada ponto selecionado deverão ser feitas medições de nível sonoro, com um período de amostragem de 2 a 15 minutos, variável conforme as características da fonte predominante, mas sempre até atingir a estabilização dos dados.

As medições de ruído serão feitas com análise estatística dos dados, considerando, dentre outros parâmetros, o Leq (nível equivalente contínuo), que é o índice de referência legal para o caso em análise. O Leq representa o nível de ruído que, emitido de forma constante, apresenta a mesma energia da fonte medida na prática, podendo, portanto, ser considerado como o “ruído médio”.

A avaliação de vibrações será realizada em amostragens de 3 minutos em cada ponto e devem ser anotados, entre outros parâmetros, a aceleração RMS (0,8 Hz a 20 kHz), a velocidade RMS (0,8 Hz a 20 kHz), o pico máximo de velocidade (3,15 Hz a 20 kHz) e o espectro de frequência (em dB) em 1/3 de oitavas.

A velocidade de partícula em vibração indica o movimento vibratório, de forma linear, de mais simples compreensão; sendo um indicador bastante abrangente para médias frequências (de 10 a 1000 Hz, RMS). Fornece uma boa indicação da severidade, motivo pelo qual é utilizada a velocidade como parâmetro de avaliação em padrões ambientais e legais.

Todas as medições serão realizadas simultaneamente para ruído e vibrações do solo no mesmo ponto e deverão ser executadas de acordo com as determinações da norma NBR 10.151, sendo que os aparelhos utilizados atendem aos requisitos da IEC 60651 e 60804, e são classificados como de Tipo 1 (de precisão).

Os laudos de medição de ruído e vibrações, bem como os certificados de calibração deverão estar anexados ao relatório.

10.5.8 METAS E INDICADORES AMBIENTAIS

A meta do programa é o cumprimento das campanhas de medição, que terá frequência semestral.

Os indicadores serão definidos conforme os resultados das medições, levando em consideração as demandas levantadas nos monitoramentos.

10.5.9 EQUIPE TÉCNICA

Para a execução das medições, objeto deste monitoramento serão necessários um Engenheiro ou profissional de nível superior especializado na realização e tratamento dos dados das medições de ruídos e um profissional de nível técnico ou superior com qualificação para apoio nos trabalhos de medição em campo.

O acompanhamento deverá ser realizado pelo gestor ambiental da Vale.

10.5.10 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS / RESPONSABILIDADE DE EXECUÇÃO

A responsabilidade pelo desenvolvimento e implementação do Programa será da Vale.

10.5.11 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO – DEFINIÇÃO DA FORMA DE APRESENTAR E PERIODICIDADE DOS RELATÓRIOS.

Como forma de compor um banco de dados, as informações obtidas em campo deverão ser registradas em planilha eletrônica ou em sistema de informações gerenciais.

Os resultados das medições realizadas em todas as fases do projeto serão organizadas em relatórios semestrais, e consolidados em um relatório anual que deverá ser encaminhados ao órgão ambiental.

10.5.12 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

As medições serão realizadas semestralmente durante todas as etapas do empreendimento.

O custo estimado para cada campanha de monitoramento de ruído e de vibração nos 6 pontos sugeridos, incluindo a elaboração do relatório técnico semestral e do relatório consolidado anual é de R\$ 20.000,00 além dos custos com logística, hospedagem e alimentação.

10.5.13 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PLANOS/PROGRAMAS

O Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações apresenta inter-relação com o Plano de Conservação da Biodiversidade, tendo em vista que o monitoramento da fauna, contemplado nesse plano, é influenciado pelos níveis de ruído e de vibração.

10.5.14 BIBLIOGRAFIA.

ABNT NBR 9.653 (2005) - “Guia para Avaliação dos Efeitos provocados pelo Uso de Explosivos nas Minerações em Áreas Urbanas”.

ABNT NBR 10.151 (2000) – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento

ABNT NBR 10.152 (1987) - Níveis de Ruído para Conforto Acústico visando o conforto da comunidade.

CONAMA. Resolução no 01 de 08/03/1990 - Estabelece critérios e padrões para emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades industriais.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL. PCA EXTRAMIL – Cava Norte, Belo Horizonte, 2008.

AMPLO – EIA MINA APOLO, Belo Horizonte, 2009

GOLDER ASSOCIATES BRASIL - PCA Projeto S11D, 2009

Programa Ambiental da Gestão de Ruídos das Minas de Ferro e Manganês. Em atendimento à condicionante N° 2.1 referente à LO N° 267/2008 retificada em 15/09/2008 da Mina de Ferro – Vale, Parauapebas /Pará Novembro de 2008

Relatórios de Monitoramento de Ruído e de Vibrações

Relatório elaborado pela ERM, n° B5003/05.01, referente à campanha de medição realizada em maio e julho de 2005;

Relatório elaborado pela Golder Associates, n° RT-069-5747-5140-0003-00- B, referente à campanha de medição realizada em dezembro de 2006;

Relatório da ERM, n° 0071774, referente a campanhas de medição realizadas em agosto de 2007.

10.6 PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

10.6.1 INTRODUÇÃO

O Programa de Conservação da Biodiversidade agrega ações de pesquisa e monitoramento da biota terrestre e aquática, bem como ações de proteção ecossistêmica. Visa no geral, complementar dados, monitorar os impactos decorrentes da atividade, possibilitando a proposição de ações efetivas de manejo para conservação (em consonância com o Artigo 14 da CDB – Avaliação de Impactos e Minimização de Impactos Negativos) e manutenção e proteção da biota e dos recursos naturais na região sob domínio da empresa (em consonância com Artigo 8 da CDB – Conservação *in situ*).

O programa apresenta detalhes metodológicos não só de forma a atender às necessidades deste empreendimento, mas também aos programas ambientais já em desenvolvimento pelo empreendedor na região de Carajás. Assim, espera-se que as ações voltadas a Conservação da Biodiversidade sejam menos pontuais e com resultados mais efetivos.

Esse programa baseia-se na necessidade de acompanhar e monitorar as populações da flora, da fauna e da biota aquática da região de Carajás, visto que o empreendimento acarreta impactos negativos inerentes ao processo minerário. O Programa de Conservação da Biodiversidade foi proposto com o intuito de mitigar ou neutralizar os impactos que foram identificados na AIA, sendo eles: “Perda de habitat”, “Alteração da paisagem”, “Fragmentação de Ecossistemas”, “Perda de Indivíduos da Biota”, “Afastamento da Fauna” e “Alteração das Comunidades da Biota”.

10.6.2 JUSTIFICATIVA

O monitoramento das comunidades naturais é reconhecido como de fundamental importância para o melhor conhecimento e entendimento dos processos naturais que ali ocorrem, tais como: interações biológicas, flutuações na riqueza e composição taxonômica. Deve ser um estudo de longo prazo, embasado em amostragens contínuas em delineamentos experimentais que permitam responder a questões importantes, particularmente referentes aos impactos ambientais, ou como os empreendimentos afetam a estrutura das comunidades remanescentes e como as comunidades respondem aos impactos.

Frente aos impactos previstos para o empreendimento é indispensável que sejam elencados indicadores biológicos para monitoramento vegetal, faunístico e da biota aquática.

10.6.3 OBJETIVOS

Os objetivos gerais desse programa, são:

- Complementar o inventário biológico da área de influência do empreendimento;
- Elucidar eventuais dúvidas taxonômicas advindas do inventário biológico inicial;

- Implantar uma rede de monitoramento, de modo a detectar e avaliar as alterações sofridas pela biota, especialmente aquelas sob algum grau de ameaça pelo empreendimento;
- Monitorar os eventos de atropelamento nas vias de acesso de forma a identificar espécies e locais mais críticos e planejar ações de manejo efetivas;
- Fomentar ações de manejo mais específicas, necessárias para a conservação da biota regional;
- Dar subsídios aos programas educativos existentes na empresa para que o tema fauna/flora/biota aquática e sua importância sejam difundidos nas comunidades do entorno do empreendimento e aos empregados e contratados.

10.6.4 PÚBLICO ALVO E/OU ABRANGÊNCIA

Esse programa tem como abrangência a área de entorno do empreendimento e integra-se perfeitamente a outro projeto em desenvolvimento na área que é o EIA de N4+N5, denominado popularmente de Estudo Global.

10.6.5 REQUISITOS LEGAIS

Esse Programa de Conservação da Biodiversidade é uma exigência do Termo de Referência para a Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Projeto Ferro Serra Norte – Mina N5 Sul, emitido pelo IBAMA/2009.

10.6.6 ATIVIDADES

- Levantamento de dados secundários (Revisão Bibliográfica)
- Definição da área de estudo e dos pontos de monitoramento
- Coleta de dados primários
- Acompanhamento e monitoramento de todos os grupos bióticos apresentados nesse programa.
- Elaboração de Relatórios semestrais, indicando e atualizando os principais resultados encontrados.

10.6.7 METODOLOGIA

10.6.7.1 Vegetação

10.6.7.1.1 Monitoramento Florestal

Ainda não existem estudos mostrando o impacto de empreendimentos minerários na vegetação florestal da Flona de Carajás. Mesmo que a Savana seja uma borda natural da floresta e que os efeitos naturais (como: temperatura, umidade do ar, vento e

intensidade luminosa) estejam estabilizados, na escala geológica, é passível a ocorrência de efeitos antrópicos, como a alteração dos níveis de ruídos devido a máquinas, eventuais explosões, o trânsito de pessoas e as emissões de gases e ou poeiras. A pergunta que se faz é se estes efeitos do empreendimento podem contribuir para desestabilizar os processos ecológicos na borda da floresta ombrófila. Para testar este efeito devem ser instaladas parcelas de monitoramento da vegetação na floresta ombrófila, a diferentes distâncias da borda, por exemplo, 10, 50, 100, 200 e 250 m, para mensuração de plantas herbáceas, epífitas, arbustivas e arbóreas. Recomenda-se o mesmo padrão de parcelas do EIA. Parcelas de área fixa, divididas em três níveis de abordagem para caracterizar os diferentes estratos. Estas parcelas devem ser distribuídas em 5 transectos a partir da borda da ADA e da área controle, seguindo os seguintes critérios:

- **Nível 1 (Estrato Superior):** Parcelas de 10 x 50 m, para amostragem de plantas lenhosas com Diâmetro a Altura do Peito (DAP) \geq 10 cm;
- **Nível 2 (Estrato Médio):** Parcelas de 5 x 20 m, para amostragem de plantas lenhosas com $1 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 10 \text{ cm}$;
- **Nível 3 (Estrato Inferior):** Parcelas de 1 x 1 m, para amostragem de plantas de porte herbáceo ou $\text{DAP} < 1 \text{ cm}$;

10.6.7.1.2 Monitoramento da Savana

Para a Savana a principal carência de dados, não só para Carajás, como para todas as áreas do Brasil (para vegetação rupestre), diz respeito à dinâmica da vegetação. Assim deve ser escolhida uma área para monitoramento, seguindo-se a mesma metodologia dos levantamentos atualmente efetuados na Flona. Uma área de particular interesse é o Corpo de N8, ao sul da área de N5. Nesta área devem ser instaladas pelo menos 30 parcelas para monitoramento, que devem ser mensuradas a cada ano, de acordo com as mesmas metodologias para amostragem dos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo, ou seja, em três níveis de abordagem com parcelas de área fixa:

- **Nível 1:** 30 Parcelas de 5 x 20 m, para amostragem de plantas lenhosas com diâmetro do colo $\geq 3 \text{ cm}$;
- **Nível 2:** 30 Parcelas de 2 x 5 m, para amostragem de plantas lenhosas com $1 \text{ cm} \leq \text{diâmetro do colo} < 3 \text{ cm}$;
- **Nível 3:** 30 Parcelas de 1 x 1 m, para quantificar a vegetação de porte herbáceo ou diâmetro do colo $< 1 \text{ cm}$.

Para os campos brejosos sugerem-se 60 parcelas de 1x1 m, mensuradas a cada 6 meses.

10.6.7.1.3 Áreas de Produção de Jaborandi

Pilocarpus microphyllus ou jaborandi é uma das principais espécies medicinais brasileira, de uso comprovado, pois é a única fonte natural da droga pilocarpina, um alcalóide usado na oftalmologia para contração da pupila, importante em certos procedimentos cirúrgicos ópticos. Também é usada no tratamento de certos tipos de glaucoma e é um poderoso estimulante da salivação e da transpiração (PINHEIRO,

2002). Em Carajás ocorre principalmente em agrupamentos nas áreas de capão florestal baixo e a parte extraída da planta são as folhas. Considerando o caráter de uso sustentável dos recursos na Flona, deve ser incentivado o plantio de Jaborandi em áreas para manejo “ex situ”. Pode ser formado um banco de germoplasma e de produção de folhas. As mudas podem ser oriundas de sementes, coletadas em toda a Flona ou de resgate de plântulas em áreas de supressão. As áreas destinadas ao plantio podem ser dentro da Flona ou fora dela, em áreas mais acessíveis aos colhedores. Também é possível e desejável, o consórcio desta, com outras espécies de interesse.

10.6.7.2 Fauna Terrestre

O monitoramento para todos os grupos de vertebrados da fauna terrestres se dividirá em três etapas de atividades, sendo que a primeira prevê o afugentamento e, se necessário, resgate, reabilitação e soltura de indivíduos durante a supressão da vegetação da ADA. A segunda etapa prevê o monitoramento de fuga, também durante a supressão de vegetação da ADA; e, a terceira, o monitoramento da fauna durante a implantação, operação até o fechamento da Mina.

Para a terceira etapa, serão realizadas campanhas de campo considerando a sazonalidade, a serem iniciadas antes da implantação do empreendimento, para reconhecimento da área, estabelecimento de parcerias com as comunidades do entorno e coleta de dados primários, se estendendo até o fechamento do empreendimento. A duração e a periodicidade das campanhas ditas sazonais serão definidas com base na análise dos resultados das primeiras campanhas. Os dados deverão ser coletados obedecendo a um delineamento que permita análises estatísticas entre as áreas de influência analisadas e a área controle.

Para o caso de espécimes, que apresentem dúvida taxonômica será feita a coleta, mediante a autorização do órgão ambiental, para identificação por especialista ou em laboratório. Todo o material coletado será devidamente preparado, seguindo-se as boas práticas recomendadas para cada grupo. O material deverá ser destinado às instituições de pesquisa que confirmem interesse em receber o mesmo. Abaixo se encontram definidas as metodologias específicas para cada grupo da fauna.

10.6.7.2.1 Invertebrados

Sugere-se como grupo de invertebrados as formigas, com o intuito de dar continuidade ao levantamento inicial realizado no EIA. Além do mesmo existe um programa específico para insetos vetores.

Nas áreas de amostragem as coletas de formigas serão feitas em transectos de 100 m, 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 amostragens da fauna de formigas cortadeiras será utilizado o método de procura ativa em transectos de 1000 m, a partir da borda. Todos os ninhos de formigas cortadeiras visíveis nas áreas de amostragens serão marcados e identificados. O tamanho de cada ninho será determinado através das medidas da maior largura e maior comprimento do murundu. A densidade de ninhos será correlacionado com a

distância da área interferida. É importante aqui frisar que formigas cortadeiras podem apresentar uma distribuição espacial bastante heterogênea, o que as torna naturalmente muito raras em certas regiões. Na eventualidade disto ocorrer na área específica deste projeto (o que seria constatado ou não após a primeira amostragem) sugere-se a continuidade do mesmo, utilizando-se outro grupo de formigas como, por exemplo, o de formigas da serapilheira que, como demonstrado para outras partes da Amazônia (CARVALHO & VASCONCELOS, 1999), respondem também aos efeitos de borda.

10.6.7.2.2 Herpetofauna

Os pontos de amostragem devem ser definidos com base nas características bióticas e abióticas favoráveis à existência de répteis e anfíbios. O número de pontos amostrais será definido em função da duração de cada campanha, observando-se a logística disponível, a distância entre os pontos e outras características consideradas relevantes na ocasião. Todos os pontos deverão estar estabelecidos e confirmados na primeira campanha de campo, antes da fase de implantação.

Os pontos devem ser distribuídos de modo a permitir comparações entre a ADA e AID (áreas teoricamente mais sujeita a perturbações) e AII (área controle). Além disso, a ampla amostragem na AII permitirá elucidar outras áreas de ocorrência das espécies de interesse e, assim, ser mais uma ferramenta para a definição das ações de manejo cabíveis. Além disso, os procedimentos supracitados têm por intuito permitir a verificação da composição da herpetofauna nestas áreas, a comparação entre os dados resultantes do respectivo EIA e aqueles obtidos neste programa. Pretende-se, também, aumentar a probabilidade de coleta de novos indivíduos das espécies não identificadas plenamente, ou ainda permitir estudos qualitativos referentes às espécies de interesse conservacionista.

Serão empregadas diversas metodologias conjugadas para a obtenção de dados primários (observações em campo) e secundários (dados de museus e bibliográficos). Os levantamentos de campo apoiar-se-ão em: a) amostragem por pontos, b) visualizações ocasionais, c) registros em estradas, d) transectos delimitado por tempo “*Time Constrained Search*” (TCS), e) transectos aleatórios e f) armadilhas de interceptação e queda (*pitfall traps with drift fences*), como já descrito neste EIA.

10.6.7.2.3 Aves

Serão utilizadas quatro metodologias de coleta de dados: a) Observação direta; b) Pontos de escuta; c) Captura por redes-de-neblina e anilhamento da avifauna e d) Busca por rapinantes. A observação direta consiste em percorrer transectos não lineares, a passos lentos pelo observador, para o registro visual e, ou auditivo de todas as espécies encontradas. Na aplicação do método deverão ser empregadas técnicas de *play-back*, focando vocalizações de espécies ameaçadas de extinção, raras e endêmicas. Todas as fitofisionomias deverão ser amostradas. A aplicação dos pontos de escuta consiste no estabelecimento de uma rede de pontos no hábitat, no qual o observador permanece durante 10 minutos em cada ponto no período da manhã, registrando todas as espécies observadas e ouvidas, sendo que cada ponto distancia-se do outro, pelo

menos 200 metros. Também deverá ser usada a amostragem com redes de neblina (mist nets) de 12 m de comprimento por 2,8 m de altura.

10.6.7.2.4 Mamíferos

Para pequenos mamíferos não voadores o monitoramento será realizado através de captura com armadilhas iscadas do tipo *Tomahawk* e *Sherman*. As armadilhas serão checadas pela manhã e as iscas trocadas quando necessário. Os indivíduos capturados receberão uma identificação individual através de brinco numerado colocado na orelha seguindo um padrão de identificação. Para cada animal capturado serão anotadas informações quanto ao sexo, condição reprodutiva e medidas padrão (comprimento do corpo, da cauda, da orelha e do tarso). Serão registrados os dados como: data, local, ponto de captura. Os animais coletados serão identificados, registrados e soltos no local de captura. Os animais que não apresentam características visíveis para identificação no campo serão coletados e encaminhados para laboratórios especializados, mediante autorização do órgão ambiental competente, para que sejam identificados e incorporados na coleção de referência de pequenos mamíferos.

Para mamíferos de médio e grande porte, inicialmente serão instaladas armadilhas fotográficas para um levantamento primário dos indivíduos a serem monitorados. As armadilhas fotográficas serão distribuídas na área de influência do empreendimento, anteriormente à instalação e permanecerão em campo em todas as campanhas para fornecer dados quantitativos e ecológicos e verificar a sua distribuição. As armadilhas podem ser deslocadas para, se possível, demarcar a área de vida dos indivíduos encontrados nos limites da ADA. Também será feita a busca direta por vestígios (rastros, arranhões em árvores e fezes, percorrendo-se trilhas, estrada de terra abandonadas, barrancos de ribeirões, caminhos que direcionem a áreas de dessedentação e outros. Este levantamento inicial permitirá a definição das ações de manejo pertinentes para este grupo.

Para primatas, deverá ser utilizada metodologia para o levantamento visual dos grupos, através de busca ativa. A técnica utilizada será a zoofonia, com aparelhagem de *playback*, que consiste em reproduzir o som emitido pelas vocalizações da espécie. Como são espécies territoriais e curiosas, são atraídos pelo som. Após a primeira campanha de campo, a confirmação dos grupos de primatas e a escolha dos sítios de amostragem que serão monitorados, os biólogos deverão começar os estudos de monitoramento em campo.

10.6.7.2.5 Fauna Atropelada

Inicialmente serão levantadas todas as áreas de provável ocorrência de atropelamento na área de influência, ou seja, aquelas que apresentem conectividade, especialmente entre áreas vegetadas, que sejam potenciais corredores e áreas de passagem para a fauna. Em sequência deverão ser instaladas placas que informam a presença de animais silvestres, instalados redutores de velocidade e outras placas educativas.

No primeiro ano as áreas de tráfego serão subdivididas em trechos de 300 m, os quais podem ser estratificados de acordo com várias características do terreno: topografia, vizinhança com ecossistemas naturais, vizinhança com cursos d'água, tipo de

pavimentação, etc. Em cada estrato serão sorteados 3 trechos de 300 m, considerados unidades amostrais. Estas unidades serão percorridas semanalmente por um ou mais biólogos para coleta de dados, que devem ser anotados em planilha apropriada. Anotações eventuais em outros trechos podem ser efetuadas para complementar as informações coletadas.

Este plano deve estar integrado ao Plano de Manejo de Animais atropelados da Flona, que faz registros mais rigorosos para áreas com níveis relativamente maiores de atropelamento, inclusive com a coleta e análises laboratoriais dos mesmos.

Após um ano de coleta os dados serão analisados para definir as ações de manejo pertinentes, tais como instalação de passagens de fauna, mais redutores de velocidade, entre outros que sejam considerados pertinentes.

10.6.7.3 Biota Aquática

A malha amostral compreenderá pontos de coletas, em córregos e rios, distribuídos por toda a área de influência do empreendimento, considerando-se especificamente trechos de drenagens à montante e jusante do empreendimento e nas áreas controle.

Os locais de coletas serão posicionados com um receptor GPS, e parâmetros como temperatura da água, pH, turbidez, oxigênio dissolvido e condutividade serão determinados *in loco*, com auxílio de analisadores de campo. Amostras de águas serão coletadas para posterior medição do material particulado em suspensão. Abaixo são definidas as metodologias para os diversos grupos da biota aquática.

10.6.7.4 Algas Planctônicas

A coleta de amostras para o estudo qualitativo do fitoplâncton será feita por arrasto sub-superficial de rede de plâncton com abertura de malha de 20 μm , a aproximadamente 30 cm da lâmina d'água. Após a coleta o material será fixado em solução de Transeau, segundo Bicudo & Menezes (2006) e acondicionado em frascos de polipropileno de 250 ml, os quais serão identificados com uma etiqueta padronizada contendo informações sobre a estação de coleta.

No laboratório o material será analisado a partir de montagens de lâmina-laminula, que são observadas em microscópio óptico. Para cada amostra, serão preparadas no mínimo 3 lâminas. Para as análises quantitativas do fitoplâncton será utilizado o método das câmaras de Utermohl em microscópio invertido. Inicialmente, as amostras são concentradas até 100 mL, de acordo com a distribuição nas câmaras. De cada amostra concentrada serão retiradas alíquotas de 10 mL, posteriormente transferidas para as cubetas (câmaras de contagem de Utermohl). O material nestas, será deixado sedimentar por um período de 24 horas, em câmaras úmidas para não alterar o volume (cada centímetro de altura demora de 3 a 4 horas para sedimentar). As amostras serão quantificadas em microscópio invertido nas cubetas de sedimentação (Utermohl). São contados, sempre que possível, mais de 100 indivíduos (células, cenóbios, colônias e filamentos) da espécie dominante de cada amostra, de modo que o erro de contagem seja inferior a 20%.

10.6.7.5 Algas Perifíticas

As amostras qualitativas e quantitativas de algas perifíticas serão obtidas por raspagem dos substratos dominantes em cada estação amostral. A raspagem dos substratos será realizada com auxílio de escova, sendo as amostras quantitativas acondicionadas em frascos de 500 mL, e as amostras qualitativas em frascos de 200 mL, ambas fixadas com solução formalina 4%.

A análise quantitativa será realizada em microscópio invertido, utilizando-se câmaras de Utermöhl (volumes variando de 5 a 50 ml), em 400 aumentos (UTERMÖHL, 1958), sendo o tempo de sedimentação de três horas para cada centímetro de altura da câmara (LUND *et al.*, 1958). Serão consideradas células como unidade de contagem.

A suficiência das contagens será estabelecida pelo método de PAPPAS & STOERMER (1996). Para a identificação das algas serão utilizadas as publicações de GEITLER (1930-1931), GERMAIN (1981), KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1988; 1991a, b), BICUDO & BICUDO (1970, 2006), entre outros. A classificação utilizada será a de HOEK e colaboradores (1995).

10.6.7.6 Zooplâncton

As coletas de amostras para o estudo qualitativo de zooplâncton serão feitas por meio de arrastos consecutivos verticais e horizontais na coluna de água. Para os arrastos será utilizada uma rede de nylon cônica, com abertura de malha de 60 µm. Após a coleta o material será imediatamente preservado em uma solução de formol a uma concentração final de 4% (SCHADEN, 1985) e acondicionado em frascos de polipropileno de 500 ml. Em laboratório, o material será identificado, no melhor nível taxonômico possível com o auxílio de um microscópio estereoscópico, e contado.

10.6.7.7 Macrozoobentos-

As amostragens ocorrerão em fundos moles, com cilindro de 0,0079 m² enterrado 20 cm no substrato, e em fundos consolidados (pedrais), com amostrador tipo surber (20x10 cm), sempre em número de quatro por ponto. Ainda em campo as amostras serão peneiradas em malha de 0,3 mm de abertura, sendo os organismos retidos fixados em formalina a 5% tamponada com tetraborato de sódio. Em laboratório o material será triado e os organismos identificados ao melhor nível taxonômico possível. Além das análises estatísticas será ainda aplicado o protocolo RIVPAC (River Invertebrates Prediction and Classification System) como Índice de Integridade Biótica.

10.6.7.8 Ictiofauna

As amostragens da ictiofauna devem contemplar o maior número de métodos ativos e passivos possíveis, diminuindo assim a seletividade da captura. Porém, todos os métodos empregados devem apresentar um esforço amostral padronizado. O desenho amostral mais refinado deve ser definido, a *posteriori*, pela equipe executora após uma análise prévia com visita a campo das áreas (AID/AII e controle).

10.6.8 METAS E INDICADORES AMBIENTAIS

Em linhas gerais as metas e indicadores são comuns a todos os grupos. Como meta geral tem-se a necessidade de cumprimento das etapas de coleta de dados primários, obedecendo a sazonalidade, e entregando os relatórios anuais nos prazos de modo a permitir as devidas ações de controle, quando assim for necessário.

Considerando os estratos amostrados, áreas de influência e área controle, o delineamento deve ser tal que permita responder a questões: como o empreendimento afeta a estrutura das comunidades remanescentes e como as comunidades respondem aos impactos. Para isso, os principais indicadores ambientais para todos os grupos são a riqueza e composição taxonômica das comunidades, e sua flutuação através do tempo em função do empreendimento e seus impactos, particularmente a perda de habitat, perda da biota e o afugentamento da fauna.

10.6.9 EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica que deverá assumir a execução desse programa deverá ser formada por biólogos especialistas em todos os grupos do meio biótico propostos nesse documento, além de auxiliares de campo.

10.6.10 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS / RESPONSABILIDADE DE EXECUÇÃO

A implantação deste Programa é de responsabilidade da Vale, tendo como instituições envolvidas Universidades, Instituições de Pesquisa e Empresas de Consultoria Ambiental, além dos órgãos ambientais gestores e licenciadores.

10.6.11 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO

Para a complementação de dados e monitoramento da fauna terrestre e da biota aquática, a campanha inicial, será a base para a definição dos pontos de amostragem, da periodicidade de amostragem e das metodologias mais adequadas. Além disso, outras espécies que necessitam de atenção especial podem ser identificadas, além das já registradas como críticas para a conservação, por serem raras, endêmicas ou estarem sob ameaça à extinção.

Para o monitoramento da fauna atropelada nas vias de acesso, o primeiro ano de dados será a base para a definição das novas ações de manejo necessárias, bem como da periodicidade das novas campanhas.

Os relatórios serão anuais, incluindo as campanhas realizadas de acordo com a sazonalidade. Eles apresentarão dados brutos para todos os grupos estudados. Serão determinadas a riqueza e diversidade de espécies, o número de registros e abundância relativa, modelos de acumulação de espécies em função do esforço amostral. Serão também realizadas análises estatísticas uni e multivariadas, para evidenciar se existem modificações espaço-temporal nas comunidades.

Todas as informações coletadas em campo deverão ser georreferenciadas, e incorporadas a um banco de dados, conectado a um sistema de informações geográficas que permita analisar os dados em relação paisagem.

10.6.12 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Em linhas gerais serão realizadas coletas de dados semestrais desde a implantação e até o fechamento do empreendimento. Cada campanha deve durar em média 7 a 15 dias. Estima-se o valor de R\$100 mil para cada grupo do meio biótico (flora, herpetofauna, mastofauna terrestre, quirópteros, avifauna, insetos vetores, formigas e biota aquática) por campanha, o que resulta em aproximadamente R\$ 1,6 milhão ao ano. Segue um cronograma básico, para o ciclo de um ano, que poderá ser adaptado de acordo com as especificidades de cada grupo.

Atividades	Meses												
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Escolha dos pontos de coleta	X	X											
Campanhas de campo*	X	X					X	X					
Análise dos dados			X	X					X	X			
Relatório						X							X

10.6.13 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PLANOS/PROGRAMAS

Este programa tem interface com o Programa de Supressão de Vegetação, Programa de Educação Ambiental, Plano de Gestão de Sedimentos, Plano de Gestão de Recursos Hídricos, Plano de Gestão da Qualidade do Ar, Plano de Gestão de Ruídos e de Vibração e Plano de Fechamento de Mina.

10.6.14 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BICUDO, C.E.M.& BICUDO, R.M.T. 1970. Algas de águas continentais brasileiras: chave ilustrada para a identificação de gêneros. São Paulo; Editora da Universidade de São Paulo. 228 p.

BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições) – Segunda edição/ organizado por Carlos E. de M. Bicudo, Mariângela Menezes. São Carlos: RiMa. 502 p.

CARVALHO, K.S. & H.L. VASCONCELOS. 1999. Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litterdwelling ants. *Biol. Conserv.* 91: 151-157.

GEITLER, L. 1930-1931. Cyanophyceae. In: Rabenhorst Kryptogamen-Flora. 14: 1-1196.

GERMAIN, H. 1981. Flore des Diatoms, Diatomophycées. Societé Nouvelle des Éditions Boubée, Paris. 437p.

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.

LUND, J.W.G., KIPLING, C.; LECREN, E.D. 1958. The invert microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. Hydrobiologia 11:143-170.

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.

PINHEIRO, C.U.B. Extrativismo, cultivo e privatização do jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holm.; Rutaceae) no Maranhão, Brasil. Acta bot. bras. 16(2): 141-150, 2002.

SCHADEN, R., 1985, Manual of techniques for preparation of zoological collections – Rotifera. SBZ, São Paulo. (In Portuguese).

UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Methodik. Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol., 9: 1-38.

10.7 PROGRAMA DE SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO

10.7.1 INTRODUÇÃO

Esse programa baseia-se na necessidade de sistematizar o processo de supressão com o intuito minimizar impactos relacionados a essa atividade. Os impactos identificados na AIA que poderão ser mitigados com a execução desse Programa são: “Perda de habitat”, “Perda de Indivíduos da Biota”, “Afugentamento da Fauna” e “Alteração das Comunidades da Biota”.

10.7.2 JUSTIFICATIVA

Este programa é essencial, pois minimiza os riscos de acidentes com pessoas, otimiza a operação e especialmente permite mitigar os impactos inerentes ao processo, tanto para a fauna quanto para a flora (conforme preconizado pelo IMAZON, Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia).

As ações de manejo para a vegetação são importantes, por que além de minimizar a perda de indivíduos da flora que serão resgatados, eles ainda serão utilizados na restauração de áreas degradadas. Da mesma forma, as ações de manejo da fauna minimizam possíveis injúrias à fauna.

10.7.3 OBJETIVOS

Em linhas gerais este programa tem por objetivo: a) facilitar o monitoramento e acompanhamento das operações de supressão vegetal; b) ordenar e conduzir a supressão de forma a obter um melhor aproveitamento dos produtos madeireiros; c) reduzir riscos de acidentes de trabalho nas operações; d) facilitar o resgate de plantas; e) minimizar os impactos diretos e indiretos sobre a fauna, durante atividades de supressão da vegetação.

10.7.4 PÚBLICO ALVO E/OU ABRANGÊNCIA

Esse programa se aplica a área que terá a vegetação suprimida, sendo nesse caso a Área Diretamente Afetada (ADA) pelo empreendimento. A ADA conta com 128,3 ha, sendo 17,8 de Floresta Ombrófila e 110,5 ha de Savana Estépica, incluindo as tipologias Capão de Mata (3 ha) e Lagoa (4,35 ha).

10.7.5 REQUISITOS LEGAIS

Esse Programa não pretende obter a autorização para a Supressão de Vegetação. Seu objetivo é orientar os procedimentos gerais a serem seguidos quando desta solicitação. Assim, ele já procura seguir os principais procedimentos da INSTRUÇÃO NORMATIVA IBAMA Nº 152, de 17/01/2007, que "Estabelece procedimentos para a obtenção de Autorização de Supressão de Vegetação para fins de pesquisa e lavra mineral nas Florestas Nacionais que especifica (dentre elas, a FLONA de Carajás) e em suas respectivas zonas de entorno e de amortecimento".

10.7.6 ATIVIDADES

- ✓ **Conhecimento e delimitação da área a ser suprimida**
- ✓ **Definição das ações de manejo de fauna pertinentes**
- ✓ **Definição da estratégia de supressão**
- ✓ **Construção dos Centros de Triagem para a Fauna (CT)**
- ✓ **Treinamento da equipe**
- ✓ Supressão da Vegetação com acompanhamento da fauna e, quando necessário, resgate, reabilitação e soltura de indivíduos.

10.7.7 METODOLOGIA

10.7.7.1 Fase Pré-Supressão

10.7.7.2 Conhecimento e Delimitação da Área a ser Suprimida

A primeira atividade de supressão consiste em definir com precisão o perímetro do polígono na área a ser suprimida, conforme autorização do órgão ambiental. Inicialmente os limites deverão ser demarcados por algum serviço de topografia. Durante o estabelecimento dos limites, deve-se ter bastante cuidado para não ultrapassar os limites da área autorizada. Esta atividade é muito importante nas áreas florestais, onde os limites são menos visíveis que em campos abertos, em que a delimitação pode ser feita com fitas e marcos.

Dependendo do tamanho ou extensão da área a ser suprimida, deve haver uma subdivisão em blocos (A, B, C, D, etc.), onde o objetivo é determinar que a supressão seja realizada em cada bloco de forma consecutiva e não simultânea. Com isso tem-se um maior controle das atividades de supressão, além de facilitar a fuga de animais para blocos adjacentes e outras áreas ao redor. O limite entre os blocos também deve ser sinalizado, com fitas plásticas, de modo que possam ser facilmente visualizadas no campo.

10.7.7.3 Definição das Ações de Manejo de Fauna Pertinentes

Nomeadas de resgate, translocação, salvamento, afugentamento, entre outros, estas ações de manejo têm conceitos difusos, muitas vezes sem diferenciação clara de métodos e objetivos. Neste programa as ações de manejo se resumirão em:

- Salvamento de fauna, onde é realizado o afugentamento e/ou captura e identificação de animais presentes na área diretamente afetada do empreendimento, com soltura imediata destes animais em áreas adjacentes e de mesma tipologia vegetal daquela, desde que essas não venham a sofrer interferências em curto prazo;
- Resgate de fauna, que por sua vez, compreende a captura, contenção e identificação de animais presentes em área onde haverá impacto direto sobre a fauna, com posterior translocação (remoção), caso necessário reabilitação e, posterior soltura em área apta a receber estes animais.

A principal diferença entre ambos é que o resgate é utilizado geralmente em áreas que terão habitats completamente suprimidos e não apresentem local próximo que permita soltura imediata dos animais capturados.

Caberá ao responsável técnico definir as ações de manejo pertinentes, após a análise das áreas definidas para a supressão e o conhecimento da fauna de ocorrência para a área do empreendimento.

No caso de ser necessária a realização de resgate, deve-se proceder então à definição das áreas de soltura considerando, entre outros: a tipologia vegetal, o tamanho e forma da área, a distância de áreas urbanizadas, a distância do local de origem, a conectividade destas áreas com outras áreas naturais, o conhecimento prévio sobre a biota local, a inclusão destas áreas em projetos de recuperação e/ou conservação. Mais de uma área poderá ser selecionada, de forma a atender às necessidades de cada espécie.

10.7.7.4 Definição da Estratégia de Supressão

A definição do ritmo da supressão, da sequência de áreas a serem suprimidas, bem como a direção de caminhamento das máquinas devem ser planejadas previamente, de forma a evitar acidentes e permitir a fuga dos animais afugentados para as melhores áreas, que serão definidas levando-se em consideração a existência ou ausência de estradas, de áreas urbanizadas, de barreiras (naturais ou não), de vegetação, de corpos d'água, entre outros critérios, que sejam considerados pertinentes na ocasião.

10.7.7.5 Treinamento da Equipe

Toda equipe mobilizada tanto para o manejo de fauna, quanto para a supressão, será treinada por um responsável técnico, de forma a unificar conceitos e organizar a forma de comunicação e trabalho integrado destas equipes. No treinamento serão apresentados os equipamentos de segurança, os materiais e técnicas de supressão, os materiais e técnicas de manejo de fauna, as espécies da fauna de ocorrência na região que provavelmente serão encontradas durante a supressão, bem como as etapas e importância do trabalho. Este treinamento será feito, preferencialmente, antes do início dos trabalhos em campo, podendo aproveitar o tempo destinado aos diálogos de segurança já consolidados na empresa.

10.7.7.5.1 Construção dos Centros de Triagem para a Fauna (CT)

Para qualquer um dos procedimentos de manejo de fauna serão instalados centros de triagem simplificados que darão apoio às equipes em campo. Estes centros de triagem são móveis e acompanham a supressão sendo base de apoio para a equipe e para procedimentos básicos como fotografia, biometria e anotações de aspectos gerais dos animais capturados. O Centro de Triagem simplificado será composto de:

- Local adequado para guarda dos animais que estiverem em observação e materiais para acondicionamento dos mesmos (viveiros, armadilhas e/ou caixas de contenção de grande e pequena dimensão);
- Material para realização do manejo dos animais (sacos de pano, luvas de raspa de couro, pinça para ofídios, gancho, puçá, cambão, entre outros);

- Materiais para acondicionamento dos animais que vierem a óbito e/ou forem destinados a Instituições de Pesquisa (potes plásticos ou de vidro, sacos plástico tipo ZipLoc, etc);
- Material para realizar a eutanásia dos animais, de acordo com os procedimentos inerentes a cada grupo taxonômico (éter, xilocaína, etc), quando necessário;
- Material para fixação dos animais coletados, quando pertinente (seringas, formalina, álcool, linha, etiquetas de registro, etc).

No caso de animais resgatados, estes deverão passar por reabilitação em instituição ou clínica competente e deverá ser feito um projeto de soltura que considere as fases de aclimação e monitoramento na nova área.

Anteriormente ao pedido de licença de coleta, captura e transporte de fauna, serão estabelecidas parcerias com instituições de pesquisa depositárias do material porventura coletado segundo carta de anuência expedida pela mesma.

Os animais que sofrerem injúrias que sejam incompatíveis à vida (segundo análise do veterinário responsável), que sejam capturados mortos, ou que sejam parte de um projeto específico de pesquisa (previamente aprovado pelo órgão ambiental) serão destinados a instituições de pesquisa que se adequem ao máximo de quesitos: a) estejam presentes na região de inserção do empreendimento; b) que possuam programas de pesquisa para a espécie coletada; c) que ainda não possuam a espécie em suas coleções.

10.7.7.6 Fase de Supressão

Durante o salvamento de fauna, as equipes em campo farão uma varredura, previamente à passagem das máquinas de supressão, de forma a conduzir os animais para as áreas adequadas.

Porém, para os casos em que houver supressão completa de um habitat e não existir outro remanescente no entorno imediato que possa receber os animais advindos da área interferida, ou ainda, que não seja possível interligar habitats de forma a conduzir a fuga dos animais de maneira segura para área próxima, serão colocadas, anteriormente à supressão de vegetação, armadilhas tipo *sherman* (para mamíferos), *tomahawk* (para mamíferos e aves cursoras) e *pitfall* (para herpetofauna).

Ainda deverá ser feita a busca por abrigos e ninhos. Ao ser constatado a presença de ninhos ativos, ou seja, com filhotes e ou ovos, deverá ser isolado uma pequena mancha de vegetação no seu entorno e solicitado o desvio da supressão pelo maior tempo possível. Esta ação já comprovada em outros trabalhos tem se mostrado eficiente, pois em muitos casos a supressão leva um tempo maior do que a maioria das espécies de aves precisa para completar o nascimento de seus filhotes e cuidado parental. Ninhos vazios deverão ser removidos para evitar que as aves voltem a utilizá-lo. Em último caso, quando não for possível a espera, os ninhos deverão ser relocados para ninhos de aves da mesma espécie, com filhotes na mesma fase de desenvolvimento, em áreas adjacentes. Espera-se que os filhotes relocados sejam “adotados” pelo casal que cuida do novo ninho. Esses novos ninhos devem ser devidamente monitorados, em interface com o Programa de Conservação da Biodiversidade.

Após estas ações será dado prosseguimento às ações de supressão de vegetação que, nas áreas florestais, é dividida em duas etapas, cuja primeira é a remoção do sub-bosque e a segunda é o corte seletivo.

A remoção do sub-bosque consiste na retirada de indivíduos de porte herbáceo, arbustivos e árvores com diâmetro a altura do peito (DAP medido a 1,30 m) menor que 30 cm. Inicialmente faz-se a quebra do material lenhoso com DAP menor que 30 cm, com um trator de esteira tipo D6, que percorre a área com a lamina alta (em torno de 15 cm do solo) para realizar a quebra do material lenhoso.

Posteriormente faz-se a retirada de lenha, a qual consiste no traçamento do material lenhoso com diâmetro entre 10 e 30 cm que foram derrubados na primeira etapa. Durante esta atividade é possível realizar a colheita de sementes viáveis e epífitas por uma equipe específica para este serviço. O material lenhoso deve ser destinado a alguma atividade consumidora, devidamente licenciada. Os resíduos, solo orgânico contendo banco de sementes e as sementes coletadas devem ser encaminhadas conforme especifica o Plano de Recuperação.

Em seguida, inicia-se o corte seletivo, onde serão abatidas as árvores com DAP ≥ 30 cm. Antes do corte é necessário definir dois caminhos de fuga (45° entre eles), que ficam ao redor da árvore no sentido contrário da direção de queda natural, conforme ilustração abaixo, e, além disso, quando houver mais de uma equipe de corte, elas não devem trabalhar em quadrantes vizinhos e devem estar no mínimo 200 m uma da outra.

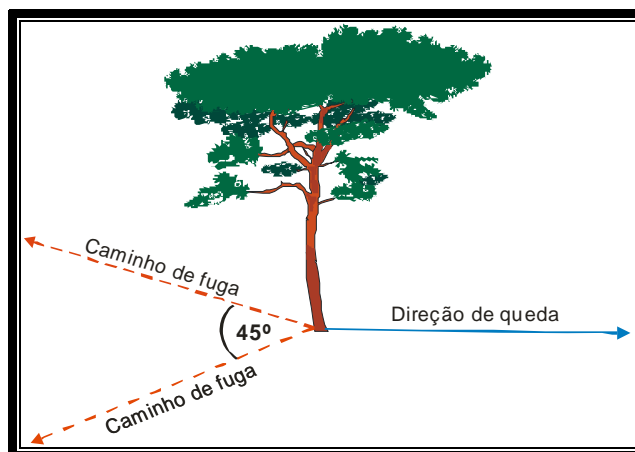


Figura 36: Caminhos de fuga e direção de queda (Fonte: Imazon).

Devem ser utilizadas técnicas de corte que favoreçam o direcionamento da queda e que também minimizem os danos no fuste, facilitem o arraste e principalmente para proporcionar mais segurança para o operador. Citam-se, por exemplo: a) corte básico, para as árvores de tronco reto e cilíndrico; b) corte para árvores que racham; c) corte de árvores que possuem sapopemas. Tais técnicas são descritas em detalhes no manual do Imazon e podem ser utilizadas como modelo.

Após o corte das grandes árvores, inicia-se o traçamento e desgalhamento, que consiste em livrar o fuste do sistema radicular e da copa. Após a queda da árvore, dependendo do seu tamanho, é necessário dividir o tronco em seções, de forma que venha facilitar o arraste. Esta operação é feita logo após a execução do corte, pelo mesmo operador,

que deve pelo menos promover o desgalhamento. Os galhos devem ser traçados e retirados e empilhados como lenha. O traçamento do fuste deve estar de acordo com o possível uso da tora na indústria. Por exemplo, se a tora for usada na serraria deve ser traçada a cada 4 m; para laminação, deve ser traçada a partir de 5 m.

Em seguida ao traçamento é feita a condução da tora até o pátio de estocagem. Esta atividade pode ser realizada com tratores com acessórios apropriados para acoplar a tora e transportar até um pátio de estocagem, onde serão romaneadas (mensuradas, catalogadas e empilhadas), antes de serem vistoriadas pelo órgão ambiental, que definirá a autorização de escoamento ou uso da madeira.

Os pátios de estocagem devem ser construídos em áreas planas, de forma que venha facilitar o empilhamento das toras e na quantidade ou área necessária para atender a demanda e ou logística operacional. Para empilhamento também devem ser consultadas as técnicas e recomendações no manual do Imazon. Durante todas as etapas da supressão de vegetação, equipes da fauna estarão a postos de forma executar as ações de manejo necessárias.

Para o salvamento de fauna será realizado prioritariamente o afugentamento da fauna, que consiste em conduzir com a mínima interação possível, os animais presentes na área impactada, para as áreas adjacentes, que não sofrerão intervenções no curto prazo e que apresentem a mesma tipologia vegetal da interferida.

Os animais só serão capturados quando estiverem, por condições físicas ou por características do local, impossibilitados de se deslocarem para estas áreas adjacentes. Inclui-se neste grupo, especialmente animais de locomoção lenta. A captura se dará em campo aberto para os animais de difícil locomoção e também em árvores derrubadas, utilizando-se de materiais apropriados para cada grupo taxonômico (luvas, puçás, laços e/ou ganchos).

Os animais capturados serão encaminhados para o centro de triagem onde serão contidos, quando necessário, e identificados (determinação em nível específico) ou, caso não seja possível, deverá ser feito registro fotográfico e determinação como morfotipo. Assim que o animal for identificado, será solto em área de mesma tipologia vegetal e adjacente à da supressão onde foi coletado. Em caso de óbito, o animal será fixado visando um melhor aproveitamento do material científico oriundo do processo de supressão vegetal.

Para o caso do resgate, a depender da espécie resgatada serão definidos os destinos pertinentes, de acordo com o acordado entre as equipes e o órgão ambiental, podendo ser soltura, encaminhamento a Zoológicos ou criadouros (apenas no caso de o animal não apresentar condições de soltura), ou ainda destinação para coleções científicas.

10.7.8 METAS E INDICADORES AMBIENTAIS

As metas do Programa de Supressão são: não ultrapassar os limites legais de supressão, não ocasionar assoreamento de corpos de água e minimizar a perda de indivíduos da fauna, enquanto durar o processo de supressão.

10.7.9 EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica necessária para executar esse Programa deve ser composta por um engenheiro florestal, e uma equipe formada por biólogos com experiência em manejo e contenção em todos os grupos da fauna e um veterinário.

10.7.10 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS / RESPONSABILIDADE DE EXECUÇÃO

A implantação do Programa de Supressão é de responsabilidade da VALE.

10.7.11 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO

Devem ser produzidos, no mínimo, relatórios bimestrais de acompanhamento, sempre confrontando as áreas previstas e as áreas efetivamente suprimidas, bem como acompanhamento dos impactos, listas de espécies da fauna registradas e/ou manejadas, resultados positivos e negativos relacionado à mortalidade de animais.

10.7.12 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Este Programa é contínuo enquanto houver necessidade de supressão na ADA. Estima-se um valor de cerca de R\$150 mil anuais para a execução desse Programa, considerando-se a equipe técnica que deverá acompanhar a supressão, não sendo contabilizados os custos com equipamento e pessoal envolvido diretamente com o desmate.

10.7.13 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PLANOS/PROGRAMAS

O Programa de Supressão Vegetal apresenta interface com o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, com o Programa de Educação Ambiental (detalhado no âmbito dos programas do Meio Sócio-Econômico) e com o Programa de Conservação da Biodiversidade.

10.8 PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE VETORES DO PROJETO N5

10.8.1 INTRODUÇÃO

As alterações ambientais provocadas pelo homem associadas aos grandes projetos de desenvolvimento contribuem para formação de novos habitats e criadouros de espécies de insetos vetores de doenças tropicais (TUBAKI *et al*, 1999; GOMES *et al*, 2007; FORATTINI *et al*, 1994; VASCONCELOS *et al*, 2001; TADEI *et al*, 1993). A substituição da paisagem natural encontrada atualmente na área de N5 Sul pelas instalações do empreendimento, que abrigará centenas de trabalhadores, ampliará as possibilidades da proliferação de vetores e, eventualmente, da ocorrência de surtos locais de malária e outras doenças transmitidas por insetos vetores. Nos locais sem perturbação humana os vetores têm muitos predadores e contam com suprimento restrito de alimento, representado pela fauna de vertebrados.

O estudo de impacto ambiental aponta condições que poderão favorecer a proliferação de vetores na Área de Estudo do Projeto Mina N5 Sul.

10.8.2 JUSTIFICATIVA

No município de Parauapebas ocorrem vetores das mais importantes doenças endêmicas do norte do país (abordado no diagnóstico ambiental), não existindo registro endêmico apenas de leishmaniose visceral (doença de calazar). Em 2004, foram registrados dois casos de febre amarela na cidade de Parauapebas (Ministério da Saúde http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/nota_febreamarela2007.pdf). A dengue, por sua vez, é preocupante, pois Parauapebas, segundo dados do Ministério da Saúde e da Prefeitura, foi o município que mais registrou casos no Pará e no Brasil. Quanto à malária, apesar da ocorrência de vetores secundários na área, o número de casos no município de Parauapebas tem sido muito baixo nos últimos anos. A Incidência Parasitária Anual (IPA) na cidade foi de 1,8 em 2007, 0,4 em 2008 e 0,2 até setembro de 2009 (SIVEP-Malária), sendo, portanto, considerada uma área de baixo risco de infecção por malária. Apesar da baixa circulação do protozoário observada atualmente, a ocorrência dos vetores na área, associado ao aumento brusco na densidade populacional e às alterações ambientais esperadas com a implantação do empreendimento sugerem a necessidade de um plano de controle específico para esta enfermidade. Segundo a Resolução CONAMA n°. 286, empreendimentos em regiões endêmicas de malária devem desenvolver estudos epidemiológicos e conduzir programas voltados para o controle da doença e de seus vetores, a serem implementados nas diversas fases do empreendimento.

A construção civil emprega historicamente pessoas de baixo poder aquisitivo, que em geral vivem nas periferias das cidades em condições sanitárias precárias (BASANO & 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, onde estas pessoas costumam se estabelecer junto ou próximo de florestas, explorando alguns dos seus recursos (lenha, caça, frutos, etc).

O programa, portanto, justifica-se pela criação de condições favoráveis à proliferação dos vetores, causada pela alteração ambiental, pela criação de nichos novos e pela exposição dos trabalhadores ao ataque de vetores provenientes de florestas próximas 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 programa busca medidas visando mitigar os impactos negativos relacionadas diretamente aos insetos vetores, enfocando, especialmente, a malária (CONAMA N°. 286), e medidas relacionadas ao sistema de saúde e educação ambiental.

10.8.3 OBJETIVOS

O objetivo do presente programa é a prevenção e controle de surtos endêmicos de doenças transmitidas por vetores em locais impactados pelo empreendimento.

10.8.4 PÚBLICO ALVO E/OU ABRANGÊNCIA

O público alvo desse programa envolve os trabalhadores do empreendimento e terceirizados, a população que reside na área de influência do empreendimento e os gestores ambientais da VALE e de outras empresas que trabalham na área, e dos órgãos licenciadores e fiscalizadores.

10.8.5 REQUISITOS LEGAIS

O Programa de Prevenção e Controle da Malária necessita de um laudo prévio (Laudo de Potencial Malarígeno), a ser emitido pela SVS, para ser elaborado e de um Laudo de Condição Sanitária a ser emitido após a implantação do plano (Portaria n°. 47/SVS, de 29 de dezembro de 2006; Resolução n°. 286, de 25 de outubro de 2001 e Resolução n°. 387, de 27 de dezembro de 2006 do CONAMA).

10.8.6 ATIVIDADES

- Monitoramento de insetos vetores em campo;
- Ações de controle de insetos;

10.8.7 METODOLOGIA

Este programa faz referências metodológicas no que diz respeito ao monitoramento de insetos vetores em campo e ações de controle de insetos. Para maiores detalhes epidemiológicos deve ser contratado um estudo de avaliação de potencial malarígeno para a área, além de um Programa de Prevenção e controle para Malária, após a liberação da LI. Paralelamente deve ser feita: a avaliação da adequação dos exames pré-admissionais; capacitação da equipe médica do empreendimento para diagnóstico precoce de doenças transmitidas por vetores; estabelecimento de um convênio entre o empreendedor e os municípios visando otimizar o atendimento e monitoramento de doenças infecciosas e parasitárias; formação de uma equipe de vigilância epidemiológica; cursos de educação em saúde e educação ambiental para os funcionários.

10.8.7.1 Monitoramento

O monitoramento de mosquitos adultos será conduzido em áreas próximas a alojamentos, refeitórios e outras construções onde os trabalhadores permanecem. A floresta no entorno

das construções e em áreas controle serão também monitoradas. Outras áreas artificiais ou naturais que representem criadouros potenciais serão também incluídas no monitoramento, de acordo com avaliações posteriores.

Durante a fase de operação se espera uma diminuição dos criatórios que estarão restritos a locais específicos, como depósitos de equipamentos, estruturas de drenagem, depósitos de rejeitos sólidos, oficinas, e outros. O monitoramento de indivíduos adultos ocorrerá nesses locais e nos pontos de floresta previamente selecionados.

O monitoramento deverá contemplar a sazonalidade e ocorrer antes do início das obras, durante a fase de instalação e de operação da mina. As áreas serão monitoradas a cada três meses e relatórios anuais deverão ser produzidos para apresentar os dados e as análises geradas.

A duração das campanhas trimestrais e o número de componentes da equipe de monitoramento deverá ser adequada ao número de pontos selecionados para que todos os ambientes (naturais e antropizados) sejam amostrados em todas as campanhas.

Na captura de adultos será adotado o método de inventariamento, amplamente usado em estudos similares. A equipe responsável pelo monitoramento deverá ser composta por pessoas treinadas na captura de dípteros vetores (especialmente culicídeos e flebotomíneos). As capturas deverão ser feitas em diferentes momentos do dia para maximizar a captura de espécies que possuem picos de atividade em diferentes horários do dia. Capturas com armadilha luminosa durante a noite também serão feitas para monitorar especialmente os flebotomíneos. Estes períodos de captura deverão ser fixados pela equipe durante as primeiras coletas.

Os espécimes são coletados durante o vôo com uma rede entomológica (puçá) ou, no caso de espécies de hábitos noturnos (flebotomíneos e algumas espécies de culicídeos), por meio de armadilhas luminosas do tipo CDC.

10.8.7.2 Controle

O controle de vetores de doenças pode ser mecânico, químico e/ou biológico.

10.8.7.2.1 Controle Mecânico

Controle dirigido aos criadouros com as formas imaturas, apoiado na remoção ou alteração das condições que os mantêm, no último caso para não permitir o acúmulo de água e a proliferação dos mosquitos.

O controle mecânico é apontado como o melhor método de controle de vetores no peridomicílio e domicílio (DONALÍSIO E GLASSER, 2002; TAUIL, 2006), além de, normalmente, ter custos reduzidos e não exigir mão de obra especializada. A eliminação dos sítios potenciais de postura de ovos e criação das larvas reduz drasticamente a necessidade de programas emergenciais de controle químico ou biológico, de campanhas de vacinação e atendimentos médicos de doentes, sendo que estes são procedimentos custosos e, muitas vezes difíceis de serem implantados por falta de estrutura apropriada (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1999).

10.8.7.2.2 Controle Químico

Essa forma de controlar os insetos vetores consiste na aplicação de produtos químicos nos criadouros, nas proximidades ou nos locais de abrigo e repouso dos vetores, em doses previamente determinadas para as diferentes técnicas e equipamentos utilizados. O controle químico só pode ser conduzido por pessoal capacitado.

Este controle diminui rapidamente a quantidade de adultos e reduz a longevidade das fêmeas, mas é um procedimento que requer aplicações constantes e age sobre organismos não-alvo, podendo afetar o ambiente.

Os locais que possibilitem a retenção de água da chuva durante dias, semanas ou meses, favorecendo a postura de ovos e o desenvolvimento dos diferentes estádios imaturos até a forma adulta, serão avaliados. Caso constatada a ocorrência de espécies de mosquitos de interesse, os criadouros artificiais serão prontamente destruídos ou tratados.

O controle químico pode ser preventivo. Neste caso, se aplica inseticida periodicamente em áreas de grande concentração e/ou circulação de pessoas. O método mais indicado é a fumigação com uso de termonebulizador, pois a fumaça densa lançada por este equipamento se espalha por uma área considerável e de forma lenta o que garante a eficiência do contato com os mosquitos. A aplicação de inseticida se dá no entardecer (horário de grande atividade dos mosquitos) em locais específicos como entorno de refeitórios, dormitórios, locais de descanso dos trabalhadores, áreas de circulação em prédios de escritórios, prédios de manutenção, entre outros.

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.

10.8.7.2.3 Controle Biológico

Essa forma de controlar consiste no uso de agentes biológicos, como bactérias, fungos ou peixes, que têm ação seletiva no controle das populações de vetores.

A ação do produto é lenta e a eficácia da técnica somente é percebida no longo prazo. Os efeitos devem ser periodicamente avaliados, os produtos têm valor elevado e a aplicação não é fundamentada em estudos populacionais dos organismos vetores. Por esses motivos, o ideal é a adoção de um controle integrado, inicialmente químico, que age rápido sobre os adultos, e posteriormente biológico, de ação mais lenta e duradoura.

Tendo em vista a realidade dos municípios envolvidos e a precariedade do conhecimento sobre a biologia e ecologia dos vetores de doenças na região Norte do país, o controle biológico deverá ser considerado apenas se as autoridades estiverem capacitadas a conduzir um controle integrado, conforme indicado pela OMS (2004).

10.8.7.3 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 qual a razão, horários de maior incidência de ataque, entre outros.

As informações epidemiológicas serão tabuladas de acordo com formulários padronizados do Ministério da Saúde e disponibilizadas para as autoridades sanitárias.

10.8.8 METAS E INDICADORES AMBIENTAIS

Indica-se como meta, o monitoramento periódico das espécies vetores de doença e seu controle, gerando informações que subsidiem a avaliação da efetividade do presente projeto.

Como indicadores ambientais serão avaliadas as alterações na abundância e composição de espécies de insetos de interesse médico e a ocorrência ou aumento do número de casos das doenças transmitidas por insetos vetores.

10.8.9 EQUIPE TÉCNICA

A equipe de vigilância epidemiológica deve ser coordenada por um médico sanitарista ou enfermeira com pós-graduação na área e contar com um biólogo com experiência na área de insetos vetores. A equipe deve contar ainda com uma secretária e pelo menos um auxiliar de escritório.

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.

10.8.10 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS / RESPONSABILIDADE DE EXECUÇÃO

A responsabilidade pela implantação do Programa cabe à VALE, podendo haver o envolvimento de instituições de pesquisa e ensino do estado e a prefeitura de Parauapebas.

10.8.11 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO

Os relatórios de avaliação e acompanhamento devem ser apresentados a cada 4 meses enquanto durar a execução do Programa.

10.8.12 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

A equipe de vigilância epidemiológica deve ser formada antes do início da instalação para coordenar as atividades pertinentes e ficar ativa até o final da fase de desativação do empreendimento. O monitoramento deve durar por toda fase de implantação, operação e desativação do empreendimento, mas a intensidade e abrangência devem ser determinadas pela equipe responsável. A equipe de controle deve ser mobilizada no início da fase de implantação e permanecer até a desativação do empreendimento, sendo requisitada apenas quando necessário.

Atividades	Trimestres											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Escolha dos pontos de coleta	X	X										
Monitoramento dos vetores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Análise dos dados			X	X			X	X			X	X
Relatório				X				X				X

10.8.13 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PLANOS/PROGRAMAS

Este Programa se relaciona com o Programa de Conservação da Biodiversidade, com o Programa de Supressão e com o Programa de Educação Ambiental.

10.8.14 BIBLIOGRAFIA

BASANO, S.A. e CAMARGO, L.M.A. Leishmaniose tegumentar americana: histórico, epidemiologia e perspectivas de controle. Rev. Bras. Epidemiol. 7(3): 328-337. 2004.

DONALÍSIO, M.R.; GLASSER, C.M. Vigilância Entomológica e Controle de Vetores do Dengue. Rev. Bras. Epidemiol. 5(3): 259-272. 2002.

FORATTINI, O.P., KAKITANI, I.; MASSAD, E.; MURUCCI, D. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 4- survey of resting adults and synanthropic behaviour in South-Eastern Brazil. Rev. Saúde pública 28: 395-399. 1994.

GOMES, A.C. ; D. NATAL ; PAULA, M.B ; URBINATTI, P.R. ; MUCCI, L.F. & BITENCOURT, M.D. 2007. Riqueza e abundância de Culicidae (Diptera) em área impactada, Mato Grosso do Sul, Brasil. Rev. Saúde Pública, 41(4):661-664.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Controle seletivo de vetores da Malária. Fundação Nacional de Saúde/Organização Pan-Americana de Saúde. Brasília. 1999.

OMS (Organização Mundial da Saúde). Global strategic framework for integrated vector management. 12 p. 2004.

OMS (Organização Mundial da Saúde). Informal consultation on malaria elimination: setting up the WHO agenda. WHO Global Malaria Programme. 68 p. 2006.

TADEI, W. P. ; SANTOS, Joselita Maria Mendes dos ; SCARPASSA, V. M. ; RODRIGUES, I. B. 1993. Incidência, distribuição e aspectos ecológicos de espécies de Anopheles (Diptera: Culicidae), em regiões naturais e sob impacto ambiental da Amazônia Brasileira. . In: Ferreira, E.J.G.; Santos, G.M.; Leão, E.L.M.; Oliveira, L.A.. (Org.). In: Bases Científicas Para Estrat. de Preserv. e Desenv. da Amazônia. 1ª ed. Manaus: Projeto Gráfico, Composição e Editoração Eletrônica v. 2, p. 167-196.

TAUIL, P.L. Perspectivas de controle de doenças transmitidas por vetores no Brasil. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 39(3):275-277. 2006.

TUBAKI, R.M., S. HASHIMOTO ; M.F. DOMINGOS & S. BERENSTEIN. 1999. Abundance and frequency of culicids (Diptera, Culicidae), at Taquaruçu dam in the Paranapanema basin, southern Brazil. Rev. Brasil. Entomol., 43(3/4):173-184.



VASCONCELOS, P.F.C.; A.P. ROSA; S.G. DOMINGUES; E.S. ROSA; H.A. MONTEIRO; A.C. CRUZ; V.L. BARROS; M.R. SOUZA & J.F. ROSA. 2001. Yellow fever in Pará State, Amazon region of Brazil, 1998-1999: entomologic and epidemiologic findings. *Emerg. Inf. Dis.*, 7(3)suppl.,pg 565-569

10.9 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS INDICADORES SOCIOECONÔMICO

10.9.1 INTRODUÇÃO

O Programa de Monitoramento Socioeconômico busca a compreensão sistemática dos efeitos do empreendimento sobre as dimensões econômicas e sociais da área de influência direta, município de Parauapebas, do Projeto da Mina N5 Sul. Por meio de dados e informações objetivamente mensuráveis, ao longo do monitoramento a que se propõe, o Programa permitirá o acompanhamento das principais transformações ocorridas na socioeconomia do município, bem como o estabelecimento de correlações entre essas transformações e o empreendimento.

10.9.2 JUSTIFICATIVA

O Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos configura-se como um importante instrumento capaz de subsidiar o empreendedor e os poderes públicos envolvidos no planejamento e execução de ações relacionadas ao empreendimento nas etapas de planejamento, implantação, operação e fechamento.

Sabe-se que a implantação e a operação de um empreendimento do porte do Projeto da Mina N5 Sul, mesmo não gerando novos postos de trabalho, tem potencial para alterar a dinâmica socioeconômica da sua região de inserção. Particularmente no caso do empreendimento em questão, mesmo não implicando em aumento de produção e sim manutenção da produção no patamar atual, devido a fatores que se interrelacionam – como o potencial de desenvolvimento econômico ocasionado pela manutenção da injeção de recursos na economia e melhoria de condições socioeconômicas, proporcionadas pelo desenvolvimento dos setores produtivos –, espera-se que ocorram nos próximos anos mudanças na dinâmica socioeconômica do município de Parauapebas. Em parte essas mudanças ocorrerão em função da atual dinâmica presente não só no município, como também na microrregião de Parauapebas e sudeste paraense.

10.9.3 OBJETIVOS

Este Programa tem por objetivo monitorar, em períodos pré-determinados, as possíveis transformações socioeconômicas decorrentes da implantação e operação do Projeto da Mina N5 Sul.

Entre os objetivos específicos estão:

- Monitorar as possíveis alterações no meio socioeconômico e antecipar tendências locais/regionais referentes à PEA, POC, Condição de Ocupação e Distribuição da População Ocupada nos Setores da Economia;
- Monitorar as possíveis alterações no meio socioeconômico e antecipar tendências referentes às Receitas Municipais, particularmente aquelas associadas à atividade mineral com ênfase nas receitas diretamente vinculadas à operação da Mina N5 Sul;

- Compreender as alterações no meio socioeconômico e seus elementos causadores, como forma de apoiar a potencialização de fatores positivos e a diminuição dos negativos, decorrentes da presença do empreendimento na região de inserção do empreendimento.

10.9.4 PÚBLICO ALVO E/OU ABRANGÊNCIA

A abrangência deste Programa é o município de Parauapebas.

10.9.5 REQUISITOS LEGAIS

Não há exigências de ordem legal para a implantação deste Programa.

10.9.6 ATIVIDADES

Como exposto, o Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos realizará levantamentos referentes às principais variáveis socioeconômicas tendo como principal universo focal o município de Parauapebas. A implementação do Programa será realizada através das seguintes atividades:

- a) Contratação de empresa independente para executar o Programa sob a coordenação geral da Fundação Vale;
- b) Elaboração, seleção e monitoramento dos Indicadores de *performance* socioeconômicas, particularmente aqueles listados na metodologia deste Programa.
- c) Coleta de 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, Secretaria do Tesouro, Ministério das Cidades e outros) e Organizações Não Governamentais (IPAM, IMAZON e outras).
- d) Coleta de informações do Censo Demográfico a ser realizado pelo IBGE no de 2010, comparando os resultados desse Censo com os dados dos Censos de 1991 e 2000 (IBGE, 1991; 2000) e análises apresentadas no EIA do empreendimento.
- e) Acompanhamento periódico dos resultados do monitoramento desenvolvido pela empresa contratada;
- f) Elaboração de três relatórios, com periodicidade anual, de acompanhamento e monitoramento socioeconômico e divulgação dos resultados para a comunidade.

10.9.7 METODOLOGIA

O Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos do Projeto da Mina N5 Sul contempla, primordialmente, a obtenção de informações que permitam a comparação com informações e dados presentes no diagnóstico socioeconômico do EIA do empreendimento, que servirão como referência inicial para o Programa.

Deverão ser coletadas informações em fontes como órgãos públicos Municipais (Prefeitura, Secretarias e outros), Estaduais (EMATER, Secretarias, Tribunal de Contas dos Municípios e outros) e Federais (IBGE, INCRA, Secretaria do Tesouro, Ministério das Cidades e outros) e Organizações Não Governamentais (IPAM, IMAZON e outras).

Fundamentalmente deverão ser utilizados os resultados do Censo a ser realizado pelo IBGE no de 2010. A partir da análise dos dados desse Censo e da análise comparativa com os dados dos Censos de 1991 e 2000 (IBGE, 1991; 2000), serão elaborados relatórios temáticos de monitoramento dos indicadores socioeconômicos na AID da Mina N5 Sul, o município de Parauapebas.

10.9.8 METAS E INDICADORES AMBIENTAIS

As metas deste Programa são:

- Conhecer as variações e a dinâmica dos processos socioeconômicos no município de Parauapebas;
- Constituir um instrumento norteador do planejamento de ações e procedimentos, tanto de adequação quanto corretivos, que se façam necessários.

Os principais indicadores para a composição deste Programa de Monitoramento estão relacionados à produção dos relatórios temáticos a serem produzidos no âmbito deste Programa.

10.9.9 EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica deste Programa deverá ser especializada em socioeconomia, em que os recursos humanos necessários incluem profissionais com experiência em levantamentos e análise de dados socioeconômicos.

10.9.10 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS / RESPONSABILIDADE DE EXECUÇÃO

O Programa é de responsabilidade da Vale/Fundação Vale, que deverá estabelecer as parcerias com a Prefeitura de Parauapebas, além de outras instituições estratégicas consideradas necessárias para a operacionalização do Programa.

10.9.11 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO – DEFINIÇÃO DA FORMA DE APRESENTAR E PERIODICIDADE DOS RELATÓRIOS.

O Programa produzirá três relatórios, a partir do ano de 2010, com periodicidade de cinco anos. Assim, os relatórios serão concluídos em 2011, 2016 e 2021. Os mesmos deverão ser disponibilizados para a Prefeitura Municipal de Parauapebas e o público em geral que deverá tomar conhecimento dos relatórios através de apresentações para as associações representativas dos diversos setores da comunidade Parauapebense.

10.9.12 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

O custo total estimado do Programa é de R\$ 270.000,00, sendo R\$ 240.000,00 gastos com pessoal e R\$ 30.000,00 gastos com materiais/logística e apresentações ao público em geral. Dada a periodicidade das campanhas para a construção dos relatórios, os custos do Programa deverão ser atualizados ao término de cada campanha.

Serão realizadas três campanhas para coleta de informações, a partir da publicação dos primeiros resultados do censo de 2010, a ser realizado pelo IBGE. No total serão três

campanhas que resultarão em relatórios descritivos e analíticos. Ao final de cada campanha, será elaborado um relatório executivo que contenha a síntese das análises realizadas no âmbito do Programa no período considerado.

10.9.13 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PLANOS/PROGRAMAS

O Programa de Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos tem interface com o Plano de Fechamento e o Programa de Comunicação Social.

10.9.14 BIBLIOGRAFIA.

AMPLO; RCA-PCA Canteiros de Obras, Estrada de Ferro Carajás - EFC, Belo Horizonte, 2008.

DIAGONAL URBANA. Diagnóstico Integrado da Socioeconomia do Sudeste do Pará, 2006.

ERM/AMPLO; Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Mina Apolo, Belo Horizonte, 2008/2009.

GOLDER ASSOCIATES; EA/PBA Capacitação da Estrada de Ferro Carajás – EFC – Fase I, Belo Horizonte, 2008.

10.10 PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

10.10.1 INTRODUÇÃO

O Programa de Comunicação Social a ser desenvolvido no âmbito das ações ambientais do Projeto da Mina N5 Sul visa criar e manter os canais de comunicação necessários para o bom relacionamento entre a Vale e os diversos atores sociais envolvidos na instalação do empreendimento, de maneira que as informações circulem adequadamente, evitando interferências na comunicação e garantindo a qualidade das ações planejadas nos outros Programas Ambientais.

A comunicação sobre o Projeto da Mina N5 Sul, conduzida de maneira coordenada, através da consolidação de um Programa integrado aos demais que compõem o Sistema de Gestão Ambiental, permite o planejamento e a elaboração prévia de ações fundamentais para que as informações sobre o empreendimento sejam difundidas com transparência e compromisso.

Ressalta-se que este Programa está consonância com as diretrizes de Comunicação da empresa.

10.10.2 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.

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*.

10.10.3 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.

10.10.4 PÚBLICO ALVO E/OU ABRANGÊNCIA

Pretende-se atingir 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.

Para o desenvolvimento das ações propostas são consideradas as áreas de influência direta e indireta identificadas no Estudo de Impacto Ambiental - EIA. Quanto à comunicação institucional, a área de atuação se amplia à medida em que esse processo atinge instituições de cunho estadual e federal.

10.10.5 REQUISITOS LEGAIS

Não há exigências de ordem legal para a implantação deste Programa.

10.10.6 ATIVIDADES

As principais atividades do Programa de Comunicação Social são:

- **Comunicação Interna** (Empregados Diretos e Terceirizados)

Visa manter os empregados diretos ou indiretos informados sobre as etapas de planejamento e implantação da Mina N5 Sul, tornando-os multiplicadores de informações e agentes envolvidos com o empreendimento.

- **Comunicação Externa**

Visa estreitar relacionamento com os moradores da região onde o empreendimento será inserido, por meio de ações de relacionamento, 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.

- **Comunicação com Imprensa**

Os contatos com os profissionais de imprensa, conduzidos pela Gerência Geral de Imprensa da Vale, terão o objetivo de atender à demanda externa de informações para promover o correto entendimento acerca do Projeto. Para tal, sugere-se **press releases**.

10.10.7 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento das ações de comunicação pressupõe a identificação e mapeamento dos públicos, estabelecendo-se mecanismos e instrumentos distintos de informação a ser veiculada para cada grupo de interesse.

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.

A metodologia usada neste Programa visa estabelecer relações interativas baseadas nos princípios da horizontalidade, transparência, ética e foco no território.

10.10.8 METAS E INDICADORES AMBIENTAIS

Espera-se que, a partir do estabelecimento e consolidação do diálogo social e institucional entre a Vale e as diversas partes interessadas, seja proporcionado o pleno conhecimento do empreendimento e suas implicações sócioambientais.

A correta identificação dos grupos de interesse e de suas características sociais e culturais é um dos principais fatores que nortearão 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.

10.10.9 EQUIPE TÉCNICA/RECURSOS HUMANOS

A equipe técnica deste Programa é composta por técnicos do Departamento de Comunicação da Vale.

10.10.10 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS / RESPONSABILIDADE DE EXECUÇÃO

Este Programa é de responsabilidade do Departamento de Comunicação da Vale, representado em Carajás pela equipe regional de comunicação, alocada no núcleo da unidade.

São consideradas as interfaces diretas com outras áreas da empresa como: Relações Institucionais, Fundação Vale, Relações com Comunidades, Meio Ambiente, Engenharia, entre outras.

10.10.11 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO – DEFINIÇÃO DA FORMA DE APRESENTAR E PERIODICIDADE DOS RELATÓRIOS.

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.

10.10.12 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

O Programa de Comunicação Social deverá dar suporte aos outros Planos e Programas previstos no EIA. Nesse sentido, este Programa assume posição estratégica no âmbito não só da implantação e operação do empreendimento, mas também nas etapas de planejamento e fechamento, tendo em vista que definirá o posicionamento do empreendedor com relação à comunidade e partes interessadas. O Programa está implantado e deve permanecer atuante em todas as etapas do empreendimento.

O custo total estimado do Programa é de R\$ 190.000,00 gastos com pessoal e materiais.

10.10.13 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PLANOS/PROGRAMAS

O Programa de Comunicação Social tem interface com todos os Programas Ambientais a serem desenvolvidos no âmbito das ações ambientais do Projeto da Mina N5 Sul. Em especial, mantém interface direta com os Programas de Educação Ambiental, Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos e Plano de Fechamento

10.10.14 BIBLIOGRAFIA.

AMPLO; RCA-PCA Canteiros de Obras, Estrada de Ferro Carajás - EFC, Belo Horizonte, 2008.

ERM & AMPLO; Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Mina Apolo, Belo Horizonte, 2008/2009.

GOLDER ASSOCIATES; EA/PBA Capacitação da Estrada de Ferro Carajás – EFC – Fase I, Belo Horizonte, 2008.

10.11 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

10.11.1 INTRODUÇÃO

O Programa de Educação Ambiental a ser desenvolvido no âmbito das ações ambientais do Projeto da Mina N5 Sul está consonância com o compromisso com o futuro, estabelecido na Cúpula de Joanesburgo, onde determinou-se um plano que ficou conhecido como *Millennium Development Goals* (Metas de Desenvolvimento para o Milênio). Dentre as oito metas a serem atingidas até 2015, destacam-se: alcançar a educação primária e introduzir o conceito de desenvolvimento sustentável nas políticas públicas e nas comunidades num contexto geral.

Neste sentido, em consonância com os preceitos legais e entendimento da importância da Educação Ambiental – EA, o presente Programa de Educação Ambiental vem somar-se à busca da sociedade global e nacional na orientação, divulgação e disseminação de novos comportamentos ambientais que favoreçam a sustentabilidade socioambiental, particularmente da região de inserção do empreendimento para a qual este Programa está voltado. Assim, no âmbito deste Programa a Educação Ambiental é entendida como aquela que aponta para as transformações da sociedade em direção a novos paradigmas de justiça social e qualidade ambiental.

10.11.2 JUSTIFICATIVA

A instalação do Projeto da Mina N5 Sul produzirá transformações no meio ambiente, sejam elas de natureza negativa ou positiva, principalmente na área de influência direta do empreendimento. Assim, todas as pessoas relacionadas ou sob a influência desse empreendimento devem ser alvo de ações ambientais que busquem a orientação, divulgação e disseminação de novos comportamentos ambientais que contribuirão para a eliminação ou mitigação daqueles aspectos negativos do empreendimento, bem como potencializem os impactos positivos.

Neste sentido, o presente Programa de Educação Ambiental viabilizará a compreensão de temas afetos à conservação ambiental. Para tanto, o Programa está alinhado com os objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental e incorpora conceitos fundamentais das ciências ambientais – questões específicas sobre os ecossistemas da região de inserção do empreendimento, noções de uso sustentável dos recursos naturais, informações sobre a legislação ambiental, entre outros –, que valorizam o envolvimento de trabalhadores do projeto da Mina N5 Sul e da sociedade local nos cuidados ambientais, partindo da compreensão integrada das complexas relações do ser humano com o ambiente.

As diretrizes da ONU sobre meio ambiente, explicitas na Agenda 21, remete a reflexão de que falar de florestas, de recursos hídricos, poluição do ar, da água ou do solo e dos povoamentos humanos, é refletir sobre as condições de vida e de sobrevivência de toda a humanidade. Segundo a Agenda 21 os seres humanos estão no cerne das preocupações relativas ao desenvolvimento durável. Têm direito a uma vida sadia e produtiva, em harmonia com a natureza.

De acordo com Milaré (2005) destacam-se as principais características da Educação Ambiental: processo dinâmico, transformadora, participativa, abrangente, globalizadora, permanente e contextualizadora. Seus objetivos apresentam como que um leque: conscientização, conhecimento, atitudes, habilidades, capacidade de avaliação, participação dentre outros. Seu público alvo é o público em geral.

Assim, os trabalhadores das etapas de planejamento, implantação, operação e fechamento, remanejados de outras frentes de mineração, empregados diretos da Vale e/ou terceiros, precisam ser orientados quanto a questões relativas ao respeito à natureza (fauna, flora, recursos hídricos, etc.) e à sociedade como um todo. Aspectos ambientais como a geração e disposição adequada de resíduos, os usos da água, a caça e a coleta de espécies da flora, de valor comercial, necessitam ser aprofundados, de modo a motivar o adequado comportamento dos trabalhadores, face à legislação ambiental em vigor no país e ao comprometimento socioambiental com as gerações do presente e futuras.

Portanto, o Programa de Educação Ambiental voltado tanto para o público interno, trabalhadores do empreendimento, quanto para o público externo, população de Parauapebas (AID), justifica-se pela importância que a EA tem na construção de práticas sustentáveis na convivência com o meio ambiente local e regional.

10.11.3 OBJETIVOS

Os objetivos do Programa de Educação Ambiental são sensibilizar e mobilizar trabalhadores do empreendimento e moradores da área de influência direta, município de Parauapebas, para a adoção de conceitos, comportamentos e atitudes de defesa, conservação e melhoria do meio ambiente, tendo como referencial a legislação ambiental vigente.

10.11.4 PÚBLICO ALVO E/OU ABRANGÊNCIA

As ações do Programa de Educação Ambiental deverão ser implementadas na área de influência direta (AID) do Projeto da Mina N5 Sul. Nessa área de abrangência do Programa, distinguem-se dois grupos de interesse/público-alvo: empregados (diretos e terceirizados) do empreendimento e comunidade em geral, em especial estudantes e professores.

10.11.5 REQUISITOS LEGAIS

As políticas de Educação Ambiental são regulamentadas por Leis, Decretos, Portarias, Normas e Regulamentos expedidos pelo Poder Público no âmbito Federal, Estadual e Municipal. Os principais marcos que regulam a Educação Ambiental são apresentados a seguir.

Decreto Nº 4.281, de 25 de junho de 2002: *Regulamenta a Lei que institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.*

Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999: *Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.*

Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981: *Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.*

10.11.6 Atividades

As principais atividades do Programa de Educação Ambiental são:

- Constituição da Equipe de Trabalho;
- Definição do Plano de Trabalho;

- Identificação através de Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) de todos os grupos de interesse, caracterizando seu papel perante a comunidade e perante o empreendimento;
- Identificação e implementação de parcerias, por meio de apoio técnico e logístico, com as instituições representativas dos grupos de interesse envolvidos, assim como com aquelas cujas atuações estão relacionadas aos temas a serem abordados;
- Articulação das ações deste Programa de Educação Ambiental com a Gerência de Meio Ambiente da Vale, com o poder público municipal de Parauapebas e Polícia Militar.
- Articulação do Programa de Educação Ambiental com os demais programas e projetos desenvolvidos pela Vale e demais instituições/órgãos, que atuam na região de inserção do empreendimento;
- Articulação do programa com as questões de saúde e segurança.

10.11.7 METODOLOGIA

O Programa de Educação Ambiental deverá estar alinhado com as diretrizes do Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA), do Ministério do Meio Ambiente, incorporando as tendências mais recentes do processo de gestão ambiental. Outro alinhamento de suma importância metodológica refere-se à articulação das ações deste Programa com as ações desenvolvidas e em desenvolvimento tanto pelo poder público local quanto com outros empreendimentos da Vale na região de inserção do empreendimento.

As ações ambientais rotineiras da Vale deverão ser repassadas também às empresas fornecedoras e seus trabalhadores, tanto em termos daquelas relacionadas à convivência entre moradores e trabalhadores quanto das ligadas às obras, ao controle de resíduos, aos usos das águas, à saúde pessoal e ocupacional, aos cuidados com o meio ambiente local e regional.

Este Programa de Educação Ambiental deverá ser implementado por meio de atividades pedagógicas que resguardem as especificidades dos dois grupos de interesse/público-alvo deste Programa. De modo a facilitar o processo de assimilação, o Programa além de adotar linguagem adequada aos públicos-alvos, deverá utilizar materiais ao mesmo tempo didáticos, lúdicos e informativos (folders, vídeos, peças teatrais, cartilhas, cartazes, visitas guiadas etc). Deverá incluir tanto ações de curto prazo, particularmente aquelas voltadas para a educação ambiental dos trabalhadores diretos e terceirizados, com especial atenção àqueles que trabalharão nas etapas de planejamento e implantação, quanto ações de médio e longo prazo, como a capacitação de professores das redes pública e privada como a articulação institucional para a implantação/fortalecimento de cursos de pós-graduação com enfoque nas questões ambientais, particularmente aquelas pertinentes à Educação Ambiental e à Gestão Ambiental.

10.11.8 METAS E INDICADORES AMBIENTAIS

Metas são os parâmetros a serem alcançados em prazo pré-determinado e indicadores ambientais são os parâmetros a serem analisados para a avaliação da eficiência da implantação do plano/programa.

A principal meta deste Programa de Educação Ambiental é a promoção de agentes multiplicadores para o desenvolvimento ambientalmente sustentável. Estima-se um trabalho

de médio e longo prazo, tendo em vista a necessária quebra do paradigma do crescimento econômico dissociado do desenvolvimento humano e ambientalmente sustentável.

Como indicadores ambientais espera-se que no mínimo 70% do corpo docente municipal, percentual de professores com nível superior, tenha participado de alguma atividade proposta no âmbito deste Programa durante as etapas de planejamento, implantação e nos dois primeiros anos da etapa de operação do empreendimento. Outro indicador é a participação de 100% dos estudantes da rede pública em atividades deste Programa no mesmo período. Espera-se também que 30% das lideranças das associações de classe/organizações sociais do município tenham participado de atividades deste Programa.

Para a participação de empregados diretos e terceirizados, espera-se que 100% dos trabalhadores envolvidos diretamente no empreendimento sejam capacitados e educados para a proteção e conservação do meio ambiente, segundo a legislação vigente no país.

10.11.9 EQUIPE TÉCNICA/RECURSOS HUMANOS

A equipe deve ser composta por profissionais experientes da área de Educação Ambiental e Gestão Ambiental. A equipe técnica que irá executar este Programa será definida pelo empreendedor, ou à sua contratada, observando-se as necessidades requeridas para tal. Ressalta-se que o acompanhamento desse Programa deverá ser feito pelo gerente ambiental do empreendimento.

10.11.10 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS / RESPONSABILIDADE DE EXECUÇÃO

O responsável pela execução do Programa de Educação Ambiental é a Vale que poderá contratar empresas para o desenvolvimento das atividades. Sugere-se como instituições parceiras/envolvidas o IBAMA, ICMBio, Prefeitura Municipal de Parauapebas e Polícia Militar.

10.11.11 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO – DEFINIÇÃO DA FORMA DE APRESENTAR E PERIODICIDADE DOS RELATÓRIOS.

Após o término de cada fase deste Programa deverá ser gerado um relatório conclusivo das ações desenvolvidas. Assim, serão gerados nove relatórios parciais. Ao término do segundo ano da etapa de operação do empreendimento, momento em que se espera o pleno desenvolvimento deste Programa será gerado um relatório do consolidado dos resultados do Programa. Este relatório deverá ser encaminhado aos parceiros/instituições envolvidas bem como apresentado em eventos públicos que abriguem representantes dos diversos seguimentos da sociedade municipal.

10.11.12 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

O Programa de Educação Ambiental deverá ser executado a partir do início da etapa de planejamento, perdurando até o término do segundo ano da etapa de operação. Este Programa deverá ser executado acompanhando o cronograma do Programa Atitude Ambiental já realizado pela Vale.

Os recursos humanos necessários para a implantação do Programa serão os gastos relativos com a remuneração dos profissionais encarregados da sua Coordenação-Geral e os de apoio às atividades, bem como a logística necessária para a viabilização do trabalho, e deverão

ficar a cargo do empreendedor. Os recursos materiais limitam-se aos espaços necessários para a realização das atividades e ao material de divulgação, didático e de apoio que deverá ser definido em forma, conteúdo e quantidade pelos profissionais encarregados da elaboração e desenvolvimento das atividades.

O custo estimado total do Programa de Educação Ambiental é de R\$ 305.000,00 com pessoal e material. Este Programa é de responsabilidade da Vale, que poderá buscar todas as parcerias necessárias à sua execução.

10.11.13 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PLANOS/PROGRAMAS

O Programa de Educação Ambiental possui interfaces com os seguintes Programas: Comunicação de Comunicação Social, Educação Patrimonial e Monitoramento dos Indicadores Socioeconômicos.

10.11.14 BIBLIOGRAFIA.

AMPLO; RCA-PCA Canteiros de Obras, Estrada de Ferro Carajás - EFC, Belo Horizonte, 2008.

ERM & AMPLO; Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Mina Apolo, Belo Horizonte, 2008/2009.

GOLDER ASSOCIATES; EA/PBA Capacitação da Estrada de Ferro Carajás – EFC – Fase I, Belo Horizonte, 2008.

AMBIENTE BRASIL. Disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br>.

ONU. Assembléia Geral da ONU. Disponível em <http://www.onu-brasil.org.br/documentos.php>.

10.12 PROGRAMA DE CONTROLE DA MALÁRIA E OUTRAS DOENÇAS TRANSMITIDAS OU NÃO POR VETORES

10.12.1 INTRODUÇÃO

O Programa de Controle da malária e outras doenças transmitidas ou não por vetores faz parte do Projeto de Estudo Epidemiológico de Avaliação das Alterações Ambientais e Sociais e sua Influência no Quadro Nosológico das Áreas de Influência das Minas de Ferro e Manganês de Carajás, realizado no âmbito da parceria Vale/Instituto Evandro Chagas/Fundação Instituto para o Desenvolvimento da Amazônia, além do apoio do Ministério da Saúde.

Ressalta-se que no âmbito do referido Projeto assegurou-se o compromisso de envio de cópia do projeto ao Comitê de Ética e Pesquisa Humana e também ao Comitê de Ética de Pesquisa Animal do IEC/SVS/MS. Os protocolos referentes à primeira etapa dos estudos fizeram parte do processo protocolado no CEP/IEC, nº 0014/04 de 05 de março de 2005.

Este Programa compõe o referido Projeto de Estudo Epidemiológico e busca atender a solicitação do IBAMA expressa no Termo de Referência para a realização do EIA/RIMA do Projeto da Mina N5 Sul.

10.12.2 JUSTIFICATIVA

As alterações ambientais tem repercussões à saúde humana, especialmente com referência as doenças epidemiológicas transmissíveis por vetores biológicos. Neste sentido, o presente Programa vem somar-se aos esforços de controle da malária e outras doenças transmitidas ou não por vetores, cuja disseminação possa ser potencializada pelas alterações ambientais promovidas pelas atividades de exploração de minério de ferro na Mina N5 Sul.

10.12.3 OBJETIVOS

Este Programa tem por objetivo dar prosseguimento ao projeto de avaliação e monitoramento das alterações ambientais e sociais e sua influência no quadro nosológico na área de influência direta do Complexo Carajás, com ênfase na AID do Projeto da Mina N5 Sul.

10.12.4 PÚBLICO ALVO E/OU ABRANGÊNCIA

A abrangência deste Programa é o município de Parauapebas.

10.12.5 REQUISITOS LEGAIS

Termo de Referência para elaboração do EIA/RIMA do Projeto Ferro Serra Norte - Mina N5 Sul. IBAMA, março de 2009.

10.12.6 ATIVIDADES

O Programa de Controle da malária e outras doenças transmitidas ou não por vetores realizará levantamentos referentes aos principais aspectos associados à ocorrência de doenças transmitidas ou não por vetores no âmbito do Projeto da Mina N5 Sul.

A implementação do Programa está associada às atividades já desenvolvidas no âmbito do Projeto de Estudo Epidemiológico de Avaliação das Alterações Ambientais e Sociais e sua Influência no Quadro Nosológico das Áreas de Influência das Minas de Ferro e Manganês de Carajás.

Assim, as atividades previstas no referido Projeto são:

- g) Estudos em Humanos;
- h) Estudos Ecoepidemiológicos;
- i) Consolidação de Banco de Dados.

10.12.7 METODOLOGIA

10.12.7.1 Geral

As atividades deste projeto serão desenvolvidas por intermédio de ações interdisciplinares envolvendo a equipe técnica do Instituto Evandro Chagas (IEC/SVS/MS) e coordenadas pelo seu Serviço de Epidemiologia (SEVEP/IEC), com participação e apoio das secretarias municipais de saúde de Canaã dos Carajás, Curionópolis, Parauapebas e Marabá.

De maneira geral, as atividades serão, desenvolvidas nos hospitais e postos de saúde do município de Parauapebas, pequenas aglomerações populacionais próximas às minas, nas florestas preservadas ou degradadas dos municípios de Parauapebas, Marabá e Canaã dos Carajás, além dos laboratórios de campo destes municípios e na sede do IEC em Belém/Ananindeua-PA, no período de janeiro a dezembro de 2009.

10.12.8 METAS E INDICADORES AMBIENTAIS

As metas deste Programa são: avaliação e monitoramento das alterações ambientais e sociais e sua influência no quadro nosológico na área de influência direta (AID) do Projeto da Mina N5 Sul.

Os principais indicadores para a composição deste Programa estão relacionados à produção de relatórios técnicos de acompanhamento a serem produzidos no âmbito deste Programa.

10.12.9 EQUIPE TÉCNICA

A coordenação técnica deste Programa está sob a responsabilidade do Instituto Evandro Chaga, sob a coordenação geral da Vale.

O IEC é o responsável técnico para auxiliar a Vale nas respostas e nos possíveis questionamentos dos órgãos públicos, quando solicitado, durante o período em que vigorar o convênio para execução e implementação do presente Programa.

10.12.10 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS / RESPONSABILIDADE DE EXECUÇÃO

Vale, Instituto Evandro Chagas/Fundação Instituto para o Desenvolvimento da Amazônia, Ministério da Saúde e Prefeitura Municipal de Parauapebas.

10.12.11 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO – DEFINIÇÃO DA FORMA DE APRESENTAR E PERIODICIDADE DOS RELATÓRIOS.

O Programa produzirá relatórios técnicos anualmente e seus resultados serão disponibilizados para os órgãos competentes.

10.12.12 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

O Programa, em andamento continuará durante todo o período de operação do empreendimento. O custo do Programa, arcado pela Vale, está na rubrica do Projeto de Estudo Epidemiológico de Avaliação das Alterações Ambientais e Sociais e sua Influência no Quadro Nosológico das Áreas de Influência das Minas de Ferro e Manganês de Carajás.

10.12.13 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PLANOS/PROGRAMAS

O Programa de Controle da malária e outras doenças transmitidas ou não por vetores tem interface com os Programas de Educação Ambiental, Comunicação Social e de Controle de Insetos Vetores.

10.12.14 BIBLIOGRAFIA.

AMPLO; RCA-PCA Canteiros de Obras, Estrada de Ferro Carajás - EFC, Belo Horizonte, 2008.

DIAGONAL URBANA. Diagnóstico Integrado da Socioeconomia do Sudeste do Pará, 2006.

ERM/AMPLO; Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Mina Apolo, Belo Horizonte, 2008/2009.

GOLDER ASSOCIATES; EA/PBA Capacitação da Estrada de Ferro Carajás – EFC – Fase I, Belo Horizonte, 2008.

VALE; INSTITUTO EVANDRO CHAGAS. Projeto de Estudo Epidemiológico - Atendimento à condicionante N° 2.6 Item C referente à LO N° 267/2002 retificada em 15/09/2008 da Mina de Ferro. Novembro de 2009.

10.13 PROGRAMA DE ARQUEOLOGIA PREVENTIVA

10.13.1 INTRODUÇÃO

A região de inserção do empreendimento possui vestígios arqueológicos que devem ser identificados e resgatados. A prospecção arqueológica é importante para inventariar a riqueza histórica local e regional, considerando o contexto da Serra de Carajás.

10.13.2 JUSTIFICATIVA

O diagnóstico elaborado para o EIA do Projeto da Mina N5 Sul concluiu pelos seguintes procedimentos técnicos a serem implementados: i) realização de resgate arqueológico nas cavidades N5S-006, N5S-011, N5S-012 e N5S-013; ii) melhor caracterização e coleta sistemática de carvões profundos nas cavidades N5S-05 e N5S-014; iii) mapeamento topográfico dos possíveis corredores de circulação entre as cavidades com registro arqueológico; e iv) sondagens nos solos dos vãos de pequena profundidade que, embora não se constituam cavidades de interesse espeleológico, podem ter servido de abrigo temporário para grupos de poucos indivíduos em circulação pela área.

Neste sentido, este Programa de Arqueologia Preventiva vem atender a necessidade de se implantar medidas para evitar o comprometimento de bens constituintes do patrimônio arqueológico local, regional e nacional.

As medidas deste Programa estão em conformidade com as normas vigentes de proteção ao patrimônio arqueológico nacional (Lei 3.924/1961 e Portaria IPHAN 230/2002), as quais exigem que, antes de qualquer obra que ponha em risco bens da União (caso dos sítios arqueológicos, conforme Artigo 20 da Constituição Federal), sejam inicialmente levantados os sítios em risco providenciado seu salvamento e implementando atividades de educação patrimonial.

10.13.3 OBJETIVOS

O objetivo do Programa de Arqueologia Preventiva é evitar que as atividades e ações relacionadas ao empreendimento destruam os bens constituintes do patrimônio arqueológico nacional em uma região estratégica para o conhecimento da Amazônia.

10.13.4 PÚBLICO ALVO E/OU ABRANGÊNCIA

O público-alvo é a comunidade do município de Parauapebas e trabalhadores no empreendimento.

A abrangência deste Programa é a Área Influência Direta (AID) definida para o diagnóstico do meio físico do EIA da Mina N5 Sul.

10.13.5 REQUISITOS LEGAIS

- Lei 3924/61
- Portaria IPHAN nº 07/1988

- Portaria IPHAN nº 230/02

10.13.6 ATIVIDADES

As ações do presente Programa deverão estar em consonância com as diretrizes do exigidas pelo IPHAN. Para tanto, serão realizadas as seguintes atividades:

- Contratação de um arqueólogo sênior responsável, que terá a seu cargo solicitar a permissão de pesquisa arqueológica ao IPHAN (conforme exige a Lei 3924/61) e montar a equipe técnica que participará da execução do Programa;
- Elaboração de projeto de pesquisa científica a ser apresentado ao IPHAN, para obtenção da permissão de pesquisa acima mencionada, nos termos da Portaria SPHAN 07/1988;
- Levantamento de campo sistemático e intensivo, com sondagens no subsolo, conforme recomendado pela Portaria IPHAN 230/2002;
- A partir dos resultados das atividades acima, detalhamento do projeto de salvamento arqueológico a ser encaminhado ao IPHAN;

10.13.7 METODOLOGIA

Nesta fase dos estudos, a contextualização arqueológica e etno-histórica da área de influência da Mina N5 Sul deverá ser complementada por meio do levantamento de dados secundários, bem como pela: i) realização de resgate arqueológico nas cavidades N5S-006, N5S-011, N5S-012 e N5S-013; ii) melhor caracterização e coleta sistemática de carvões profundos nas cavidades N5S-05 e N5S-014; iii) mapeamento topográfico dos possíveis corredores de circulação entre as cavidades com registro arqueológico; e iv) sondagens nos solos dos vãos de pequena profundidade que, embora não se constituam cavidades de interesse espeleológico, podem ter servido de abrigo temporário para grupos de poucos indivíduos em circulação pela área.

Os procedimentos a serem adotados deverão incluir aqueles de escritório, campo e laboratório, visando obter o maior volume de informações possível. A seguir são apresentados os procedimentos básicos a serem desenvolvidos em cada uma delas.

10.13.8 METAS E INDICADORES AMBIENTAIS

Com este Programa espera-se resgatar os sítios que não puderem ser preservados, em intensidade compatível com a significância científica de cada um; obter, em campo, amostras datáveis, para identificação cronológica dos sítios pesquisados; realizar a curadoria e a análise, em laboratório, do material coletado em campo e da documentação cartográfica e fotográfica produzida; desenvolver atividades de educação patrimonial, esclarecendo a população de Parauapebas e os profissionais ligados à instalação do empreendimento sobre a importância de preservar os bens culturais regionais; elaborar os relatórios de prospecção arqueológica, educação patrimonial e salvamento arqueológico para o IPHAN.

10.13.9 EQUIPE TÉCNICA

A execução deste Programa deverá ser realizada por uma equipe técnica composta por dois arqueólogos, um historiador, um arquiteto, um estagiário, um cartógrafo e quatro auxiliares de campo. Deverá também ser contratada uma equipe de topografia.

10.13.10 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS / RESPONSABILIDADE DE EXECUÇÃO

O programa é de responsabilidade da Vale/Fundação Vale, que deverá estabelecer as parcerias com a Prefeitura de Parauapebas, além de outras instituições estratégicas consideradas necessárias para a operacionalização do Programa.

A responsabilidade de execução é do empreendedor, sendo que as etapas de implantação e operação respeitem as necessidades do estudo arqueológico, ao mesmo tempo em que a empresa contratada deverá seguir as diretrizes da Vale.

10.13.11 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO – DEFINIÇÃO DA FORMA DE APRESENTAR E PERIODICIDADE DOS RELATÓRIOS.

Antes do início do empreendimento, os estudos de prospecção já deverão estar concluídos e reportados através de relatório ao gerente ambiental do projeto, que deverá implementar as ações de resgate do patrimônio arqueológico.

10.13.12 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

O Programa de Arqueologia Preventiva deverá ser realizado antes de qualquer intervenção no terreno pelo empreendimento. Ressalta-se que a abertura das frentes de lavra nas áreas de ocorrência de vestígios arqueológicos deverá se iniciar somente após a conclusão dos trabalhos de resgate arqueológico, realizado somente após a fase de prospecção. Os custos do Programa são estimados em R\$100.000,00, gastos com pessoal, materiais e logística.

10.13.13 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PLANOS/PROGRAMAS

O Programa de Arqueologia Preventiva tem interface com os Programas de Educação Ambiental e Comunicação Social.

10.13.14 BIBLIOGRAFIA.

AMPLO; RCA-PCA Canteiros de Obras, Estrada de Ferro Carajás - EFC, Belo Horizonte, 2008.

DIAGONAL URBANA. Diagnóstico Integrado da Socioeconomia do Sudeste do Pará, 2006.

ERM/AMPLO; Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Mina Apolo, Belo Horizonte, 2008/2009.

GOLDER ASSOCIATES; EA/PBA Capacitação da Estrada de Ferro Carajás – EFC – Fase I, Belo Horizonte, 2008.

VALE. Relatório Consolidado - Estudos Geoespeleológicos, Bioespeleológicos e Arqueológico do Complexo Minerador de Carajás – N5S. Novembro de 2009.

SCIENTIA. Projetos de arqueologia preventiva na Serra Sul: corpo N5 da Serra Norte. Scientia/Fundação Casa de Cultura de Marabá. Convênio VALE/FCCM. 2004/2005. Bibliografia Geral

ABNT (2004). NBR10.004/04. Resíduos Sólidos - Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Associação Brasileira Normas Técnicas

ABNT NBR 10.151 (2000) – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento

ABNT NBR 10.152 (1987) - Níveis de Ruído para Conforto Acústico visando o conforto da comunidade.

ABNT NBR 9.653 (2005) - “Guia para Avaliação dos Efeitos provocados pelo Uso de Explosivos nas Minerações em Áreas Urbanas”.

ABRAHÃO, W.A.P; MELLO, J.W.V. Fundamentos de pedologia e geologia de interesse no processo de recuperação de uma área degradada. In: Dias, L.E.; Mello, J.W.V. de (Ed.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos: Sobrade,p.15-26, 1998.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Guia para Qualidade em Química Analítica: Uma Assistência a Acreditação. 1ª ed. Brasília: Editora Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2004. 80p.

AMBIENTE BRASIL. Disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br>.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. Standard Guide for Quality Planning and Field Implementation of a Water Quality Measurement Program: D 5612-94. Philadelphia: 1994. 7p.

AMPLO; RCA-PCA Canteiros de Obras, Estrada de Ferro Carajás - EFC, Belo Horizonte, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12649: Caracterização de cargas poluidoras na mineração. Rio de Janeiro: INMETRO, 1992. 30p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 13402: Caracterização de cargas poluidoras em efluentes líquidos industriais e domésticos. Rio de Janeiro: INMETRO, 1995. 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 13403: Medição de vazão em efluentes líquidos e corpos receptores – Escoamento livre. Rio de Janeiro: INMETRO, 1995. 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 9800: Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: INMETRO, 1987. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 9896: Glossário de poluição das águas. Rio de Janeiro: INMETRO, 1993. 94p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 9897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: INMETRO, 1987. 23p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: INMETRO, 1987. 34 p.

BELL, L.C. Management of soils and overburden for plant growyth medium reconstruction after mining. In: Dias, L.E.; Mello, J.W.V. de (Ed.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos: Sobrade,p.117-129, 1998.

BRAILE, P.M. Manual de tratamento de águas residuárias industriais. São Paulo: CETESB, 1979. 764p.

BRASIL. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-. Resolução N° 397, de 3 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA no 357, de 2005

BRASIL. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução N° 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. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 17 de março de 2005.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st. ed. Washington: APHA, 2005.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. Norma Técnica T.187/2: Lançamento de efluentes líquidos não domésticos na rede pública coletora de esgotos. Belo Horizonte: SINORTE - Sistema de Normalização Técnica, 2002.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Introdução ao Controle de Poluição Ambiental. 1ª ed. São Paulo: 1992. 201p.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-. Resolução N° 357, de 17 de março de 2005.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-. Resolução N° 357, de 17 de março de 2005.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-. Resolução N° 397, de 3 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA no 357, de 2005

CONAMA - Resolução no 003/1990 - Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.

CONAMA. Resolução no 01 de 08/03/1990 - Estabelece critérios e padrões para emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades industriais.

COPAM - COMISSÃO DE POLÍTICA AMBIENTAL. Deliberação Normativa n° 01, de 05 de maio de 2008. Minas Gerais. 2008.

COPAM -COMISSÃO DE POLÍTICA AMBIENTAL -. Deliberação Normativa n° 09, de 19 de abril de 1994. Minas Gerais. 1994.

DERISIO, J. C. Introdução ao Controle de Poluição Ambiental. São Paulo: Signus, 2000. 160p.

DIAGONAL URBANA. Diagnóstico Integrado da Socioeconomia do Sudeste do Pará, 2006.

DIAS, L.E. Caracterização de substratos para fins de recuperação de áreas degradadas. In: Dias, L.E.; MELLO, J.W.V. de (Ed.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos: Sobrade,p.27-44, 1998.

ENGEL, V.L.; FONSECA, R.C.B. & OLIVEIRA, R.E. 1998. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. Série Técnica IPEF. 12 (32):43-64.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. Handbook of sampling and sample preservation of water and wastewater: EPA-600/4-82-029. Cincinnati: 1982.

ERM & AMPLO; Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Mina Apolo, Belo Horizonte, 2008/2009.

ERM & AMPLO; Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Mina Apolo, Belo Horizonte, 2008/2009.

ERM BRASIL LTDA. EIA Mina Apolo, Belo Horizonte, 2008.

ERM/AMPLO; Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Mina Apolo, Belo Horizonte, 2008/2009.

FRANCO, A.A.; FARIA, S.M. The contribution of N₂-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. Soil Biol. Biochem., V. 29, Nº 5/6, P. 897-903, 1997.

FUNDAÇÃO DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE – FEEMA. MF 402.R1 – Método de coleta de amostras de efluentes líquidos industriais. Rio de Janeiro: FEEMA, 1983.

FUNDAÇÃO DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE – FEEMA. MF 403.R2 – Método para determinação de vazão de efluentes líquidos industriais por medidores de nível crítico. Rio de Janeiro: FEEMA, 1983.

GIRARDI-DEIRO, A.M.; GONÇALVES, J.O.N. e GONZAGA, S.S. Campos naturais ocorrentes em diferentes solos no município de Bagé, RS. Fisionomia e composição florística. Iheringia, Sér. Bot., v.42, p. 55-79, 1992.

GISLER, C.V.T.; MEGURO, M. O uso da serapilheira na melhoria das propriedades do solo em áreas mineradas de Bauxita - Poços de Caldas, MG. In: 3o Congresso de Ecologia do Brasil, Brasília, DF. Universidade de Brasília, p.423-423. 1996.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL - PCA Projeto S11D, 2009

GOLDER ASSOCIATES BRASIL. PCA EXTRAMIL – Cava Norte, Belo Horizonte, 2008.

GOLDER ASSOCIATES; EA/PBA Capacitação da Estrada de Ferro Carajás – EFC – Fase I, Belo Horizonte, 2008.

GOLDER ASSOCIATES; EA/PBA Capacitação da Estrada de Ferro Carajás – EFC – Fase I, Belo Horizonte, 2008.

GOLDER, 2009 – RT -079-515-5020-0029-01-J.

HOLL, K.D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. Biotropica 31(2):229-242, 1999.

HUBER, L. Validation and Qualification in Analytical Laboratories. Illinois: Buffalo Grove, 1999. 318p.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: Técnicas de Revegetação. Brasília, 1990.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Monitoramento da qualidade das águas superficiais na Bacia do Rio das Velhas em 2007. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2008, Relatório anua. 187p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method. 1st. ed. Switzerland, 1994. 42p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 6: Use in practice of accuracy values: ISO 5725-6. 1st. ed. Switzerland, 1994. 41p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Statistical interpretation of test results – Estimation of the mean – Confidence interval: ISO 2602. 2nd. ed. Switzerland, 1980. 5p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Water Quality – Sampling – Part 1: Guidance on the design of sampling programmes: ISO 5667-1. 1st. ed. Switzerland, 1996. 13p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Water Quality – Sampling – Part 2: Guidance on sampling techniques: ISO 5667-2. 2nd. ed. Switzerland, 1991. 9p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Water Quality – Sampling – Part 3: Guidance on the preservation and handling of samples: ISO 5667-3. Third. ed. Switzerland, 2003. 31p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Water Quality – Sampling – Part 10: Guidance on sampling of waste waters: ISO 5667-10. 1st. ed. Switzerland, 1992. 10p.

JESUS, R.M. & ROLIM, S.G. Plano de recuperação de áreas degradadas. Mina de Ferro de Carajás, Parauapebas (PA), 2002.

JOLY, C.A.; SPIGOLON, J.R.; LIEBERG, S.A.; SALIS, S.M.; AIDAR, M.P.M.; METZGER, J.P.W. Projeto Jacaré-Pepira - Desenvolvimento de um modelo de recomposição da mata ciliar com base na florística regional. In: Matas ciliares: conservação e recuperação, R. R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho (eds.). São Paulo: EDUSP, pp. 271-287, 2000.

KEITH, L.H. Principles of Environmental Sampling. Washington: 2nd ed. ACS. 1996. 848p.

MAGALHÃES, M. N.; LIMA, A. C. P. Noções de Probabilidade e Estatística. 6ª ed. São Paulo: Edusp, 2004. 392p.

MAJER, J.D.; BRENNAN, K.E.C. & MOIR, M.L. (2007) Invertebrates and the restoration of a forest ecosystem: 30 years of research following bauxite mining in Western Australia. Restoration Ecology, 15, S104-S115.

MDGEO - Projeto Mina Apolo Modelo Hidrogeológico Conceitual, Relatório Interno da Vale, 2009

NEVES, L & TRIGUEIRO, L.R.C. Programa de recuperação de áreas degradadas. Mina de ferro de Carajás. Província Mineral de Carajás – PA. 2009.

NICHOLS, O.G. & NICHOLS, F.M. (2003) Long-term trends in faunal recolonization after bauxite mining in the jarrah forest of southwestern Australia. *Restoration Ecology*, 11, 261-272.

NOGUEIRA, J.C.B. Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas. *Boletim Técnico do Instituto Florestal* 24:1-71, 1977.

ONU. Assembléia Geral da ONU. Disponível em <http://www.onu-brasil.org.br/documentos.php>.

PARROTTA, J.A.; KNOWLES, O.H. Restoration of tropical moist forests on bauxite-mined lands in the Brazilian Amazon. *Restoration Ecology* 7:103-116, 1999.

Programa Ambiental da Gestão de Ruídos das Minas de Ferro e Manganês. *Em atendimento à condicionante N° 2.1 referente à LO N° 267/2008 retificada em 15/09/2008 da Mina de Ferro – Vale, Parauapebas /Pará Novembro de 2008*

RADOJEVIC, M.; BASHKIN, V. N. *Practical Environmental Analysis*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1999. 466p.

REBELLATO, L. Efeito do pastejo sobre a composição e estrutura da vegetação de um campo inundável no pantanal de Poconé – MT. Cuiabá: Instituto de Biociências da Universidade de Mato Grosso, 2003.

Relatório da ERM, n° 0071774, referente a campanhas de medição realizadas em agosto de 2007.

Relatório elaborado pela ERM, n° B5003/05.01, referente à campanha de medição realizada em maio e julho de 2005;

Relatório elaborado pela Golder Associates, n° RT-069-5747-5140-0003-00- B, referente à campanha de medição realizada em dezembro de 2006;

Relatórios de Monitoramento de Ruído e de Vibrações

RELTEC/MULTIGEO. Relatório Final – Inventário de Pontos D'água e de Usuários na Área do Projeto Maquiné. Companhia Vale do Rio Doce – Vale – Santa Bárbara e Caeté/MG. São Paulo: 2007. 161p. (RT6135.doc). 2006.

ROLIM, S.G.; JESUS, R.M. Regeneração natural após pesquisa de bauxita no Platô Miltônia 3, Paragominas (PA). In: Jesus, R.M.; Rolim, S.G. (Org.) *Prática e Experimentação em Restauração Ecológica*, 2009.

ROLIM, S.G.; JESUS, R.M.; NASCIMENTO, H.E.M. Restauração experimental de uma pastagem na Mata Atlântica através de semeadura direta. In: MENEZES, L.F.T.; PIRES, F.R.; PEREIRA, O.J. (Org.). *Ecosistemas Costeiros do Espírito Santo: Conservação e Restauração*, EDUFES, 2007.

SCIENTIA. Projetos de arqueologia preventiva na Serra Sul: corpo N5 da Serra Norte. Scientia/Fundação Casa de Cultura de Marabá. Convênio VALE/FCCM. 2004/2005.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE. *Vocabulário Básico de Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: 1997.

TABANEZ, A.A.J. & VIANA, M. 2000. Patch structure within Brazilian Atlantic forest fragments and implications for conservation. *Biotropica*, 32 (4B): 925-33.

TABARELLI, M. & MANTOVANI, W. 1999. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo – Brasil). Revista Brasileira de Biologia, v.59, n.2, p.239-250.

THE WORLD BANK. Pollution prevention and abatement handbook. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development, 1999.

TOY, T.J. Topographic reconstruction: the foundation of reclamation. In: Dias, L.E.; MELLO, J.W.V. de (Ed.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos: Sobrade, p.107-115, 1998.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: Ciência e Aplicação. Vol.4. 3ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004. 943p.

UNESCO/WHO/UNEP. Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring: Chapter 10 – Data Handling and presentation. 2nd. ed. 1992. 86p.

VALE- GOLDER, 2009 - Plano de Controle Ambiental – Projeto S11D.

VALE, 2008 - Relatório de Desempenho Ambiental da Gestão de Resíduos das Minas de Ferro e Manganês

VALE, 2009 - Plano Integrado de Monitoramento e Estudo de Fauna - PIMEF. - Atendimento à condicionante N° 2.6 item E referente à LO N° 267/2008 retificada em 15/09/2008 da Mina de Ferro.

VALE, 2009 – Programa de Gestão de Resíduos das Minas de Ferro e Manganês de Carajás.

VALE. PRO DIAM 00113 – Qualificação de Laboratórios de Serviços de Amostragem, Análises e Estudos Laboratoriais, que estabelece os critérios a serem adotados para a seleção de laboratórios, de modo a garantir a confiabilidade dos resultados obtidos

VALE. PRO-0102-GAMBS. Monitorar Qualidade das Águas e de Efluentes Líquidos nas Minas do Sistema Sudeste e Sul, Vale, 2007.

VALE. PTP-00001-DIA. Implantação, operação e manutenção de sistemas de tratamento de efluentes oleosos, 2008

VALE. Relatório Consolidado - Estudos Geoespeleológicos, Bioespeleológicos e Arqueológico do Complexo Minerador de Carajás – N5S. Novembro de 2009.

VALE/ERM BRASIL LTDA. EIA Mina Apolo, Belo Horizonte, 2008.

VALE/ERM/Golder. ERM BRASIL LTDA,GOLDER ASSOCIATES BRASIL. EIA-RIMA 100Mtpa, Belo Horizonte, 2008.

VALE/HIDROVIA. Tema Hidrogeologia - procedimento 079525267 para tratamento e validação de estudos ambientais em empreendimentos Vale. Belo Horizonte, dezembro de 2007.

VALE; INSTITUTO EVANDRO CHAGAS. Projeto de Estudo Epidemiológico - Atendimento à condicionante N° 2.6 Item C referente à LO N° 267/2002 retificada em 15/09/2008 da Mina de Ferro. Novembro de 2009.

VALE-AMPLO, 2009 – Plano Básico Ambiental – Estrada Ferro Carajás FASE II

VALE-AMPLO, 2009 - Plano de Controle Ambiental – Estrada de Ferro Vitória Minas

VALE-ERM-GOLDER, 2005 - Plano de Controle Ambiental – Projeto Serra Norte 100Mtpa.

VON SPERLING M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol.1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3^a ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG; Universidade Federal de Minas Gerais. 2005. 452p.

WERKEMA, M. C. C.; DRUMOND, F. B.; AGUIAR, S. Análise de variância: comparação de várias situações - Série Ferramentas da Qualidade. Vol. 6. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996. 276p.

ZHANG, Z.Q. et al. Soil seed bank as an input of seed source in revegetation of lead/zinc mine tailings. *Restoration Ecology*, v. 9, n. 4, p. 378-385, 2001.

10.14 PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

10.14.1 APRESENTAÇÃO

Este documento adota as mesmas diretrizes do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas da mina de ferro proposto por JESUS & ROLIM (2002) e atualizado por NEVES & TRIGUEIRO (2009), ambos protocolizados no Ibama. Tem como objetivo o restabelecimento da qualidade ambiental e dos processos ecológicos no domínio territorial afetado pela atividade de mineração de N5 Sul. Como se trata de um empreendimento de expansão, a única nova estrutura a ser construída é a própria Cava N5 Sul, além de alguns acessos complementares aos já existentes. Outras estruturas já licenciadas serão usadas para compor o Projeto, tais como: a usina de beneficiamento de Carajás para receber o minério, a cava exaurida de N5E para a deposição de estéril e a pilha de estéril Norte I, também para a deposição de estéril de N5 Sul.

Será apresentada uma revisão de conceitos em recuperação e será dada uma ênfase nas atividades referentes à revegetação, haja visto o papel fundamental que a cobertura vegetal ocupa na função de recuperação das áreas degradadas, dentre as quais se destacam: melhoria das condições físicas e químicas do solo, garantindo condições favoráveis à plena evolução do processo natural de sucessão da flora e fauna, controle dos processos erosivos, amenização da paisagem e redução do gradiente térmico na camada superficial do solo. Contudo, além da revegetação, outras intervenções deverão ser contempladas, destacando-se a reconformação do terreno, a drenagem e estabilização dos taludes.

É evidente que mesmo após a devida reconformação geotécnica e implantação de medidas biológicas de recuperação, a área ainda se torna passível de ravinamentos e carreamentos de materiais diversos, principalmente em função da não estruturação do solo e intensas chuvas concentradas. Então, em decorrência da dinâmica operacional do programa e dos imprevistos encontrados, o mesmo poderá sofrer modificações técnicas (ajustes) em qualquer momento da implantação e/ou manutenção.

10.14.2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar os procedimentos do Plano de Recuperação de Área Degradada, do Projeto N5 Sul, através de métodos e recursos ambientalmente adequados ao contexto da Floresta Nacional de Carajás, visando propiciar condições que estimulem os processos naturais de sucessão vegetal das espécies nativas da referida área.

10.14.3 CONCEITOS EM RECUPERAÇÃO

De acordo com IBAMA (1990), a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; quando a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada e quando a qualidade e o regime da vazão do sistema hídrico forem alterados. Para implantar um programa de recuperação, inicialmente é necessário estabelecer os conceitos relativos ao tema.

Podem existir vários objetivos quando se quer levar uma área de um estado degradado para um não degradado e assim, para este trabalho definimos recuperação como uma designação genérica, de sentido amplo, indicando qualquer ação que possibilite a reversão de uma área degradada para uma condição não degradada (MAJER, 1989, citado por IBAMA, 1990). Este

conceito esta de acordo com o SNUC (Art. 2º - incisos XIII e XIV - da Lei 9985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação), que define a recuperação como: técnica para devolver o ecossistema a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original. Neste sentido podemos considerar que a recuperação pode ser dividida em dois objetivos gerais: a restauração e a reabilitação.

Restauração pode ser definida, ainda de acordo com a Lei 9985, como: a aproximação, o mais próximo possível, da condição original do ecossistema. Esta definição é ainda compatível com a da Sociedade de Restauração Ecológica (www.sre.org), a qual define restauração como uma atividade intencional que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema com respeito a sua saúde, integridade e sustentabilidade. Estes ecossistemas podem ter sido degradados, danificados, transformados ou inteiramente destruídos como um resultado direto ou indireto da ação de atividades humanas e, eventualmente, até por distúrbios naturais catastróficos.

Já a Reabilitação, é um termo utilizado quando o objetivo principal da recuperação for o de estabelecer algumas funções para a área degradada, sendo que duas principais são proteção do solo contra erosão e a diminuição do impacto visual negativo. Nestes casos geralmente não há preocupação com as espécies vegetais utilizadas ou com a obtenção de uma área com diversidade e interações biológicas que caracterizam o ecossistema natural regional e que são objetivos da restauração.

Geralmente a reabilitação esta associada a áreas extremamente degradadas como solos contaminados, solos sem os horizontes superficiais, as áreas de deposição de rejeito ou estéril de mineração, onde não existem camadas orgânicas (ABRAHÃO & MELLO, 1998; DIAS, 1998; TOY, 1998; BELL, 1998). Nestas áreas o principal problema é a falta de pesquisas com espécies capazes de suportar tais extremos e que funcionem como catalisadoras da sucessão. Para estas situações geralmente se usam poucas espécies, principalmente leguminosas com altas taxas de deposição de matéria orgânica e fixadoras de nitrogênio (FRANCO & de FARIA, 1997) e gramíneas. Entretanto, muitas destas espécies utilizadas não são de ocorrência natural na região onde se está trabalhando e o ideal é que seja investido em pesquisas com espécies naturais de cada ecossistema para que a restauração seja maximizada, em detrimento da reabilitação. Além disso, as gramíneas são geralmente exóticas, invasoras e causam diversos problemas para a sucessão natural (ENGEL *et al.* 1998; TABARELLI & MANTOVANI, 2000; TABANEZ & VIANA 2000; ROLIM *et al.*, 2007).

Existem várias técnicas de recuperação de áreas degradadas que podem ser utilizadas de acordo com as características de cada área e com os recursos disponíveis, dentre as quais se destacam: o plantio de mudas (NOGUEIRA, 1977; JOLY *et al.*, 2000), a semeadura direta (PARROTA & KNOWLES, 1999; ROLIM *et al.*, 2007); a indução da regeneração natural (HOLL, 1999; ZHANG *et al.*, 2001); e a deposição de serapilheira e solo superficial (GISLER & MEGURO, 1996; PARROTA & KNOWLES, 1999). A seguir será descrita a técnica a ser utilizada para as áreas do Projeto N5 Sul, baseadas na experiência que vem sendo obtida na Mina de Ferro da própria Flona de Carajás.

10.14.4 MEDIDAS FÍSICAS DE RECUPERAÇÃO

As medidas físicas compreendem o preparo das superfícies degradadas antes, durante e depois da retirada/deposição de material (substrato terroso), por meio da aplicação de tratamentos e técnicas que visam o controle de processos erosivos e o posterior estabelecimento de cobertura vegetal. O conjunto de medidas propostas tem por objetivo

reduzir os efeitos dos processos erosivos, a curto prazo, para que se possa viabilizar a implantação da cobertura vegetal de forma satisfatória.

As medidas físicas visam readequar as áreas degradadas a uma nova realidade, durante e posteriormente a sua utilização, onde os efeitos dos processos erosivos (leitos irregulares e não definidos, deslizamento e carreamento de sedimentos junto com materiais de granulometria maior) sejam estabilizados de forma definitiva, permitindo que, a médio e longo prazo, haja uma integração com os efeitos da vegetação, tais como a redução do escoamento superficial e erosão, a estabilização das vertentes e consequentemente do equilíbrio ambiental.



Figura 37: Implantação de sistema de drenagem com o intuito de se formar um gradiente hidráulico que conduza parte considerável da água pluvial para o interior das estruturas drenantes. Ao lado micro-terraços.



Figura 38: Implantação de diques de amortecimento: todas as drenagens periféricas são direcionadas para estes diques que possuem a função de sedimentar as partículas sólidas da enxurrada e drenar a água de forma disciplinada.

10.14.4.1 Regularização Topográfica das Superfícies

Paralelamente à deposição de materiais estéreis, aterros e cortes de encostas, 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 da pilha de estéril, bem como na abertura de acessos e fase final da operação da cava, 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.

10.14.4.2 Sistema de Drenagem

O sistema de drenagem é previsto tanto para as áreas com forte declividade quanto para as menos declivosas. O objetivo de se executar a implantação de sistema de drenagem é de se

formar um gradiente hidráulico que conduza parte considerável da água para o interior das estruturas de drenagens.

A drenagem superficial tem como função básica a condução e o disciplinamento de águas das encostas, evitando-se de um lado o desenvolvimento de processos erosivos, e, de outro, reduzindo a infiltração e saturação d'água no terreno. Canais em enrocamento, construídos na faixa de contato entre as bermas e o terreno natural, interceptarão esses escoamentos, direcionando-os para as descidas de água.

Do exposto, para as áreas de menor declividade o sistema de drenagem deverá ser periférico, localizado nas descargas das drenagens das áreas de maior declividade. Já para as áreas de maior declividade, como no caso dos taludes, deverão ser previstas canaletas corta-água nas cristas e, nos pés de cada talude, interligando as descidas d'águas em degraus sobre os taludes, e caixas coletoras nas confluências abruptas entre os dispositivos de drenagem.

10.14.4.3 Subsolagem – Descompactação de Superfícies

Esta medida será aplicada em geral sobre pátios, praças e estradas a serem fechadas, geralmente com alta compactação, sujeitas a revegetação posterior. 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 centímetros, incorporando parcialmente o material de decapeamento “camada orgânica” quando indicada para a área. Será feita uma única passagem sobre a superfície a tratar.

10.14.5 MEDIDAS BIOLÓGICAS DE RECUPERAÇÃO

Neste trabalho deve ser adotado o princípio da restauração ecológica, como definido anteriormente. As principais medidas biológicas para a restauração são citadas a seguir, para as áreas de Acessos, Cava e PDE (pilha de deposição de estéril), que são as tipologias de degradação da Mina N5 Sul.

Como principal técnica de recuperação no empreendimento, recomenda-se o uso de espécies da Savana Estépica. Pelo fato de não existirem mudas e sementes comercialmente disponíveis de espécies deste ecossistema, recomenda-se a coleta de sementes, para produção de mudas ou para serem usadas em semeadura. Esta atividade já vem sendo desenvolvida com sucesso em Carajás. Especial atenção deve ser dada a coleta de sementes de espécies ameaçadas de extinção e endêmicas: *Erythroxylum nelson-rosae*, *Ipomoea cavalcantei*, *Mimosa acutistipula* var *ferrea*, *Pilocarpus microphyllus* e *Erythroxylum ligustrinum* var. *carajasense*. Todas possuem grandes populações em várias áreas de Savana da Flona Carajás, conforme atestam diversos levantamentos já realizados.

10.14.5.1 Cava da Mina N5 Sul

10.14.5.1.1 Descrição Geral

A Mina N5 Sul será lavrada a céu aberto, com bancadas em flancos de 15 metros de altura, ângulo médio de face de 62°, largura mínima de berma de sete metros, ângulo médio de talude de 36° e inclinação máxima das rampas de 10%. Três tipos de superfície se

apresentarão no interior das cavas quando do fechamento: taludes e bermas terrosos; taludes e bermas em rocha sã e superfície de água. Em linhas gerais todas estas áreas são caracterizadas pela ausência de cobertura vegetal, alta inclinação e reduzido nível nutricional. Considera-se que as áreas serão entregues com estabilização geotécnica adequada à revegetação pretendida, inclusive com a disposição da rede de drenagem, conforme as medidas físicas anteriores.

Para os taludes em rocha sã, dada a característica rochosa e à inclinação do paredão existe uma dificuldade de se implantar a revegetação. Nesta situação será aplicada uma técnica de deposição de material orgânico, oriundo da deposição da supressão da Savana e também de outras frentes de decapeamento, além de sementes rústicas de espécies herbáceas e arbustivas. É esperado que com esta técnica, as espécies aptas a colonizarem e que apresentam maior afinidade com o substrato e paredões rochosos se estabeleçam.

Nos taludes e bermas terrosos, após o processo de estabilização e reconformação geotécnica, toda a área passará por um processo de regularização da drenagem. Na face do talude a revegetação será feita com o auxílio de microterraços e através de espécies trepadeiras da flora regional, selecionadas no Programa de Coleta de Sementes da Flona, dando-se preferência às herbáceas com características de recobrimento do solo. Nas bermas podem ser usadas sementes ou mudas de espécies arbustivas, adaptadas a solos rasos como os da Savana, como *Mimosa*, *Byrsonima*, *Croton*, *Bauhinia*, *Bellucia*, *Callisthene*, etc. O cenário final da cava consistirá em cortinas de vegetação sobre a borda de todas as bermas, formando um corredor que poderá contribuir com o estabelecimento faunístico.



Figura 39: Detalhe de área de cava em conformação final, onde foi implantada vegetação herbácea e arbustiva, semeado em algumas ocasiões com o auxílio de microterraços.

10.14.5.1.2 Controle de Formiga Cortadeiras

Essa prática deverá ser executada em toda a área, antes da operação de plantio, com o uso de iscas granuladas, a razão de 10 g/m² 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 através 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).

10.14.5.1.3 Adubação e Calagem

A recomendação de adubação e calagem deve ser considerada após a análise química dos substratos existentes.

10.14.5.1.4 Espaçamento

O coveamento nos taludes, para as plantas herbáceas e arbustivas, se caracteriza pela abertura de covetas, com profundidade média de 5,0 cm e espaçamento entre elas de 15,0 cm. Já para as espécies arbustivas nas bermas, o espaçamento entre covas será de 2,0 m x 2,0 m (2500 covas/ha), observando-se que nesse caso, a profundidade das covas não deverá ser inferior a 30 cm e sempre obedecendo ao sistema de quincôncio.

10.14.5.1.5 Seleção de Espécies para Semeadura e Plantio

O semeio será executado manualmente, utilizando-se para tal de espécies vegetais leguminosas (Tabela 36), associadas aquelas de ocorrência natural na Flona, oriundas de um programa de coletas de sementes (Tabela 37). Além destas, outras espécies devem ser pesquisadas, especialmente as gramíneas naturais da Savana, como o *Axonopus*, conforme detalhado no item de recomendação de novas pesquisas.

Recomenda-se que para efeito de melhor homogeneização na distribuição dos insumos (fertilizantes químico/orgânico e sementes), que os mesmos sejam misturados entre eles e em quantidades nunca superiores ao recobrimento de uma área de 1.500 m².

Nos locais onde o substrato é mais inóspito (afloramentos, concreções e outros) ou mesmo, ângulos de repouso desfavoráveis (acima de 60%), deverão ser utilizadas com maior ênfase as espécies herbáceas e trepadeiras, totalizando 200 Kg/ha. A diversidade mínima recomendada é de 30 espécies, entretanto a sugestão é que o máximo de espécies deve ser testado para que sejam observadas as de melhor comportamento para recobrimento de taludes.

Quarenta e cinco dias após o semeio, naquelas áreas, cuja germinação não atingiu um índice satisfatório, ressemeiar, utilizando-se para tal, um “Mix” idêntico ao original. Projeta-se, para efeito de cálculo, uma área de ressemeio equivalente a 15% do montante inicial.

No caso do plantio de mudas de espécies arbustivas, 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.

Tabela 36: Espécies de leguminosas a serem utilizadas no plano de recuperação.

Nome científico	Nome comum	Família	Densidade (kg/ha)
<i>Cajanus cajan</i>	Feijão guandú	Leguminosae	70,0
<i>Crotalaria juncea</i>	Crotalária	Leguminosae	70,0
<i>Avena strigosa</i>	Aveia	Poaceae	30,0
<i>Centrosema pubescens</i>	Centrosema	Leguminosae	30,0
<i>Stylosanthes guianensis</i>	Estilozantes	Leguminosae	40,0
<i>Raphanus sativus</i>	Nabo forrageiro	Crucifera	40,0

Tabela 37: Espécies regionais (aproximadamente 25 a 40 kg/ha) comumente utilizadas na recuperação de áreas degradadas em Carajás. Obs: As espécies variam conforme a disponibilidade sazonal.

Família	Nome Científico	Nome vulgar
Asteraceae	<i>Vernonia muricata</i>	Vernonia
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea triplinervia</i>	Cipó
Bignoniaceae	<i>Jacaranda prataermisssa</i>	Ipê-da-canga
Cactaceae	<i>Pilocereus sp.</i>	Cacto
Caesalpinaceae	<i>Bauhinia pulchella</i>	Pata-de-vaca-da-canga
Cecropiaceae	<i>Cecropia hololeuca</i>	Embaúba-branca
Clusiaceae	<i>Vismia guianensis</i>	Lacre
Dilleniaceae	<i>Davilla kunthii</i>	Cipó-de-fogo
Euphorbiaceae	<i>Croton tomentosus</i>	Camurça
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i>	Taquari-da-canga
Lamiaceae	<i>Calamintha officinalis</i>	Carmelitana
Leguminosae	<i>Bauhinia pulchella</i>	Pata-de-vaca-miúda
Leguminosae	<i>Calopogonium sp.</i>	Calopogônio da canga
Leguminosae	<i>Crotalaria lanceolata</i>	Crotalária
Leguminosae	<i>Dioclea virgata</i>	Mucuna-da-canga
Leguminosae	<i>Mimosa acutistipula</i>	Mimosa da canga
Leguminosae	<i>Mimosa dormiens</i>	Malícia-dormideira
Leguminosae	<i>Mimosa pellita</i>	Mimosa-peluda
Leguminosae	<i>Mimosa sensitiva</i>	Malícia-trepadeira
Leguminosae	<i>Mimosa somnians</i>	Mimosinha
Leguminosae	<i>Mucuna urens</i>	Olho-de-boi
Malpighiaceae	<i>Byrsonima spicata</i>	Murici-da-canga
Malpighiaceae	<i>Lophantera lactescens</i>	Chuva-de-ouro
Malvaceae	<i>Urena lobata</i>	Malva
Marcgraviaceae	<i>Norantea goyazensis</i>	Rabo-de-arara
Melastomataceae	<i>Bellucia grossularioides</i>	Goiaba-de-anta
Melastomataceae	<i>Miconia minutiflora</i>	Tinteiro-folha-miuda
Melastomataceae	<i>Tibouchina aspera</i>	Quaresmeira
Mimosaceae	<i>Mimosa acutistipula</i>	Mimosa-da-canga
Mimosaceae	<i>Mimosa somnians</i>	Mimosinha
Rutaceae	<i>Metrodorea flavida</i>	Laranjinha-da-canga
Solanaceae	<i>Solanum crinitum</i>	Jurubeba-fruto-grande
Solanaceae	<i>Solanum palinacanthum</i>	Jurubebinha-fruto-rajado
Velloziaceae	<i>Vellozia glodichidea</i>	Canela-de-ema
Vochysiaceae	<i>Callistene microphylla</i>	Murtinha



Figura 40: Vista de topo de um plantio de mudas sobre a berma formando uma cortina verde para o talude de corte da cava de N4E.

10.14.5.1.6 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 (Figura 41).

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.

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 através 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/m², 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.



Figura 41: Exemplo de aplicação de tela vegetal em talude de corte.

10.14.5.2 Área de Disposição do Estéril

10.14.5.2.1 Descrição Geral

O estéril franco a ser gerado terá dois pontos de basculamento distintos ao longo da vida útil da mina. Numa primeira etapa será disposto na PDE (pilha de deposição de estéril) Norte I e, posteriormente, na cava exaurida de N5E, licenciadas pelo Ibama.

A PDE Norte I localiza-se ao norte da Mina N5E. Atualmente, esta PDE atende às Minas N5E e N5W, sendo já adotadas medidas de recuperação e controle concomitante à operação da pilha, conforme previsto no PRAD do Complexo Minerador de Carajás.

A pilha formada recebe 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, 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, 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.



Figura 42: Vista geral da PDE Norte 1, na Mina N5, antes de receber a revegetação, sem a necessidade de microterraços.



Figura 43: A mesma área, 30 dias após as atividades de recuperação.



Figura 44: Espécies regionais sendo preparadas para serem plantadas na PDE Norte 1.



Figura 45: Detalhe de mudas plantadas em meio às leguminosas comerciais e espécies nativas.

10.14.5.2.2 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 a ser recuperada antes da semeadura /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 desidratadas (colmos de capim inteiro) ou folhas de palmeira babaçu dispostas transversalmente (no caso de

superfícies de taludes homogêneas), 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.



Figura 46: Talude numa PDE onde foi implantada a técnica de micro-terraços de folhas de babaçu.

10.14.5.2.3 Micro-Coveamento, Semeadura, Adubação e Calagem

Para corrigir a acidez do substrato e fornecer cálcio e magnésio ao sistema, é necessário ainda 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 da sementeira, seguida da imediata escarificação da superfície do terreno com o auxílio de ancinhos ou gadanhos, visando à regularização da camada superior do substrato.

O micro-coveamento 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. Embora também seja necessário seguir a recomendação de análise de solo, pode ser recomendado o adubo químico na fórmula comercial NPK 4-14-08 e a adução orgânica serão realizadas utilizando o composto proveniente do processo de compostagem da central de resíduos da mina de ferro.

Na sementeira utiliza-se o “mix” de sementes e insumos preparados em quantidade suficiente para o seu uso imediato, não devendo este ser armazenado. Para a preparação do “mix” o adubo químico deve ser destorroado previamente, caso haja a necessidade. Os demais componentes devem ser adicionados e homogeneizados. O processo deve ser realizado no início do período chuvoso para se obter os melhores resultados.

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.

Tabela 38: Quantificação dos insumos componentes do “mix” de sementes e insumos.

Insumos	Quantidade por hectare
Composto orgânico	2000 kg
NPK (4-14-08)	600 Kg
Micronutrientes	10 kg
Sementes comerciais	250 Kg
Sementes regionais	30 kg



Figura 47: Exemplo de aplicação do mix através do método de semeadura manual, após a prévia implantação de micro-terraços e o microcoveamento.

10.14.5.2.4 Seleção de Espécies para Semeadura

Devido ao fato das características pedológicas (estruturação dos materiais de solo) serem ligeiramente superiores aos das 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 comerciais, de acordo com a relação da Tabela 38 As espécies regionais são as mesmas apresentadas na Tabela 39.

Tabela 39: Relação das espécies comerciais e quantidades recomendadas para o plantio em taludes de aterro das PDE.

Nome científico	Nome comum	Família	Densidade (kg/ha)
<i>Cajanus cajan</i>	Feijão guandú	Leguminosae	60,0
<i>Canavalia ensiformis</i>	Feijão de porco	Leguminosae	60,0
<i>Crotalaria oroleuca</i>	Crotalária	Leguminosae	50,0
<i>Raphanus sativus</i>	Nabo forrageiro	Crucifera	20,0
<i>Avena sativa</i>	Aveia	Poaceae	30,0
Espécies regionais			30,0

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).

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 através da sementeira direta, prevê-se após o terceiro ano de plantio, a implantação por mudas nas áreas falhadas.

10.14.5.3 Abertura de Acessos

A estrada principal de acesso à área de N5 Sul será implantada sobre o dique de enrocamento para contenção de finos da Mina N5E interligando a futura cava à Britagem Semi-móvel III (BSM III). Esta estrada terá 50 m de largura, os quais viabilizarão o cruzamento de dois caminhos fora-de-estrada bem como acesso para veículos leves. Os dois pits serão interligados por bancos em comum, situando-se entre as cotas 700 e 715 metros.

Nas obras de abertura e manutenção do acesso serão executados dois tipos de desmonte das rochas: o mecânico, pelo uso de escavadeira ou trator de esteira, e por explosivos (utilizando-se ANFO ou emulsão). Esta operação será executada pela Vale, mediante procedimentos já adotados nas outras minas de ferro em operação. As áreas expostas ou degradadas serão representadas principalmente por taludes de cortes e aterros, bem como a área trafegável.

Como medidas de recuperação para os taludes de corte e aterro e para as bermas, indica-se a sementeira manual em micro-covetas, contínuas, desencontradas entre si e com espaçamento denso, nos quais será lançada uma mistura de insumos (fertilizantes e sementes de espécies da Savana, tais como as apresentadas para os taludes das cavas ou pilhas, descritas abaixo). Os taludes com declividade superior a 30%, após a sementeira e adubação, serão cobertos por uma biomanta confeccionada com material vegetal, que permite o desenvolvimento das plantas e a infiltração da água, além de diminuir o impacto da água das chuvas diretamente sobre o solo, evitando uma possível erosão laminar, o que comprometeria o trabalho. Esta metodologia vem sendo realizada com muito sucesso nas áreas de taludes do Projeto Ferro Carajás. Esta operação será feita no início da época de chuva, sendo monitorada durante o período chuvoso com vistas a retoques e cuidados posteriores aos plantios.

As áreas trafegáveis não receberão aplicação de nenhum tipo de medida de recuperação na fase de implantação, pois não se justifica devido ao trânsito de caminhões para transportar o minério durante toda a operação e outros veículos envolvidos na operação de mina. Contudo deverão integrar o escopo das áreas onde as drenagens serão disciplinadas, e na fase de desativação do empreendimento incluídos os trabalhos de revegetação, podendo ser seguido os procedimentos realizados na pilhas de estéril, descritos abaixo.

10.14.5.4 Manutenção da Restauração

Existe ainda a necessidade de manutenção da área através de técnicas simples, já que o desenvolvimento dos indivíduos introduzidos das espécies nativas no processo de regeneração natural depende de diversos fatores como a intensidade e a qualidade da luz, a disponibilidade de água e nutrientes e a presença fatores perturbadores, como fogo, erosão,

pisoteio, além de competição com espécies invasoras. Os tratos culturais compreendem o controle das formigas cortadeiras, roçada manual seletiva e coroamento. Nestas operações deverá ser dada especial atenção e ter o cuidado de não se eliminar as espécies semeadas ou em regeneração.

O coroamento, como trato cultural, deverá ser executado como atividade complementar, a ser realizado no fim do período chuvoso. Tal operação deverá ser feita em todos os indivíduos arbóreos presentes no local, obedecendo a um raio mínimo de 0,50 metro a partir do colo da planta, seguida da colocação, nessa “coroa”, de capim seco ou serragem curtida.

A eliminação de espécies, ou no mínimo o controle de gramíneas invasoras, competidoras agressivas, é uma das principais atividades de manejo e condução da regeneração natural, que possibilita que as espécies semeadas se desenvolvam e atinjam tamanho necessário para competir naturalmente com estas espécies invasoras. Se possível (dada a característica do material estéril) este controle deve ser feito através de capina manual ou roçado, antes da floração, atingindo principalmente os capins exóticos (meloso, colônio, braquiaria, entre outros). A persistência destas gramíneas, em geral, sufoca as espécies da Savana e favorece a ocorrência de incêndios, principalmente nos períodos mais secos do ano. Assim, o seu desbaste e eliminação diminuem a possibilidade de incêndio e a competição que exercem sobre as plantas em regeneração.

A manutenção inicia-se após dois meses da implantação e deve ser feita a cada 3 meses no primeiro ano, a cada 4 meses no segundo e a cada 6 meses a partir do terceiro até o quinto ano. Após este período, sempre que necessário.

10.14.6 USO FUTURO DA ÁREA E NOVAS PESQUISAS

O objetivo das técnicas aqui recomendadas é o de estabelecer um ambiente para início do processo sucessional da Savana, mesmo em áreas de pilhas de estéril ou taludes de cava. Embora não existam resultados conclusivos, as experiências que vem sendo acumuladas em Carajás, a partir da coleta de sementes e semeadura de espécies da Savana estépica, os resultados preliminares indicam que é possível estabelecer uma comunidade vegetal natural e reverter, ao menos parcialmente os efeitos nas populações de espécies vegetais, restaurar habitats e ampliar a oferta de recursos para a fauna remanescente. Muitas espécies tem se estabelecido com sucesso nas áreas em recuperação que estão sendo monitoradas, inclusive, endêmicas e ameaçadas de extinção.

Embora as experiências nos últimos anos estejam sendo enriquecedoras, mas pesquisas com mais espécies, capazes de se estabelecer devem ser conduzidas. Em relação a este aspecto a principal recomendação seria o estabelecimento de pesquisas com gramíneas da Savana, principalmente do gênero *Axonopus*.

A espécie *Axonopus leptostachyus*, por exemplo, é uma gramínea muito freqüente nos campos rupestres em Carajás, com grande capacidade de acumular biomassa, com média bimensal de 1,8 ton de matéria seca aérea/ha (REBELLATO, 2003). Produz ainda grande quantidade de sementes, sendo um importante recurso forrageiro para granívoros (GIRARDI-DEIRO, 1992). Assim, destaca-se para restauração de áreas degradadas, não só por cobrir o solo, mas por atrair a fauna e acelerar o processo sucessional. Além disso, o monitoramento do processo sucessional e do crescimento das espécies é também imprescindível, como será detalhado a seguir.

10.14.7 MONITORAMENTO DO PROCESSO SUCESSIONAL

Considerando a longevidade das atividades, é imprescindível se estabelecer sistemas de avaliação, de modo a assegurar a efetividade da recuperação, dentro dos custos e qualidades projetadas. Deve-se contemplar ainda a observação das técnicas de recuperação utilizadas, de modo a não só melhorá-las, como também corrigir eventuais inadequações. A metodologia a ser empregada consiste de três partes.

10.14.7.1 Avaliação Operacional

Com os padrões projetados e desejáveis para cada operação, sugere-se que seja apresentado regularmente (semestralmente), um relatório técnico-operacional, de acordo com um cronograma físico a ser estabelecido pela Vale, dentro da sua programação anual.

Para otimizar o desempenho operacional, devem ser montados, pela equipe executora dos serviços, os seguintes cronogramas mensais: do fluxo de mão de obra; do desembolso monetário, do fluxo de insumos e das atividades de monitoramento. Além destes, deverá constar no relatório uma avaliação física, feita no campo, entre o projetado e o executado, com as devidas considerações quantitativas e qualitativas. Não pode haver erros acumulativos, sendo necessário, portanto uma avaliação rigorosa, pois esse acompanhamento, além do seu valor intrínseco, estimula a efetividade.

10.14.7.2 Avaliação da Germinação e Crescimento da Espécie

Com referência a avaliação do processo de revegetação, deverá ser acompanhado através de levantamentos com parcelas de área fixa, no mesmo padrão dos estudos fitossociológicos realizados atualmente nas savanas de Carajás, considerando 3 níveis de abordagem, nas bermas e taludes das pilhas, que sejam de fácil acesso.

- **Nível 1:** 30 Parcelas de 5 x 20 m, para amostragem de plantas lenhosas com diâmetro do colo \geq 3 cm;
- **Nível 2:** 30 Parcelas de 2 x 5 m, para amostragem de plantas lenhosas com 1 cm \leq diâmetro do colo < 3 cm;
- **Nível 3:** 30 Parcelas de 1 x 1 m, para quantificar a vegetação de porte herbáceo ou diâmetro do colo < 1 cm.

As parcelas devem estar todas orientadas para uma mesma direção e devem ser identificadas (marcadas) para rápida identificação no campo. As parcelas devem ser mensuradas a cada 3 meses no primeiro ano, após a instalação, e a cada 6 meses após o segundo ano, com duração máxima possível. É importante verificar, em cada levantamento, se a planta foi semeada/plantada ou se é resultante de regeneração natural.

Os relatórios dos levantamentos devem abordar a análise fitossociológica, incluindo análises de crescimento médio das espécies, taxas de mortalidade, e, se possível, das relações com os solos, fauna e incluindo a documentação fotográfica da área, conforme descrito a seguir.

10.14.7.3 Avaliação de Parâmetros do Solo

Em cada parcela deverá ser feita uma análise das propriedades químicas e físicas do solo, coletando-se uma amostra simples a 0-10 centímetros em posição aleatória. A primeira análise deve ser feita antes da calagem e adubação e, a partir de então, anualmente, na mesma data de amostragem da vegetação.

10.14.7.4 Avaliação da Fauna Colonizadora

O monitoramento da colonização faunística em áreas degradadas também deve ser objeto de análise para avaliar a eficácia dos processos de sucessão ecológica. Aqui sugerimos pelo menos o monitoramento de 2 grupos de invertebrados (por exemplo, formigas, cupins, abelhas) e de dois grupos vertebrados (por exemplo, pequenos roedores, morcegos e aves).

Todos são considerados potenciais indicadores biológicos do sucesso da recuperação e, para alguns, já existem estudos há mais de 30 anos em áreas degradadas por mineração (Majer et al., 2007; Nichols & Nichols, 2003). Como metodologia geral devem ser selecionadas áreas em recuperação com diferentes idades, por exemplo, 1 mês após o plantio, 1 ano, 3 anos, 5 anos e áreas testemunho, em Floresta Ombrófila e Savana Estépica, vizinhas às áreas em recuperação. É desejável que em cada área tenham sido aplicadas técnicas semelhantes de recuperação, particularmente em relação à composição de espécies. Estas áreas devem ser avaliadas 2 vezes ao ano, durante pelo menos 5 anos.

10.14.7.5 Avaliação Fotográfica

Em cada parcela de 5 x 20 metros deverá ser obtida uma foto, com visada a partir do canto inferior esquerdo, em direção ao centro da parcela. As fotos devem ser tiradas na época da medição, o que auxilia na efetivação de procedimentos futuros e documentação dos resultados das técnicas projetadas.

10.14.8 REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, W.A.P.; MELLO, J.W.V. Fundamentos de pedologia e geologia de interesse no processo de recuperação de uma área degradada. In: Dias, L.E.; Mello, J.W.V. de (Ed.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos: Sobrade,p.15-26, 1998.

BELL, L.C. Management of soils and overburden for plant growyth medium reconstruction after mining. In: Dias, L.E.; Mello, J.W.V. de (Ed.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos: Sobrade,p.117-129, 1998.

DIAS, L.E. Caracterização de substratos para fins de recuperação de áreas degradadas. In: Dias, L.E.; MELLO, J.W.V. de (Ed.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos: Sobrade,p.27-44, 1998.

ENGEL, V.L.; FONSECA, R.C.B. & OLIVEIRA, R.E. 1998. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. Série Técnica IPEF. 12 (32):43-64.

FRANCO, A.A.; FARIA, S.M. The contribution of N₂-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. Soil Biol. Biochem., V. 29, N° 5/6, P. 897-903, 1997.

GIRARDI-DEIRO, A.M.; GONÇALVES, J.O.N. e GONZAGA, S.S. Campos naturais ocorrentes em diferentes solos no município de Bagé, RS. Fisionomia e composição florística. Iheringia, Sér. Bot., v.42, p. 55-79, 1992.

GISLER, C.V.T.; MEGURO, M. O uso da serapilheira na melhoria das propriedades do solo em áreas mineradas de Bauxita - Poços de Caldas, MG. In: 3o Congresso de Ecologia do Brasil, Brasília, DF. Universidade de Brasília, p.423-423. 1996.

HOLL, K.D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. Biotropica 31(2):229-242, 1999.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: Técnicas de Revegetação. Brasília, 1990.

JESUS, R.M. & ROLIM, S.G. Plano de recuperação de áreas degradadas. Mina de Ferro de Carajás, Parauapebas (PA), 2002.

JOLY, C.A.; SPIGOLON, J.R.; LIEBERG, S.A.; SALIS, S.M.; AIDAR, M.P.M.; METZGER, J.P.W. Projeto Jacaré-Pepira - Desenvolvimento de um modelo de recomposição da mata ciliar com base na florística regional. In: Matas ciliares: conservação e recuperação, R. R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho (eds.). São Paulo: EDUSP, pp. 271-287, 2000.

MAJER, J.D.; BRENNAN, K.E.C. & MOIR, M.L. (2007) Invertebrates and the restoration of a forest ecosystem: 30 years of research following bauxite mining in Western Australia. *Restoration Ecology*, 15, S104-S115.

NEVES, L & TRIGUEIRO, L.R.C. Programa de recuperação de áreas degradadas. Mina de ferro de Carajás. Província Mineral de Carajás – PA. 2009.

NICHOLS, O.G. & NICHOLS, F.M. (2003) Long-term trends in faunal recolonization after bauxite mining in the jarrah forest of southwestern Australia. *Restoration Ecology*, 11, 261-272.

NOGUEIRA, J.C.B. Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas. *Boletim Técnico do Instituto Florestal* 24:1-71, 1977.

PARROTTA, J.A.; KNOWLES, O.H. Restoration of tropical moist forests on bauxite-mined lands in the Brazilian Amazon. *Restoration Ecology* 7:103-116, 1999.

REBELLATO, L. Efeito do pastejo sobre a composição e estrutura da vegetação de um campo inundável no pantanal de Poconé – MT. Cuiabá: Instituto de Biociências da Universidade de Mato Grosso, 2003.

ROLIM, S.G.; JESUS, R.M. Regeneração natural após pesquisa de bauxita no Platô Miltônia 3, Paragominas (PA). In: Jesus, R.M.; Rolim, S.G. (Org.) *Prática e Experimentação em Restauração Ecológica*, 2009.

ROLIM, S.G.; JESUS, R.M.; NASCIMENTO, H.E.M. Restauração experimental de uma pastagem na Mata Atlântica através de semeadura direta. In: MENEZES, L.F.T.; PIRES, F.R.; PEREIRA, O.J. (Org.). *Ecosistemas Costeiros do Espírito Santo: Conservação e Restauração*, EDUFES, 2007.

TABANEZ, A.A.J. & VIANA, M. 2000. Patch structure within Brazilian Atlantic forest fragments and implications for conservation. *Biotropica*, 32 (4B): 925-33.

TABARELLI, M. & MANTOVANI, W. 1999. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo – Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*, v.59, n.2, p.239-250.

TOY, T.J. Topographic reconstruction: the foundation of reclamation. In: Dias, L.E.; MELLO, J.W.V. de (Ed.). *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos: Sobrade, p.107-115, 1998.

ZHANG, Z.Q. et al. Soil seed bank as an input of seed source in revegetation of lead/zinc mine tailings. *Restoration Ecology*, v. 9, n. 4, p. 378-385, 2001.

10.15 PLANO DE FECHAMENTO DE MINA

10.15.1 INTRODUÇÃO

O Plano Conceitual de Fechamento do Complexo Minerador Ferro Carajás foi finalizado em setembro de 2006, tendo sido elaborado em conjunto pelas empresas VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia Ltda. e BRANDT Meio Ambiente Indústria, Serviços e Comércio Ltda (VOGBR/BRANDT, 2006).

Conforme já apresentado no item caracterização do empreendimento o projeto Mina N5 Sul representa uma expansão do complexo Minerador Ferro Carajás com a abertura de uma nova cava. Desta maneira o Plano de Fechamento da Mina N5 Sul insere-se dentro deste plano maior delineado para os corpos N4 e N5 com este propósito e já prevendo futuras expansões e diferentes cenários.

Cabe lembrar que a expansão Mina N5 Sul corresponde a uma etapa preliminar de lavra, com a concepção de uma cava cuja geometria que não considera interferências com as cavidades naturais inventariadas e estudadas.

No entanto, os dados preliminares mostram que, das 80 cavidades cadastradas, grande parte poderá ser suprimida em observância aos aspectos legais em vigência.

Assim, muito provavelmente, após a conclusão dos estudos de relevância das cavidades, a cava N5 Sul poderá ser ampliada, englobando cavidades de pouca relevância. Este cenário de ampliação será considerado no Estudo de Impacto Ambiental que encontra-se em desenvolvimento para as Minas de N4 e N5 (Estudo Global). Os resultados desta análise servirão de subsídio para a primeira revisão do Plano de Fechamento de Carajás, previsto para 2010.

A seguir apresentam-se as linhas gerais do Plano de Fechamento do Complexo Minerador incluindo a estrutura do relatório, os objetivos gerais e específicos, o cronograma de atividades previstas e a gestão das ações de fechamento do Complexo.

10.15.2 ESTRUTURA DO PLANO DE FECHAMENTO

A estrutura do Plano de Fechamento engloba os seguintes tópicos:

1. APRESENTAÇÃO: discussão do contexto da elaboração do plano e os propósitos almejados;
2. ASPECTOS GERAIS: apresentação do conceito de plano de fechamento, dos objetivos (geral e específicos) do Plano Conceitual de Fechamento, os termos e definições empregados, a seqüência de atividades adotada para desenvolvimento dos trabalhos, a aplicação do sistema da gestão ambiental ao Plano de Fechamento do Complexo Minerador Ferro Carajás e as fontes de consulta,
3. ABORDAGEM E CONCEITOS A RESPEITO DE PLANOS DE FECHAMENTO: discussão dos conceitos básicos envolvidos, dos arcabouços legais, das diretrizes do Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás, apresentação das ações da Vale para embasamento do plano de fechamento (o guia de fechamento – Vale, 2005), a apresentação de experiências anteriores da Vale em fechamentos de mina no Brasil

(minas Fazenda Brasileiro-BA, Maria Preta-BA), e de experiência em fechamento de minas de outras empresas;

4. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO: localização, acessos e previsão de término das atividades de lavra, apresentação de Unidades de Diagnóstico Componentes do Complexo Minerador de Carajás e aspectos ambientais relevantes para o fechamento. As unidades de diagnóstico incluem cava, pilha de estéril, diques/barragens de contenção de sedimentos, barragens de contenção de rejeitos/finos, instalações industriais, instalações administrativas, instalações residenciais, pátios e acessos, áreas degradadas, aterros de resíduos, sistemas de água bruta, sistemas de água industrial e doméstica, sistemas de esgotamento sanitário, outras estruturas (aeroporto de Carajás);
5. DIAGNOSTICO DAS CONDIÇÕES ATUAIS DO COMPLEXO MINERADOR DE CARAJÁS: Meio Físico (clima, geologia, geomorfologia, pedologia, recursos hídricos qualidade dos corpos de água, qualidade do ar), meio biótico (caracterização da flora, caracterização da fauna, revegetação na área do complexo, ações específicas em flora; meio socioeconômico (fundamentos e perspectivas, processo histórico de ocupação, demografia, economia, indicadores sociais e índice de desenvolvimento humano municipal (IDH-m), uso e ocupação do solo em Parauapebas, caracterização socioeconômica do empreendimento);
6. DEFINIÇÃO DO CENÁRIO DE FECHAMENTO: aspectos gerais, características e impactos gerais associados aos cenários meta e conservador, definição do cenário de interesse, aspectos correlatos;
7. IMPACTOS AMBIENTAIS DO FECHAMENTO DO COMPLEXO MINERADOR DE CARAJÁS: impactos sobre o meio físico (decorrentes de efeitos negativos e efeitos positivos), impactos sobre o meio biótico (decorrentes de efeitos negativos e efeitos positivos), impactos sobre o meio antrópico (Modelo I: manutenção da participação relativa atual do empreendimento no município de Parauapebas até o fechamento (das minas N4 e N5), Modelo II - fechamento com mudança do perfil econômico de Parauapebas, Modelo III - fechamento associado à instalação de novos empreendimentos no contexto microrregional, Modelo IV - fechamento associado à abertura de novas frentes de lavra adjacentes ao Complexo Minerador de Carajás, considerações gerais
8. GESTÃO DAS AÇÕES DE FECHAMENTO DO COMPLEXO MINERADOR DE CARAJÁS: Introdução, cronograma de atividades do fechamento (Fase 1, Fase 2, Fases 3 e 4, Fase 5), condução do processo de fechamento, indicadores de eficiência ambiental, seqüência prevista e preliminar para o fechamento da área, proposição de usos futuros potenciais para implantação da área da mina, intervenções previstas na área da mina
9. PLANO DE REABILITAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS COM VISTAS AO FECHAMENTO DO COMPLEXO MINERADOR DE CARAJÁS: abordagem, objetivos (geral e específicos), pressupostos metodológicos, fundamentos adotados referentes à estabilidade ambiental em áreas degradadas, os métodos atualmente praticados pela Vale em Carajás, reabilitação ambiental e usos futuros projetados para a fase de fechamento /o foco de ação, metas para reabilitação final de áreas degradadas e apresentação de alternativas para usos futuros, programa de revegetação – proposição de metodologia (mapeamento de passivos ambientais, organização das atividades de reabilitação ambiental, programa de pesquisa e aperfeiçoamento das

medidas de reabilitação, detalhamento dos principais métodos atualmente utilizados em reabilitação de áreas degradadas no empreendimento, programa de acompanhamento do PRAD-F no Pós-fechamento

10. ESTUDOS, PROGRAMAS E PROJETOS PARA CONDUÇÃO DAS AÇÕES DE FECHAMENTO: enfoque proposto, apresentação dos programas;
11. METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE RISCO: descrição dos procedimentos de análise de risco;
12. LEVANTAMENTO DE CUSTOS PARA O FECHAMENTO DO COMPLEXO MINERADOR DE CARAJÁS: geração de receita e resumo geral dos custos, informações técnicas utilizadas;
13. COMENTÁRIOS FINAIS E RECOMENDAÇÕES: destaque da importância da gestão das ações e das revisões previstas como fator para o sucesso do plano.

10.15.3 OBJETIVOS

10.15.3.1 Geral

O objetivo geral do plano é definir as diretrizes que irão orientar a continuidade do planejamento e a implementação das atividades inerentes ao fechamento do Complexo Minerador de Carajás (VOGBR/BRANDT, 2006).

10.15.3.2 Específicos

Os objetivos específicos incluem (VOGBR/BRANDT, 2006):

1. Estabelecer as bases para um processo de fechamento que considere as peculiaridades ambientais, sociais e culturais da região na qual o Complexo está inserido, bem como a regulamentação a ela aplicável;
2. Propor, em caráter preliminar, usos futuros potenciais abrangentes, e custos indicativos de fechamento, que permitam uma flexibilização para futuras adequações que se façam necessárias em função de mudanças nas variáveis legais, ambientais, de características do empreendimento e de percepção dos atores, ainda durante a vida útil operacional do Complexo;
3. Definir, com base no objetivo específico supracitado, diretrizes básicas e uma reorientação da reabilitação ambiental das áreas degradadas atuais para um uso futuro que não inviabilize possibilidades futuras de aproveitamento econômico de algumas das áreas hoje utilizadas pela atividade de mineração, dentro das restrições estabelecidas pelo Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás e de outras regulamentações aplicáveis às FLONAS;
4. Orientar a busca por alternativas de aproveitamento da infra-estrutura física existente, coerentes com os usos futuros ora propostos, visando à redução dos custos de fechamento, mas sempre com vistas a possibilitar a sustentabilidade de aproveitamento econômico futuro em áreas do Complexo;

5. Fornecer base para o início do processo de discussão e participação dos atores identificados como intervenientes e relevantes para o fechamento – os ditos *stakeholders*, bem como para sua atualização periódica;
6. Definir as ações com vistas ao fechamento que já poderão ser implementadas durante a operação das instalações/elementos da infra-estrutura, coerentes com os usos futuros ora previstos e o nível de flexibilidade desejado para tal;
7. Maximizar as ações de fechamento durante a vida útil do empreendimento, com vistas a minimizar os custos de fechamento e subsidiar o provisionamento dos respectivos recursos financeiros;
8. Definir levantamentos de dados, estudos adicionais e projetos de engenharia e de meio ambiente que deverão ser desenvolvidos para o adequado descomissionamento das diferentes áreas constituintes do Complexo Minerador de Carajás (cavas, pilhas de estéril, barragens, acessos, áreas industriais etc.);
9. Propor diretrizes para a implementação de programas socioambientais voltados para garantir a sustentabilidade pós-fechamento, aqui compreendendo itens relativos à responsabilidade social, à geração de renda e à conservação do meio ambiente; e,
10. Propor diretrizes para o desenvolvimento de procedimentos gerenciais e operacionais voltados para o fechamento do Complexo.

10.15.4 DEFINIÇÃO DO CENÁRIO DE FECHAMENTO

Coerente com esse caráter dinâmico do processo de fechamento, e com as conseqüentes e diferenciadas possibilidades de mudança que poderão ocorrer, foram contemplados, no Plano Conceitual, dois cenários de fechamento, a princípio, considerados como passíveis de acontecer: o Cenário Meta, que prevê a continuidade de uso das áreas do Complexo Minerador após o encerramento das atividades minerárias, obviamente considerando atividades compatíveis com os usos permitidos em uma FLONA segundo a regulamentação aplicável; e o Cenário Conservador, que parte da premissa de não virem a ocorrer usos antrópicos nas áreas hoje utilizadas pelo Complexo, com conseqüente desmontagem/remoção de toda a estrutura e da infra-estrutura hoje aí existentes, bem como a reabilitação das áreas (VOGBR/BRANDT, 2006).

Já no âmbito do primeiro documento emitido no contexto do Plano Conceitual – o Relatório Parcial, em janeiro de 2006, discutiram-se as questões comparativas entre esses dois cenários e, em conjunto com a Vale, decidiu-se pela adoção do Cenário Meta, no âmbito do Plano Conceitual de Fechamento para o Complexo Minerador de Carajás. A partir de então, todo o trabalho foi focado nessa alternativa. Lembra-se, no entanto, que alterações futuras nesse conceito poderão ocorrer, observando-se diversos elementos, contemplando desde fatores físicos e ecológicos até aqueles de cunho social, cultural e econômico.

Por esse motivo, o Plano, para ser eficaz, foi concebido segundo uma estratégia que possibilite seu acompanhamento/aperfeiçoamento legal, técnico, ambiental, financeiro e sob a ótica de interação com os atores relevantes, sempre em processo contínuo - *on going* - permeando todos os setores e atividades da empresa nele envolvidos (VOGBR/BRANDT, 2006).

10.15.5 GESTÃO DAS AÇÕES DE FECHAMENTO DO COMPLEXO MINERADOR DE CARAJÁS

10.15.5.1 Cronograma de Atividades do Fechamento

O processo de fechamento proposto para o Complexo Minerador de Carajás será conduzido em 5 fases (VOGBR/BRANDT, 2006):

- **Fase 1** - Revisões e detalhamento dos estudos, projetos e programas;
- **Fase 2** - Implementação dos programas e condução das obras;
- **Fase 3** - Estabilização Ambiental;
- **Fase 4** - Monitoramento e Manutenção;
- **Fase 5** - Descomissionamento com transferência da custódia da área.

Ressalta-se que as atividades de cada fase poderão ser sobrepostas uma vez que, quando possível, alguma estrutura ou instalação já poderá ser desativada, ou seja, ter sua superfície reabilitada. Essa consideração visa a garantir a estabilização física e biótica o mais rápido possível e assim minimizar os custos associados e possíveis danos ambientais.

A Tabela 40 apresenta um sumário dos principais componentes do cronograma de fechamento da mina.

Ressalta-se, entretanto, que apesar dos marcos de determinam o início e o término das etapas, esses valores serão bastante flexíveis em função da necessidade de fechamento progressivo.

10.15.6 INTERVENÇÕES PREVISTAS NA ÁREA DA MINA

A intervenção sobre as áreas consistirá em medidas corretivas e de adequação para cada Unidade de Diagnóstico. Todavia, eventuais intervenções, incluindo obras, para adequação das estruturas componentes das unidades de diagnósticos deverão ser objetos de projetos específicos a serem conduzidos a partir da definição do uso futuro. De acordo com o cronograma previsto, esses estudos deverão ocorrer na Fase 2 da implantação Fechamento da Mina para possibilitar a integração dos projetos conceituais e executivos das estruturas às características do uso ou usos definidos (VOGBR/BRANDT, 2006).

O Plano Conceitual estabelece, contudo, algumas soluções gerais e típicas para garantir a estabilidade física das Unidades de Diagnóstico. O objetivo desse tipo de intervenção não é a adequação ao uso futuro, mesmo porque o assunto merece estudos específicos e discussão entre os *stakeholders*. O objetivo é definir critérios que permitam que as unidades de diagnóstico sejam desativadas dentro dos conceitos de melhores práticas na mineração, evitando erosão, geração de sedimentos, assoreamento de fundo de talwegues e perda de geometrias de projeto que ao final sempre repercutirão em custos adicionais.

A definição dos tipos de intervenções propostas nesse documento baseou-se nos objetivos especificados e nos tipos de controle possíveis. As soluções apresentadas são bastante conceituais e deverão ser discutidas entre os *stakeholders* e criticadas nas diversas revisões a serem conduzidas (VOGBR/BRANDT, 2006).

Tabela 40: Componentes do Cronograma para o Fechamento do Complexo Minerador de Carajás.

FASE	PRINCIPAIS AÇÕES	QUANDO	OBSERVAÇÕES
- Emissão da VERSÃO 0	- Emissão do Plano Conceitual de Fechamento com proposição de usos futuros potenciais e forma de estabilização das unidades de diagnóstico.	2006	- Em 2006.
<p>FASE 1</p> <p>Revisões e Detalhamento dos estudos, projetos e programas.</p>	- Análise da VERSÃO 0 pela diretoria da Vale.	Ano 1 2007	<ul style="list-style-type: none"> - Ano1 após emissão da versão 0 - Especial atenção quanto às críticas e sugestões quanto aos usos futuros potenciais; - Emissões das versões: 1, 2, 3 e 4; - Poderão haver mais revisões por força de peculiaridades e condução do processo.
	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporação dos comentários da Vale na versão 1 - Identificação dos <i>stakeholders</i> participantes do processo de fechamento <p><u>Emissão da VERSÃO 1</u></p>	Anos 1 e 2 2007-2008	- Análise da Vale em 2008 (Ano 2 após versão 0)
	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação aos <i>stakeholders</i> da VERSÃO 1 do Plano Conceitual de Fechamento e alternativas quanto aos usos futuros potenciais consideradas; - Incorporação dos comentários dos <i>stakeholders</i>; - Especial atenção quanto às críticas e sugestões quanto aos usos futuros potenciais; <p><u>Emissão da VERSÃO 2.</u></p>	Ano 3 e 4 2009 -2010	- Revisão 1 em 2010 (Ano 4 após versão 0).
	<ul style="list-style-type: none"> - Reavaliações do plano de fechamento com discussão da abordagem técnica do fechamento das unidades de diagnóstico face aos contextos correntes; <p><u>Emissão das VERSÕES 3, 4 e 5</u> ou outra que se faça necessária.</p>	Anos 8 a -5 2011-2025	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão 2 em 2015 (Ano 8 após versão 0) - Revisão 3 em 2020 (Ano -13 do término da lavra) - Revisão 4 em 2025 (Ano -5 do término da lavra)

FASE	PRINCIPAIS AÇÕES	QUANDO	OBSERVAÇÕES
<p align="center">FASE 2</p> <p>Implementação dos programas e condução das obras</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Definição final do uso futuro para a área; - Reavaliação do plano de fechamento incluindo o detalhamento/revisão dos programas e definição da ordem cronológica de desenvolvimento de estudos e projeto; - Implementação de alguns programas. 	<p align="center">Ano -5 a -3 2025-2027</p>	<ul style="list-style-type: none"> - A definição do uso futuro visa integrar o detalhamento dos programas e projetos de engenharia do fechamento com o uso e assim compatibilizar as ações de cada assunto ;
	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de projetos de engenharia em nível conceitual e executivo; - Implementação de alguns programas. 	<p align="center">Ano -3 ao Marco 0 2027-2032</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Declínio das operações de lavra; - A última versão disponível será a base para o detalhamento do plano; - Ocorrência do marco 0 (duração podendo ser de alguns anos); - Prazo para condução das obras: 3 anos a partir da cessação total das atividades de mineração na área.
	<ul style="list-style-type: none"> - Marco 0 – cessação gradual das atividades de operação na área 	<p align="center">Marco 0 2032</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sua duração estará condicionada ao período entre o término das operações de lavra na área e o término das operações de beneficiamento na usina
	<ul style="list-style-type: none"> - Início da execução das obras previstas; - Implementação de alguns programas. 	<p align="center">Marco 0 ao Ano +3 2032-2035</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> - Fim das obras. 	<p align="center">Ano +5 2037</p>	<p align="center">-</p>
<p align="center">FASE 3</p> <p>Estabilização Ambiental</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação dos indicadores de eficiência ambiental - Possibilidade de implantação do uso futuro 	<p align="center">Ano +5 ao Ano+15 2037-2047</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Corresponde somente ao período de tempo para que se obtenha um nível mínimo de estabilização ambiental

FASE	PRINCIPAIS AÇÕES	QUANDO	OBSERVAÇÕES
<p>FASE 4</p> <p>Monitoramento e Manutenção</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Implantação do monitoramento para acompanhamento dos serviços realizados - Início das atividades de manutenção preventiva e corretiva - Implantação do uso futuro com início de suas operações - Avaliação dos indicadores de eficiência ambiental 	<p>Ano +5 até o descomissionamento final</p> <p>2037-2052</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Poderá ser prolongado a critério da Vale e/ou do órgão licenciador após o descomissionamento - Iniciará com a Fase 3 quando suas ações serão mais intensivas - A partir do término da Fase 3, suas ações serão menos intensivas e frequentes - As orientações quanto ao seu desenvolvimento deverão estar previstas num programa específico de manutenção - A Vale deverá permanecer na área mesmo com a implantação do uso futuro por terceiros
<p>FASE 5</p> <p>Descomissionamento com transferência da custódia da área</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Uso futuro implantado e operacional - Diminuição das ações de monitoramento e manutenções preventiva e corretiva - Início do processo de transferência de custódia - Avaliação dos indicadores de eficiência do fechamento e avaliação do descomissionamento - Caso a avaliação seja positiva inicia-se o descomissionamento final do Complexo Minerador de Carajás por meio da Transferência de Custódia 	<p>Ano +20 em diante</p> <p>2052-?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nessa fase todas as ações e objetivos previstos no plano deverão ter sido concluídos

Fonte: VOGBR/BRANDT, 2006, modificado

Observações:

As datas apresentadas constituem somente numa proposição e deverão ser definidas e ao longo das revisões especificadas e em função dos planos de lavra de longo prazo.

11. ANÁLISE DE RISCO

11.1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é a identificação de perigos relacionados à futura mina de ferro N5 Sul, que faz parte e constitui uma ampliação do Complexo Minerador de Ferro Carajás.

A Análise Preliminar de Perigos apresentada neste capítulo abrange o processo de lavra na Mina N5 Sul e as tarefas a serem desenvolvidas pela Vale e/ou por seus contratados, relacionadas à operação principal e às operações unitárias auxiliares previstas específicas e referentes à ampliação estudada.

Como fonte principal para a elaboração deste capítulo foi utilizado o relatório de “Análise Preliminar de Perigos da Mina de Ferro do Complexo Minerador em Carajás”, Vale/Det Norske Veritas (2007).

Este relatório contém além desta introdução, a metodologia utilizada na identificação de perigos e os resultados das APP's, assim como algumas recomendações de ações para o controle dos riscos nas estruturas envolvidas. A seguir (Tabela 61), encontram-se as planilhas contendo a Análise Preliminar de Perigos (APP) referentes aos processos e tarefas relacionados a seguir:

- Obras na fase de implantação da Mina N5 Sul
- Lavra de minério de ferro – Operação
- Lavra de minério de ferro – Operação de Equipamentos
- Transporte de Explosivos entre o paiol e a mina
- Comboio de Abastecimento de Combustível
- Mecânica de campo

11.1.1 METODOLOGIA

A metodologia empregada foi baseada na técnica de Análise Preliminar de Perigos (APP), que é estruturada para identificar os riscos associados à ocorrência de eventos indesejáveis, que tenham como consequência danos à integridade física de pessoas ou do meio ambiente. Esta técnica pode ser usada para a análise de sistemas em início de desenvolvimento ou em fase de projeto e, também, como revisão geral de segurança de sistemas já em operação.

A APP é uma técnica qualitativa cujo objetivo consiste na identificação dos cenários de acidente possíveis em uma dada instalação (perigo, causas e efeitos), classificando-os de acordo com categorias preestabelecidas de "frequência de ocorrência", "gravidade" e "risco". Durante a revisão 2 da APP do Complexo Minerador de Ferro Carajás, foram previstas medidas para a redução dos riscos identificados, parte delas já resolvidas e outras de caráter preventivo que são reapresentadas neste capítulo.

A aplicação da técnica de APP é feita através do preenchimento de uma planilha, em reuniões que contam com a participação de técnicos das áreas operacionais da empresa, de manutenção, segurança e meio ambiente das unidades do empreendimento em foco.

Como a Mina de N5 Sul será operada pelas mesmas equipes que vêm operando as demais minas do Complexo Minerador de Ferro de Carajás, as quais foram envolvidas no trabalho realizado pela Det Norske Veritas em 2007, optou-se por efetuar uma adequação naquele trabalho para compor o presente capítulo que tem em foco apenas uma parte das atividades e estruturas desenvolvidas no citado Complexo. Tabela 41 a seguir, apresenta-se o modelo da planilha de APP, assim como uma descrição dos conteúdos que devem compor cada coluna.

Tabela 41: Modelo de Planilha adotada na APP

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS (APP)							
Sistema/Instalação:.....							
...Data:							
Equipe:							
Revisão:							
Perigos	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Obs/Recomendações	Cenários

1ª coluna: Perigo

Foram relacionadas nesta coluna as fontes de risco (perigos) identificadas no sistema sob análise, com potencial de dano ao meio ambiente, aos empregados, aos contratados e ao público externo. Para os pontos de carga, descarga e abastecimento, tais fontes encontram-se normalmente associadas à presença de substâncias perigosas capazes de causar danos, caso venham a ser liberadas em consequência de eventos acidentais no sistema em estudo. No caso em foco, aplicam-se as hipóteses de liberação de substâncias inflamáveis (combustíveis) ou explosivos (utilizados nas frentes de lavra).

2ª coluna: Causas

São eventos simples ou combinados que levam à consumação dos perigos previamente identificados.

3ª coluna: Efeitos

São as consequências danosas advindas da consumação dos perigos identificados. Neste estudo, como mostrado na categorização da gravidade, foi dado um tratamento diferenciado à análise da gravidade das citadas consequências, em função do tipo de dano previsto: à integridade física de pessoas ou ao meio ambiente. Portanto, para cada perigo, foram estudados os dois tipos de efeitos e colocados nesta coluna, os efeitos sobre a segurança e, os efeitos sobre o meio ambiente.

4ª coluna: Categoria de frequência (do cenário acidental)

Nesta coluna é feita a indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência de cada cenário acidental identificado na análise. As categorias de frequência utilizadas neste estudo encontram-se apresentadas na Tabela 42. É importante ressaltar que um cenário de acidente é composto do perigo, das suas causas e efeitos, portanto, a frequência deve ser estimada considerando todo o cenário e não somente as causas.

Tabela 42: Categorias de Frequência dos Cenários Acidentais

Categoria	Denominação	Característica
A	Frequente	Várias ocorrências esperadas ao longo de um ano de operação
B	Pouco frequente	Pelo menos uma ocorrência esperada ao longo de um ano de operação
C	Provável	Pelo menos uma ocorrência esperada ao longo de 10 anos de operação
D	Pouco provável	Pelo menos uma ocorrência esperada ao longo da vida útil da instalação
E	Improvável	Ocorrência não esperada ao longo da vida útil da instalação

5ª coluna: Categoria de gravidade

É a indicação qualitativa do grau de severidade das consequências (efeitos/impactos) de cada cenário acidental identificado na análise. Esta avaliação foi efetuada com base em critérios distintos, em função do tipo de dano previsto, se à integridade física de pessoas ou ao meio ambiente. Para danos à integridade física de pessoas (empregados, contratados ou público externo) foram adotadas as categorias de gravidade apresentadas na Tabela 43.

Tabela 43: Categorias de gravidade para danos a empregados, contratados ou público externo

Categoria	Denominação	Característica
I	Baixa	Não ocorrem lesões em empregados, contratados ou público externo
II	Moderada	Lesões leves em empregados, contratados ou público externo, causadas por: exposição ligeira a pequenas concentrações de substâncias tóxicas; queimaduras superficiais e localizadas (3º grau); traumas leves possivelmente Sem Perda de Tempo (SPT).
III	Séria	Lesões sérias em empregados, contratados ou público externo, causadas por: exposição a concentrações perigosas de substâncias tóxicas; queimaduras de profundidade e extensão importantes (2º grau); traumas importantes, certamente Com Perda de Tempo (CPT)
IV	Crítica	Ocorrência de mortes ou lesões graves em empregados, contratados ou público externo, causadas por: exposição prolongada a concentrações perigosas de substâncias tóxicas; queimaduras profundas e generalizadas (1º grau); traumas severos; fatalidade(s) ou incapacidade permanente.

Com relação aos danos ao Meio Ambiente, foram adotados critérios de avaliação que permitem levar em consideração a intensidade do impacto e a capacidade de suporte do meio. A Tabela 44 apresenta os critérios adotados.

Para determinação da intensidade do impacto (baixa, média ou alta), foram avaliados o fluxo de carga poluidora (alto ou baixo) e o intervalo de tempo (pequeno ou grande) de duração do impacto. A categoria de gravidade foi então obtida através do cruzamento da intensidade do impacto com a capacidade de suporte do meio ambiente (alta, média ou baixa).

Como critério complementar para determinação da gravidade do impacto, foi também avaliado, quando aplicável, o tempo de limpeza e/ou recuperação da área atingida, segundo os critérios apresentados na Tabela 45. No caso de discordância entre esses dois critérios, a categoria final de gravidade do impacto correspondeu sempre àquela mais severa entre as duas.

Com a finalidade de balizar e tornar mais objetiva a análise, levando em consideração as particularidades da estrutura e do seu entorno, foram consideradas as seguintes referências para os critérios adotados:

- Fluxo de carga poluidora (Fcp)

Baixo - liberação de pequenas vazões de substâncias poluentes (rompimento de pequenos reservatórios, tubulações de pequeno diâmetro, etc.).

Alto - liberação de grandes vazões de substâncias poluentes (rompimentos de tanques, tubulações de grande diâmetro, etc.) ou pequenas vazões de substâncias altamente poluentes .

- Intervalo de tempo (It)

Baixo - intervalo de tempo menor que 5 minutos para emissões atmosféricas e menor que 30 minutos para lançamento de efluentes em corpos d'água.

Alto - intervalo de tempo maior que 5 minutos para emissões atmosféricas e maior que 30 minutos para lançamento de efluentes em corpos d'água.

- Intensidade do Impacto

A combinação do “fluxo de carga poluidora” com o “intervalo de tempo” determina a “intensidade do impacto”, a qual, combinada com a capacidade de suporte do meio, determina a categoria de gravidade relativa ao “impacto sobre o meio ambiente”.

- Capacidade de suporte do meio (Csm)

Alta - elevada resistência do meio à contaminação ou elevada capacidade de dispersão (ex.: solos pavimentados, no caso de liberação de poluentes para o solo; corpos d'água com grande fluxo e volume de água no caso de lançamento de efluentes em corpos d'água; chaminés com altura maior que 100 metros, no caso de emissões atmosféricas).

Média - moderada resistência do meio à contaminação ou moderada capacidade de dispersão (ex.: solos argilosos, no caso de liberação de poluentes para o solo).

Baixa - reduzida resistência do meio à contaminação ou reduzida capacidade de dispersão (ex.: solos arenosos, no caso de liberação de poluentes para o solo; águas paradas ou em pequeno volume, no caso de lançamento de efluentes em corpos d'água; emissões à altura menor que 20 metros, no caso de emissões atmosféricas).

Tabela 44: Categorias de Gravidade Considerando a Intensidade do Impacto e a Capacidade de Suporte do Meio Ambiente

Fluxo de carga poluidora	Intervalo de Tempo	Intensidade do Impacto	Capacidade de Suporte do Meio	Categoria	Denominação
Baixo	Pequeno	Baixa	Alta	I	Baixa
			Média	I	Baixa
			Baixa	II	Moderada
	Grande	Média	Alta	I	Baixa
			Média	II	Moderada
			Baixa	III	Séria
Alto	Pequeno	Média	Alta	I	Baixa
			Média	II	Moderada
			Baixa	III	Séria
	Grande	Alta	Alta	II	Moderada
			Média	III	Séria
			Baixa	IV	Crítica

Tabela 45: Categorias de gravidade considerando o tempo de limpeza e recuperação

Tempo de limpeza e/ou recuperação	Categoria	Denominação
Menor que 1 dia	I	Baixa
Maior que 1 dia e menor que 1 mês	II	Moderada
Maior que 1 mês e menor que 6 meses	III	Séria
Maior que 6 meses	IV	Crítica

6ª coluna: Classificação de risco

É a indicação qualitativa do nível de risco de cada cenário acidental identificado na análise, com base nas indicações anteriores das categorias de frequência e gravidade. A matriz utilizada para classificação de risco dos cenários acidentais encontra-se apresentada na Tabela 46 a seguir.

Tabela 46: Matriz para Classificação de Risco dos Cenários Acidentais

Categoria de gravidade \ Categoria de frequência	Categoria de gravidade			
	Baixa	Moderada	Séria	Crítica
Frequente	Sério	Sério	Crítico	Crítico
Pouco frequente	Moderado	Sério	Sério	Crítico
Provável	Moderado	Moderado	Sério	Sério
Pouco Provável	Baixo	Moderado	Moderado	Sério
Improvável	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado

7ª coluna: Observações / Recomendações

Esta coluna é usada para a inclusão das justificativas para as indicações das categorias de frequência e gravidade de cada cenário, como também para as observações relacionadas ao cenário acidental analisado e para o registro das recomendações de medidas mitigadoras de risco, visando a redução da frequência e/ou da gravidade de cada cenário.

8ª coluna: Número de referência do cenário acidental

Esta coluna contém um número para cada cenário acidental analisado, sendo preenchidas sequencialmente de modo a facilitar a referência e consulta a qualquer cenário de interesse.

11.1.2 RESULTADOS DA APP

A Análise Preliminar de Perigos referente à Mina N5 Sul, e à fase de implantação levou à identificação de 3 cenários acidentais, correspondendo a 5% do total de cenários. A distribuição destes cenários acidentais segundo a sua classificação de frequência, gravidade e risco encontra-se apresentada na Tabela 47.

Tabela 47: Distribuição dos cenários acidentais por categorias de frequência, gravidade e risco

Categoria de gravidade \ Categoria de frequência	Categoria de gravidade				TOTAL
	Baixa (I)	Moderada (II)	Séria (III)	Crítica (IV)	
Frequente (A)					
Pouco frequente (B)					
Provável (C)			1		1
Pouco Provável (D)	1	1			2
Improvável (E)					
TOTAL	1	1	1		3

Segundo a Tabela 47, a maior concentração de cenários acidentais identificados aconteceu entre aqueles considerados com frequência de ocorrência D (Pouco Provável) e C (Provável) e com gravidade de III (Séria), II (Moderada) e I (baixa).

Com relação à classificação de risco dos cenários acidentais, a Tabela 48 revela maior concentração entre aqueles de risco moderado.

Tabela 48: Distribuição dos cenários acidentais por categoria de risco

Risco baixo	Risco moderado	Risco sério	Risco crítico
1	2		

A Análise Preliminar de Perigos referente à Mina N5 Sul, e à operação de lavra propriamente dita levou à identificação de 5 cenários acidentais, correspondendo a 8,3% do total de cenários. A distribuição destes cenários acidentais segundo a sua classificação de frequência, gravidade e risco encontra-se apresentada na Tabela 49.

Tabela 49: Distribuição dos cenários acidentais por categorias de frequência, gravidade e risco

Categoria de frequência \ Categoria de gravidade	Categoria de gravidade				TOTAL
	Baixa (I)	Moderada (II)	Séria (III)	Crítica (IV)	
Freqüente (A)					
Pouco freqüente (B)					
Provável (C)		1	2		3
Pouco Provável (D)		1	1		2
Improvável (E)					
TOTAL		2	3		5

Segundo a Tabela 49, a maior concentração de cenários acidentais identificados aconteceram entre aqueles considerados com frequência de ocorrência C (Provável), com gravidade III (Séria).

Com relação à classificação de risco dos cenários acidentais, a Tabela 50 revela maior concentração entre aqueles de risco moderado.

Tabela 50: Distribuição dos cenários acidentais por categoria de risco

Risco baixo	Risco moderado	Risco sério	Risco crítico
	3	2	

A Análise Preliminar de Perigos referente à mina de N5 Sul, e à operação de máquinas em geral e equipamentos de transporte levou à identificação de 27 cenários acidentais, correspondendo a 45% do total de cenários. A distribuição destes cenários acidentais

segundo a sua classificação de frequência, gravidade e risco encontra-se apresentada na Tabela 51.

Tabela 51: Distribuição dos cenários acidentais por categorias de frequência, gravidade e risco

Categoria de Gravidade	Baixa (I)	Moderada (II)	Séria (III)	Crítica (IV)	TOTAL
Frequente (A)	2				2
Pouco frequente (B)		1	3		4
Provável (C)	1	8	1	1	11
Pouco Provável (D)	3	2	3	2	10
Improvável (E)					
TOTAL	6	11	7	3	27

Segundo a Tabela 51, a maior concentração de cenários acidentais identificados aconteceu entre aqueles considerados com frequência de ocorrência C (Provável) e com gravidade II (Moderada).

Com relação à classificação de risco dos cenários acidentais, a Tabela 52 revela maior concentração entre aqueles de risco moderado.

Tabela 52: Distribuição dos cenários acidentais por categoria de risco

Risco baixo	Risco moderado	Risco sério	Risco crítico
3	14	10	

A Análise Preliminar de Perigos referente à Mina de N5 Sul, e à operação de transporte de explosivos para as operações de escavação levou à identificação de 7 cenários acidentais, correspondendo a 11,7% do total de cenários.. A distribuição destes cenários acidentais segundo a sua classificação de frequência, gravidade e risco encontra-se apresentada na Tabela 53.

Tabela 53: Distribuição dos cenários acidentais por categorias de frequência, gravidade e risco

Categoria de gravidade	Baixa (I)	Moderada (II)	Séria (III)	Crítica (IV)	TOTAL
Frequente (A)					
Pouco freqüente (B)					
Provável (C)					
Pouco Provável (D)		3	1	3	7
Improvável (E)					
TOTAL		3	1	3	7

Segundo a Tabela 54, a totalidade de cenários acidentais identificados aconteceu entre aqueles com frequência de ocorrência D (Pouco Provável) mas com gravidade IV (Crítica).

Com relação à classificação de risco dos cenários acidentais, a Tabela 54 revela maior concentração entre aqueles de risco moderado.

Tabela 54: Distribuição dos cenários acidentais por categoria de risco

Risco baixo	Risco moderado	Risco sério	Risco crítico
	4	3	

A Análise Preliminar de Perigos referente à Mina de N5 Sul, e ao Comboio de Abastecimento de Combustível levou à identificação de 10 cenários acidentais, correspondendo a 16,7% do total de cenários. A distribuição destes cenários acidentais segundo a sua classificação de frequência, gravidade e risco encontra-se apresentada na Tabela 55.

Tabela 55: Distribuição dos cenários acidentais por categorias de frequência, gravidade e risco

Categoria de frequência \ Categoria de gravidade	Categoria de gravidade				TOTAL
	Baixa (I)	Moderada (II)	Séria (III)	Crítica (IV)	
Frequente (A)					
Pouco frequente (B)		1			1
Provável (C)		1	3		4
Pouco Provável (D)		1	4		5
Improvável (E)					
TOTAL		3	7		10

Segundo a Tabela 55, a maior concentração de cenários acidentais identificados aconteceu entre aqueles considerados com frequência de ocorrência D (Pouco Provável) e com gravidades III (Séria).

Com relação à classificação de risco dos cenários acidentais, a Tabela 56 revela maior concentração entre aqueles de risco moderado.

Tabela 56: Distribuição dos cenários acidentais por categoria de risco

Risco baixo	Risco moderado	Risco sério	Risco crítico
	6	4	

A Análise Preliminar de Perigos referente à Mina de N5 Sul, e à mecânica de campo levou à identificação de 8 cenários acidentais, correspondendo a 13,3% do total de cenários. A distribuição destes cenários acidentais segundo a sua classificação de frequência, gravidade e risco encontra-se apresentada na Tabela 57.

Tabela 57: Distribuição dos cenários acidentais por categorias de frequência, gravidade e risco

Categoria de Gravidade Categoria de frequência	Baixa (I)	Moderada (II)	Séria (III)	Crítica (IV)	TOTAL
Frequente (A)	2				2
Pouco frequente (B)		2	3		5
Provável (C)	1	11	7	1	20
Pouco Provável (D)	4	11	13	5	33
Improvável (E)					
TOTAL	7	24	23	6	60

Segundo a Tabela 57, a maior concentração de cenários acidentais identificados aconteceu entre aqueles considerados com frequência de ocorrência D (Pouco Provável) e com gravidades quase divididas igualmente entre Moderada (II) - 40% e Séria (III) - 38,3%.

Com relação à classificação de risco dos cenários acidentais, a Tabela 58 revela a maior concentração da categoria moderado – 60%, entre os cenários de risco analisados.

Tabela 58: Distribuição dos cenários acidentais por categoria de risco

Risco baixo	Risco moderado	Risco sério	Risco crítico
4	36	20	

11.1.3 RECOMENDAÇÕES

Durante a realização da Análise Preliminar de Perigos realizada pela Vale/DNV (2007) para o Complexo Minerador de Ferro Carajás, 9 recomendações de medidas de controle de riscos foram propostas que se aplicam aos processos e tarefas associados à Mina N5 Sul, considerando-se as constatações efetuadas em instalações similares que estavam em operação durante a elaboração da citada APP.

Estas recomendações têm como objetivo prevenir as conseqüências dos eventos acidentais postulados. A seguir, descrevem-se as recomendações aplicáveis à Mina N5 Sul previstas na APP do Complexo Minerador, tendo sido selecionadas para este capítulo aquelas de caráter preventivo, de acordo com os cenários acidentais apresentados nas planilhas de APP anexas.

Registra-se que, de uma maneira geral, as medidas recomendadas de cumprimento da legislação aplicável, das normas técnicas e dos procedimentos operacionais da Vale são

pré-requisitos indispensáveis porém nem sempre suficientes para o controle de riscos do empreendimento.

■ OBRAS DA FASE DE IMPLANTAÇÃO (Canteiro de Obras/Frente de Trabalho)

Não houve recomendações de caráter preventivo para essa estrutura no trabalho realizado pela Vale/DNV em 2007, embora a Vale tenha uma série de procedimentos aplicáveis cujo cumprimento é condição exigida pela empresa através de auditorias internas.

■ OPERAÇÃO DA MINA DE MINÉRIO DE FERRO

R1) Implementar procedimento para monitoramento sistemático e periódico dos maciços de escavação. (Risco Sério) (p.ex. evitar crista negativa, bancada mais alta que as de projeto).

R2) Implementar procedimento para inspeção e manutenção sistemáticas e periódicas dos sistemas de drenagem. (Risco Sério).

R3) Implementar prontamente ações corretivas quando detectadae evidências de instabilidade de taludes (Risco sério).

R04) Implementar programa de manutenção preventiva do sistema de drenagem e bombas (Risco Moderado).

■ LAVRA DE MINÉRIO DE FERRO – OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Não há recomendações de caráter preventivo para essa atividade que foi abordada no trabalho realizado pela Vale/DNV em 2007 embora a Vale tenha uma série de procedimentos aplicáveis cujo cumprimento é condição exigida pela empresa através de auditorias internas.

■ TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS

Não há recomendações de caráter preventivo para essa atividade que não foi abordada no trabalho realizado pela Vale/DNV em 2007, embora a Vale tenha uma série de procedimentos aplicáveis cujo cumprimento é condição exigida pela empresa através de auditorias internas.

■ COMBOIO DE ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEL

R05) Estabelecer procedimento para o ponto de reposição das peças sobressalentes.para o comboio. (Risco Sério)

R 06) Disponibilizar EPI antichama (calça e blusa) para os abastecedores/lubrificadores. (Risco Sério)

R 07) Implementar procedimento para inspeção e validação do selo de autorização de tráfego e abastecimento dos comboios. (Risco Moderado)

R 08) Implementar procedimento para inspeção e manutenção da pista de rolamento. (Risco Moderado)

- MECÂNICA DE CAMPO

R 09) Cumprir os procedimentos Vale.

11.1.4 CONCLUSÕES DA APP DO COMPLEXO ADAPTADA À MINA N5 SUL

A aplicação da técnica qualitativa de Análise Preliminar de Perigos (APP) teve como objetivo identificar os cenários acidentais que têm potencial de ocorrência associados à implantação e operação da mina N5 Sul. Esses cenários irão subsidiar a próxima revisão/atualização do “Plano de Prevenção e Controle de Emergências” elaborado pela Vale/Det Norske Veritas (2007) para o conjunto das instalações do Complexo Minerador de Ferro Carajás.

A partir dos resultados encontrados nas planilhas de APP anexas, verifica-se que a maioria dos perigos identificados geram efeitos sobre a segurança ou a integridade física das pessoas (61,7%), e sobre o meio ambiente cabe a parcela restante dos efeitos identificados (38,33%).

A distribuição dos cenários acidentais segundo a sua classificação de frequência, gravidade e risco encontra-se apresentada na Tabela 59.

Tabela 59: Distribuição dos cenários acidentais por categorias de frequência, gravidade e risco

Categoria de frequência \ Categoria de gravidade	Categoria de gravidade				TOTAL
	Baixa (I)	Moderada (II)	Séria (III)	Crítica (IV)	
Freqüente (A)	2				2
Pouco freqüente (B)		2	3		5
Provável (C)	1	11	7	1	20
Pouco Provável (D)	4	11	13	5	33
Improvável (E)					
TOTAL	7	24	23	6	60

Com relação à classificação de risco dos cenários acidentais do empreendimento, a Tabela 60 revela maior concentração entre aqueles de risco moderado (61,7%), seguido dos cenários de risco sérios (31,7%).

Tabela 60: Distribuição dos cenários acidentais por categoria de risco

Risco baixo	Risco moderado	Risco sério	Risco crítico
4	37	19	

Tabela 61: Planilhas contendo a Análise Preliminar de Perigos (APP)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL							
Sistema/Instalação: Obras na Fase de Implantação (Supressão Vegetal, Terraplanagem, Canteiro de Obras/Frentes de Trabalho)							Data: 04/12/2009
Equipe: José Soares de Melo (Vale), Wiildma Ribeiro (Vale), Francisco Godoy (Vale), Antonio Carlos R. Andrade (Vale), Kleber Roberto Ferreira (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações/Recomendações	Cenário
Acidente com vítima	Ataque de animais silvestres/peçonhentos Queda de árvore/galhos Contato com superfície cortante/perfurante Colisão entre veículos Atropelamento de pessoas Tombamento de equipamentos Intoxicação biológica do trabalhador Queda de materiais/objetos Projeção de partículas, fragmentos, faíscas, fagulhas Contato com superfície energizada Exposição a produtos químicos Queda de pessoa com diferença de nível	<u>Efeito sobre a segurança</u> Lesões às pessoas presentes no local	C	III	S	O 01) Os animais serão afugentados antes das obras, durante a supressão de vegetação.	01

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL							
Sistema/Instalação: Obras na Fase de Implantação (Supressão Vegetal, Terraplanagem, Canteiro de Obras/Frente de Trabalho)							Data: 04/12/2009
Equipe: José Soares de Melo (Vale), Wiildma Ribeiro (Vale), Francisco Godoy (Vale), Antonio Carlos R. Andrade (Vale), Kleber Roberto Ferreira (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Vazamento de óleo lubrificantes/ combustíveis	Manutenção deficiente Sistema de contenção inadequado	<u>Efeito sobre a segurança</u> Lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pelo incêndio/explosão)	D	I	B		02
	Manuseio indevido Abastecimento irregular Falha no transporte Descumprimento do procedimento	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> Contaminação do solo fcp: Baixo it: Pequeno ii:Baixa csm:Média tlr: Maior que 1 dia e menor que 1 mês	D	II	M		03

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Lavra de Minério de Ferro - Operação							Data: 04/12/2009
Equipe: Zildomar Aranha de Carvalho (Vale), Renata Bentes Bezerra (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Antonio de Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações/Recomendações	Cenário
Deslizamento de talude/soterramento	Abalos sísmicos (detonações)	<u>Efeito sobre a segurança</u> Lesões às pessoas presentes no local	C	III	S	R01) Implementar procedimento para monitoramento sistemático e periódico dos maciços. (p.ex. evitar crista negativa, bancada alta)	04
	Ângulo do talude inadequado/Crista negativa						
	Condições climáticas adversas (chuvas intensas)						
	Condições geológicas adversas: Falta de manutenção das bancadas						
	Falta de monitoramento do maciço						
	Falta de manutenção no sistema de drenagem						
Instabilidade do maciço							
Presença de água no maciço	R03) Implementar prontamente ações corretivas quando detectadas evidências de instabilidade de taludes.						
Inundação da cava	Ausência de sistema de drenagem	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u>	D	II	M	R04) Implementar programa de manutenção preventiva do sistema de drenagem e	05

	<p>Colapso do sistema de bombeamento do aquífero</p> <p>Condições meteorológicas adversas (excesso de chuvas) Drenagem obstruída</p> <p>Entupimento de galerias</p> <p>Sistema de drenagem insuficiente</p>	<p>- Degradação da qualidade da água (rios, lagoas, mananciais)</p> <p>fcp: Baixo</p> <p>it:Pe quen o ii: Baix a</p> <p>csm: Alta</p> <p>tlr: Maior que 1 dia e menor que 1 mês</p>				<p>bombas.</p> <p>O 02) Em períodos chuvosos os cuidados devem ser redobrados nas áreas sujeitas a inundações, principalmente no final das cavas das minas.</p>	
--	---	---	--	--	--	---	--

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Lavra de Minério de Ferro - Operação							Data: 04/12/2009
Equipe: Zildomar Aranha de Carvalho (Vale), Renata Bentes Bezerra (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Antonio de Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Ultra lançamentos durante detonação de explosivos	Condições geológicas adversas Erro de operação nos fogos Excessos de explosivos por furo Falha do planejamento do plano de fogo Erro humano	<u>Efeito sobre a segurança</u> Danos materiais e/ou Lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pela detonação)	D	III	M		06
Incêndio em equipamento	Vazamento de óleo em superfícies quentes- Flash na roda motorizada nos Caminhões eletro diesel Descumprimento do procedimento (uso indevido do freio de serviço) Falha mecânica	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> Alteração da qualidade do ar pela fumaça gerada pelo incêndio fcp: Baixo it: Pequeno ii: Baixa csm: Alta tlr: Maior que 1 dia e menor que 1 mês	C	II	M		07

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Lavra de Minério de Ferro - Operação							Data: 04/12/2009
Equipe: Zildomar Aranha de Carvalho (Vale), Renata Bentes Bezerra (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Antonio de Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Acidente com vítima	Contato com superfície energizada Ataque de animais silvestres/ peçonhentos Incêndio em equipamento Rompimento de correia transportadora inundação da cava	<u>Efeito sobre a segurança</u> Lesões às pessoas presentes no local	C	III	S		08

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Transporte de Explosivos							Data: 04/12/2009
Equipe: David da Costa Moraes (Vale), Ana Carolina Pupo (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
	Falha humana Eletricidade estática	<u>Efeito sobre a segurança</u> Lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pelo incêndio)	D	IV	S		09
		<u>Efeito sobre a segurança</u> Lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pela explosão)	D	IV	S		10
		<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> Alteração da qualidade do ar causados pela geração da fumaça do incêndio fcp: Baixo it: Pequeno ii: Baixa csm: Alta tlr: Menor que 1 dia	D	III	M		11

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Transporte de Explosivos							Data: 04/12/2009
Equipe: David da Costa Moraes (Vale), Ana Carolina Pupo (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Acidente rodoviário com o caminhão de explosivos (UMB - Unidade Móvel de Bombeamento)	Colisão com comboio	<u>Efeito sobre a segurança</u> Lesões às pessoas presentes no local	D	IV	S	O 03) Capacidade do caminhão de explosivos: 12 toneladas de nitrato de amônio e 1400 kg de óleo queimado	12
	Falha humana	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u>					
	Falha Mecânica	Alteração da qualidade do ar fcp: Baixo					
	Condições meteorológicas adversas (nevoeiros, chuvas, etc)	it: Pequeno ii: Baixa csm: Média	D	II	M		13
	Pista escorregadia	tlr: Maior que 1 dia e menor que 1 mês					
	Tombamento	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> Contaminação do solo fcp: Baixo	D	II	M		14

		it: Pequeno ii: Baixa csm: Média tlr: Maior que 1 dia e menor que 1 mês					
		<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> Alteração da qualidade da água (rios, lagoas, mananciais) fcp: Baixo it: Grande ii: Média csm: Média tlr: Maior que 1 dia e menor que 1 mês	D	II	M		15

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos

Data:
04/12/2009

Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)

Revisão: 02

Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Atropelamento de pessoas ou esmagamento de veículos leves Perfuratrizes Escavadeiras Hidráulicas Carregadeira de pneus Caminhões Fora de Estrada Tratores de Esteiras Tratores de Pneus Motoniveladoras Caminhões Pipa (leve + pesados) Carreta (Cavalo Mecânico + prancha - Hércules) Veículos leves Caminhão Munck/Broock Caminhões/Carretas rodoviárias Unidade Móvel de Bombeamento (UMB) - caminhão de explosivos Retroescavadeira	Área reduzida com intensa movimentação de veículos Ausência de dispositivos de Identificação da pista em condições de visibilidade reduzida Ausência de dispositivos que monitore os pontos cegos nos veículos (câmeras) Excesso de velocidade Existência de pontos cegos nos equipamentos Falha humana Falha mecânica do equipamento Falta de sinalização (de trânsito) Em pontos estratégicos Falta de sinalização sonora e visual (veículos e equipamentos) Imprudência do pedestre/operador Operador com visibilidade reduzida (sol, chuva, névoa,	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local	C	IV	S		16

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Rompedores Tire Handler Empilhadeiras Guindastes	poeira, obstáculos, etc) Presença de pessoas não autorizadas na área Realização de manobras indevidas/ incorretas Condições inadequadas de pistas e praças Descumprimento do procedimento						

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Colisão/Abalroamento de equipamentos	Acessos estreitos	<u>Efeito sobre a segurança</u>					
Perfuratrizes	Área reduzida com intensa movimentação de veículos	Lesões às pessoas presentes no local	B	III	S		17
Escavadeiras Hidráulicas	Ausência de dispositivos de identificação da pista em	(traumas físicos causados pelo incêndio)					
Carregadeira de pneus	Condições de visibilidade reduzida	<u>Efeito sobre a segurança</u>					
Caminhões Fora de Estrada	Ausência de dispositivos que monitore os pontos cegos nos veículos (câmeras)	Lesões às pessoas presentes no local	D	III	M		18
Tratores de Esteiras	Excesso de velocidade	(traumas físicos causados pela explosão)					
Tratores de Pneus	Existência de pontos cegos nos equipamentos ou pistas e praças	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u>					
Motoniveladoras	Falha humana	Alteração da qualidade do ar pela fumaça gerada pelo incêndio	C	II	M		19
Caminhões Pipa (leve + pesados)	Falha mecânica do equipamento	fcp: Baixo					
Carreta (Cavalo Mecânico + prancha - Hércules)	Falta de manutenção dos	it: Pequeno ii: Baixa					
Veículos leves							

Caminhão Munck/Broock	veículos Falta de manutenção nas pistas e praças	csm: Alta tlr: Menor que 1 dia					
Caminhões/Carretas rodoviárias	Falta de sinalização (de trânsito) em pontos estratégicos						
Unidade Móvel de							
Bombeamento (UMB) - caminhão de explosivos	Falta de sinalização sonora e visual (veículos e equipamentos)						
Retroescavadeira	Imprudência do motorista/pedestre						
Rompedores							
Tire Handler	Não cumprir procedimento						
Empilhadeiras							
Guindastes							

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Acidente com o transporte de cargas perigosas	Acessos estreitos	<u>Efeito sobre a segurança</u>					
	Área reduzida com intensa movimentação de veículos	Lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pela explosão)	D	IV	S		20
Unidade Móvel de Bombeamento (UMB) caminhão de explosivos	Ausência de dispositivos de identificação da pista em Condições de visibilidade reduzida	<u>Efeito sobre a segurança</u>					
	Ausência de dispositivos que monitore os pontos cegos nos veículos (câmeras)	Lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pelo incêndio)	D	IV	S		21
Comboio de Abastecimento	Excesso de velocidade	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u>					
	Existência de pontos cegos nos equipamentos ou pistas e praças	Alteração da qualidade do ar fcf: Baixo	D	I	B		22
	Falha humana Falha mecânica do equipamento Falta de manutenção dos	it: Pequeno ii: Baixa csm: Alta					

	veículos Falta de manutenção nas pistas e praças Falta de sinalização (de trânsito) em pontos estratégicos Falta de sinalização sonora e visual (veículos e equipamentos) Imprudência do motorista/pedestre Descumprimento do procedimento	tlr: Menor que 1 dia					
--	---	----------------------	--	--	--	--	--

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Tombamento de equipamentos	Acessos estreitos	<u>Efeito sobre a segurança</u>	C	III	S		23
Perfuratrizes	Excesso de velocidade	Lesões às pessoas presentes no local					
Escavadeiras Hidráulicas	Excesso de carga	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u>	C	II	M		24
Carregadeira de pneus	Posicionamento inadequado de carga	Contaminação do Solo fcp: Baixo					
Caminhões Fora de Estrada	Condições da área para o patolamento	it: Pequeno ii: Baixa					
Tratores de Esteiras	Falha humana	csm: Alta					
Tratores de Pneus	Falha mecânica do equipamento	tlr: Maior que 1 dia e menor que 1 mês					
Motoniveladoras	Falta de manutenção dos veículos	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u>	C	II	M		25
Caminhões Pipa (leve + pesados)	Falta de manutenção nas pistas e praças	Alteração da qualidade do ar pela fumaça gerada pelo incêndio					
Carreta (Cavalo Mecânico + prancha - Hércules)	Falta de sinalização (de trânsito)	fcp: Baixo					
Veículos leves	Em pontos estratégicos	it: Pequeno ii: Baixa csm: Alta					
Caminhão Munck/Broock	Imprudência do motorista; pedestre	tlr: Maior que 1 dia e menor que 1 mês					
Caminhões/Carretas rodoviárias	Operador com visibilidade reduzida (sol, chuva, névoa, poeira, operações noturnas etc)	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u>	C	II	M		26
Unidade Móvel de Bombeamento (UMB) - caminhão de explosivos	Pistas escorregadias	Alteração da qualidade da água (rios, lagoas,					
Retroescavadeira	Realização de manobras indevidas/incorretas						
Rompedores							
Tire Handler							

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Empilhadeiras Guindastes	Deslizamento da pilha de estéril/minério Descumprimento do procedimento Ausência de leiras de proteção (praças e pistas) Curvas fechadas Deslizamento de talude/crista	mananciais) fcp: Alto it: Pequeno ii: Média csm: Média tlr: Maior que 1 dia e menor que 1 mês					

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Incêndio no equipamento: - Perfuratrizes - Escavadeiras - Pás Mecânicas - Caminhões Fora de Estrada - Tratores de Esteiras - Tratores de Pneus - Motoniveladoras - Caminhões Pipa (leve + pesados) - Carreta (Cavalo Mecânico + prancha - Hércules) - Veículos leves - Caminhão Munck/Broock - Caminhões/Carretas rodoviárias - Unidade Móvel de Bombeamento (UMB) - caminhão de explosivos - Retroescavadeiras - Rompedores	- Falha mecânica/elétrica do equipamento - Falta de manutenção dos veículos - Colisão com outros equipamentos - Contato com superfícies energizadas (linhas elétricas aéreas) - Curto circuito - Falta de manutenção - Realização de trabalhos a quente - Superaquecimento - Presença de fontes de ignição (cigarros, isqueiros, fósforos, etc.) - Vazamentos de substâncias inflamáveis (p.ex. óleo hidráulico, óleo diesel, hidrogênio de baterias, etc.) - Descargas atmosféricas	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local	A	I	S		27
		<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> - Alteração da qualidade do ar pela fumaça gerada pelo incêndio fcp: Baixo it: Pequeno ii: Baixa csm: Alta tlr: Maior que 1 dia e menor que 1 mês	A	I	S		28

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Queda de carga durante movimentação, carregamento, içamento ou transporte Perfuratrizes Escavadeiras Pás Mecânicas Caminhões Fora de Estrada Carreta (Cavalo Mecânico + prancha - Hercules) Veículos leves Caminhão Munck/Broock Caminhões/carretas rodoviárias Unidade Móvel de Bombeamento (UMB) - caminhão de explosivos Retro escavadeiras	Falha mecânica do equipamento (abertura indevida da caçamba, ruptura de cabos, etc) Realização de manobras indevidas/incorrectas Falta de manutenção nas pistas (presença de irregularidades) Carregamento excessivo da unidade de transporte	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local	B	II	S		29

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Contato em superfície energizada - Caminhões Pipa (leve + pesados) - Escavadeiras - Caminhões Fora de Estrada - Comboio de abastecimento - Perfuretriz - Pá carregadeira	- Cabo elétrico desprotegido (superfície/subterrâneo) - Erro de operação - Falha no aterramento do equipamento - Falta de sinalização de advertência - Presença de cabo danificado energizado exposto - Presença de linhas aéreas - Transformadores dos equipamentos/área desprotegidos - Colisão de equipamentos com redes elétricas/cabos	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local	B	III	S		30

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Ruptura violenta/estouro de pneu - Pás Mecânicas - Caminhões Fora de Estrada - Tratores de Pneus - Motoniveladoras - Caminhões Pipa (leve + pesados) - Carreta (Cavalo Mecânico + prancha - Hércules) - Veículos leves - Caminhão Munck/Broock - Caminhões/Carretas rodoviárias - Unidade Móvel de Bombeamento (UMB) - caminhão de explosivos - Retroescavadeiras - Rompedores - Veículos leves	- Pressão inadequada - Excesso de carga - Falta de manutenção nas estradas - Falta de inspeção/manutenção dos pneus - Deslocamento do equipamento incompatível com a durabilidade do pneu - Montagem incorreta - Presença de material duro/cortante nas pistas e praças	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local	C	II	M		31

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos **Data:**
04/12/2009

Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV) **Revisão: 02**

Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Queda do equipamento da bancada/deposito de estéril e de minério - Perfuratrizes - Escavadeiras - Pás Mecânicas - Caminhões Fora de Estrada - Tratores de Esteiras - Tratores de Pneus - Motoniveladoras - Caminhões Pipa (leve + pesados) - Carreta (Cavalo Mecânico + prancha - Hércules)	- Praças e pistas inadequadas - Ausência de banquetas de proteção - Bancadas escorregadias - Excesso de velocidade - Falha humana - Falha mecânica do equipamento - Falta de manutenção dos veículos - Falta de manutenção nas praças - Falta de sinalização - Imprudência motorista/pedestre - Instabilidade do talude/deposito de estéril/minério - Falta de super elevação nas curvas - Operador com visibilidade reduzida (sol, chuva, névoa, poeira, etc) - Praças de manobras	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local	C	II	M		32

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
	estretas - Realização de manobras indevidas/ incorretas - Ausência de leiras de proteção (praças e pistas) - Curvas fechadas - Excesso de carga - Deslizamento de talude/crista negativa - Condições geológicas adversas						

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Queda de material sobre o pessoas/equipamentos durante movimentação/transporte e carregamento - Caminhões Fora de Estrada - Caminhões/Carretas rodoviárias	- Falha humana (realização de manobra de carregamento incorreta) - Falha mecânica (rompimento de cabo, abertura da caçamba, etc) - Ultra lançamento - Rompimento do talude	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local	D	III	M		33
Quebra e queda da haste da perfuratriz sobre a cabine de comando - Perfuratrizes	- Falha humana - Falha mecânica - Fadiga do material - Descumprimento do procedimento	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local	C	II	M		34
Queda da caçamba da escavadeira/carregadeira - Escavadeiras	- Falha humana - Falha mecânica - Fadiga do material - Falta de energia	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local	D	II	M		35

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Soterramento - Perfuratrizes - Escavadeiras - Pás Mecânicas - Caminhões Fora de Estrada - Tratores de Esteiras - Tratores de Pneus - Motoniveladoras - Caminhões Pipa (leve + pesados) - Carreta (Cavalo Mecânico + prancha - Hércules) - Veículos leves - Caminhão Munck/Broock - Caminhões/Carretas rodoviárias - Unidade Móvel de Bombeamento (UMB) - caminhão de explosivos - Retroescavadeiras - Rompedores	- Deslizamento de bancadas superiores - Queda da crista do banco - Descumprimento do procedimento operacional	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local	D	III	M		36

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Vazamento de fluidos a alta pressão - Perfuratrizes - Escavadeiras - Pás Mecânicas - Caminhões Fora de Estrada - Tratores de Esteiras - Tratores de Pneus - Motoniveladoras - Caminhões Pipa (leve + pesados) - Carreta (Cavalo Mecânico + prancha - Hércules) - Veículos leves - Caminhão Munck/Broock - Caminhões/Carretas rodoviárias - Unidade Móvel de Bombeamento (UMB) - caminhão de explosivos - Retroescavadeiras - Rompedores	- Falha mecânica - Fadiga do material - Falha humana - Choque mecânico (queda de material)	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local	B	III	S		37
		<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pelo incêndio)	D	II	M		38
		<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> - Contaminação do solo fcp: Baixo it: Pequeno ii: Baixa csm: Alta tlr: Não especificado	C	I	M		39
		<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> - Alteração da qualidade do ar fcp: Baixo it: Pequeno ii: Baixa csm: Alta tlr: Maior que 1 dia e menor que 1 mês	C	II	M		40

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Equipamento em área inundada - Escavadeiras	- Entupimento da galeria - Falha do sistema de drenagem - Ausência de sistema de drenagem - Falha do sistema de locomoção do equipamento - Aumento do nível de incidência pluviométrica	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local e danos ao equipamento	D	I	B		41

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mina de Minério de Ferro - Equipamentos							Data: 04/12/2009
Equipe: Raimundo Araújo Filho (Vale), Francisco Godoy (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Equipamento em área inundada - Escavadeiras	- Entupimento da galeria - Falha do sistema de drenagem - Ausência de sistema de drenagem - Falha do sistema de locomoção do equipamento - Aumento do nível de incidência pluviométrica	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local e danos ao equipamento	D	I	B		42

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Comboio de Abastecimento de Combustível							Data: 04/12/2009
Equipe: Clemilton Vieira Silva (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Incêndio/explosão	<ul style="list-style-type: none"> - Aterramento deficiente ou inexistente - Falta de sinalização de segurança (presença de pessoas fumando nas proximidades) - Realização de trabalhos a quente nas proximidades - Utilização de ferramentas de desgaste nas proximidades - Descargas atmosféricas - Curto circuito nas instalações elétricas do comboio 	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Acidente pessoal ou im pessoal	D	III	M		43
		<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> - Alteração da qualidade do ar pela fumaça gerada pelo incêndio do óleo diesel fcp: Baixo it: Pequeno ii: Baixa csm: Alta tlr: Menor que 1 dia	D	III	M		44

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Comboio de Abastecimento de Combustível							Data: 04/12/2009
Equipe: Clemilton Vieira Silva (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Vazamento de produtos perigosos classe 1 (líquidos inflamáveis) - óleo diesel - óleo lubrificante	- Erro de operação - Furo da mangueira da unidade de abastecimento ou problemas na bomba de abastecimento (selo mecânico) - Furo em tubulação - Furo no tanque (diesel/lubrificante) - Transbordamento de tanque - Vazamento em válvulas, flanges e conexões do sistema/caminhão comboio - Vazamento pelo medidor de nível do tanque do comboio, reservatório do filtro de diesel - Ruptura das mangueira da unidade de abastecimento (diesel/lubrificante) - Colisão durante a realização de manobras na	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Acidente impessoal ou pessoal	B	II	S	O 04) A faixa de capacidade volumétrica do comboio misto (óleo diesel e óleo lubrificante) é de 5000, 7500 até 10000 litros. Somente óleo diesel de 19000 e 20000 litros. R 05) Estabelecer procedimento para ponto de reposição das peças sobressalentes para comboio. R 06) Disponibilizar EPI anti chama (calça blusa) para os abastecedores/lubrificadores.	45
		<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> - Contaminação do solo fcp: Baixo it: Pequeno ii: Baixa csm: Alta tlr: Não especificado	C	III	S		46

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Comboio de Abastecimento de Combustível							Data: 04/12/2009
Equipe: Clemilton Vieira Silva (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
	oficina	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> - Alteração da qualidade do ar pela fumaça gerada pelo incêndio fcp: Baixo it: Pequeno ii: Baixa csm: Alta tlr: Não especificado	C	II	M	R 07) Implementar procedimento para inspeção e validação do selo de autorização de tráfego e abastecimento dos combios.	47

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Comboio de Abastecimento de Combustível

Data:
04/12/2009

Equipe: Clemliton Vieira Silva (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)

Revisão: 02

Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Acidente com o transporte rodoviário de produtos perigosos classe 1 (líquidos inflamáveis) - comboio	- Manutenção precária das estradas	<u>Efeitos sobre segurança</u> - Acidente pessoal ou impessoal	D	III	M	R 08) Implementar procedimento para inspeção e manutenção da pista de rolamento.	48
	- Falha Mecânica do comboio - Sinalização precária das estradas - Fatores humanos (dormir ao volante, ingerir bebida alcoólica, fadiga, intoxicação, inexperiência)	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> - Alteração da qualidade do ar pela fumaça gerada no incêndio fcp: Alto it: Pequeno ii: Média csm: Baixa tlr: Menor que 1 dia	D	II	M		49
	- Imprudência do pedestre/motorista - Excesso de velocidade - Realizar ultrapassagem insegura	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> - Contaminação do solo fcp: Baixo it: Grande	D	III	M		50

	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de atenção do motorista - Reflexos limitados do motorista - Não dirigir defensivamente - Não manter distância de segurança do outro veículo - Condições meteorológicas adversas (sol, chuva, neblina, névoa) - Inexistência, ou precariedade das leis de trânsito - Estrada sinuosa - Colisão com animais silvestres 	<p>ii: Média csm: Alta</p> <p>t1r: Maior que 1 dia e menor que 1 mês</p>					
--	---	--	--	--	--	--	--

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Comboio de Abastecimento de Combustível							Data: 04/12/2009
Equipe: Clemilton Vieira Silva (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Acidente com vítima	- Atropelamento de pessoas	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Acidente pessoal ou impessoal	C	III	S		51

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mecânica de Campo	Data: 04/12/2009
Equipe: Clemilton Vieira Silva (Vale), Herivelton Moura da Cruz (Vale), Ana Paula S. de Lima (Vale), Geraldo Sanches Pinto (Vale), Pedro Araújo (Vale), Lúcio Estácio dos Santos (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)	Revisão: 02

Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Acidente com vítima	<ul style="list-style-type: none"> - Colisão de carga contra pessoas - Atropelamento de pessoas - Colisão de equipamentos/veículos - Contato com superfície energizada - Queda de pessoa com diferença de nível - Queda de materiais/objetos - Contato com equipamento rotativo/ movimento - Falha no sistema pressurizado 	<p align="center"><u>Efeito sobre a segurança</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Lesões às pessoas presentes no local 	C	III	S	R 09) Cumprir os procedimentos Vale.	52

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mecânica de Campo							Data: 04/12/2009
Equipe: Clemliton Vieira Silva (Vale), Herivelton Moura da Cruz (Vale), Ana Paula S. de Lima (Vale), Geraldo Sanches Pinto (Vale), Pedro Araújo (Vale), Lúcio Estácio dos Santos (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Vazamento de produtos perigosos classe 1 (gases) - Oxigênio - Acetileno - Nitrogênio (líquido e gás) - Argônio - GLP	- Choque mecânico (impacto externo, queda, passagem de veículos sobre as mangueiras e cabos de solda)	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Acidente pessoal (p.ex. queimadura)	C	II	M	O 05) Seguir os PRO's da área.	53
	- Furo na tubulação - Furo nas mangueiras flexíveis - Furo no cilindro	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Acidente pessoal ou impessoal (p.ex. explosão)	D	III	M	O 06) Transportar o conjunto de oxicorte adequadamente. R 14) Cumprir os procedimentos.	54
	- Purga do tanque de estocagem - Quebra de válvula do cilindro - Ruptura da tubulação	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pelo incêndio)	D	III	M		55
	- Ruptura das mangueiras flexíveis - Vazamento em válvulas e conexões dos instrumentos/ cilindro - Falta de válvula corta chama - Manuseio inadequado de cilindros e equipamentos	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> - Alteração da qualidade do ar fcp: Alto it: Pequeno ii: Média csm: Alta tlr: Maior que 1 dia e menor que 1 mês	D	II	M		56

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mecânica de Campo							Data: 04/12/2009
Equipe: Clemliton Vieira Silva (Vale), Herivelton Moura da Cruz (Vale), Ana Paula S. de Lima (Vale), Geraldo Sanches Pinto (Vale), Pedro Araújo (Vale), Lúcio Estácio dos Santos (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNV)							Revisão: 02
Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
	de corte - Não utilização de capacete nas válvulas dos cilindros - Não despressurizar o equipamento apos o termino do trabalho - Transporte inadequado do conjunto oxicorte						

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

Análise Preliminar de Perigos (APP) – MINA N5 SUL

Sistema/Instalação: Mecânica de Campo

**Data:
04/12/2009**

Equipe: Clemliton Vieira Silva (Vale), Herivelton Moura da Cruz (Vale), Ana Paula S. de Lima (Vale), Geraldo Sanches Pinto (Vale), Pedro Araújo (Vale), Lúcio Estácio dos Santos (Vale), Rodrigo Terra (Vale), Fernando Oliveira (DNU)

Revisão: 02

Perigo	Causas	Efeitos	Freq.	Grav.	Risco	Observações / Recomendações	Cenário
Incêndio/explosão de cilindro pressurizado	- Decomposição do acetileno devido às seguintes situações: . Vazamento na válvula ou regulador com fogo	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local causados pelo incêndio	D	III	M		57
	. Cilindro engoliu fogo (retrocesso de chama) . Queda do cilindro ou forte golpe no mesmo	<u>Efeito sobre a segurança</u> - Lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pelos efeitos da explosão)	D	III	M		58
	. Cilindro próximo ao fogo . Cilindro dentro do fogo - Retrocesso de chama nos maçaricos (momentâneo, sustentado ou total) - A velocidade de saída dos gases fica menor que a saída de combustão	<u>Impacto sobre o meio ambiente</u> - Alteração da qualidade do ar pela fumaça gerada pelo incêndio fcp: Baixo it: Grande ii: Média csm: Alta	D	II	M		59

	<ul style="list-style-type: none"> - Contato do oxigênio com óleo ou graxa - Quebra da válvula do cilindro pressurizado 	tlr: Maior que 1 dia e menor que 1 mês					
Incêndio predial	<ul style="list-style-type: none"> - Curto circuito - Presença de fontes de ignição e material inflamável/combustível - Descargas Atmosféricas 	<u>Efeito sobre a segurança</u> <ul style="list-style-type: none"> - Lesões as pessoas presentes no local 	D	II	M		60

Fonte: modificado de Vale/Det Norske Veritas (2007)

12. CONCLUSÕES

As informações levantadas para avaliar os impactos decorrentes da implantação Mina N5 Sul permitiram a identificação das seguintes conclusões:

- a) O desenvolvimento dessa Mina representa, prioritariamente, apenas o avanço de lavra do Corpo N5 e o uso das estruturas existentes para processamento do minério, estocagem do estéril, armazenamento do rejeito, e oficinas, sistemas de controle, entre outras;
- b) A exceção do perímetro destinado ao desenvolvimento da Mina N5 Sul, todas as demais estruturas vinculadas ao Projeto encontram-se inseridas na Área Diretamente Afetada já definida e licenciada pelo IBAMA em estudos anteriores;
- c) É importante ressaltar que as estruturas existentes a serem utilizadas **não** terão seu uso intensificado, visto que a operação da Mina N5 Sul não constituirá, em primeira instância, em aumento da produção atualmente autorizada pelo IBAMA para o Complexo Minerador de Carajás;
- d) A intervenção em áreas naturais, resultante da implantação da Mina N5 Sul restringirá a 128 hectares, localizados na área onde se pretende desenvolver a Mina N5 Sul. Desse total, 110 hectares correspondem à área ocupada pela savana estépica, enquanto 18 hectares integram os ambientes florestais;
- e) Os levantamentos primários foram norteados para a porção correspondente à Mina N5 Sul e seu entorno, já que o restante da ADA já havia sido caracterizado em vários outros estudos. Esta criteriosa investigação permitiu a identificação de 80 cavidades nas proximidades da Mina N5 Sul, que teve seu perímetro de *pit* final reavaliado à luz da necessidade de preservação dos perímetros de proteção conforme estabelecido pela legislação vigente;
- f) O desenvolvimento da Mina N5 Sul mudará o perímetro de manifestação do efeito de borda. Este será acrescido na porção lestes, oeste e sul do corpo a ser minerado. A norte, o mesmo já é interferido pelas ações desenvolvidas na Mina N5E. Apesar do incremento do perímetro do efeito de borda, sua influência no comportamento da fauna ainda é pouco conhecida. Dados obtidos para o Corpo N5 Sul, parcialmente exposto ao efeito de borda derivado do Complexo Carajás, quando comparados aos obtidos para áreas imunes à influência humana, mostraram resultados de riqueza superiores;
- g) Os levantamentos geoespeleológicos referentes ao total das cavidades encontradas já foram concluídos, enquanto que a parte correspondente à bioespeleologia está em fase final de conclusão. Estas informações vão permitir a aplicação dos critérios para avaliação da relevância conforme legislação aplicável. De toda maneira, as informações levantadas já apontam para o predomínio de cavidades com franca possibilidade de supressão. Para a definição da relevância estão sendo consideradas cavidades presentes em outros corpos no conjunto da Serra Norte;
- h) Um dos impactos ambientais negativos de maior importância decorrente do desenvolvimento do presente projeto refere-se à supressão de 52 hectares de

savana estépica, por se tratar de uma formação exclusiva do domínio serrano regional. Conforme confirmado em alguns estudos, este ecossistema é possuir de endemismos e tem uma distribuição espacial bastante definida. É importante salientar que os estudos de similaridade desenvolvidos pela Vale, apontam alta similaridade entre as áreas de ocorrência de canga. Neste sentido, pode-se afirmar que haverá a redução de cerca de menos de 1% no conjunto da savana presente na Floresta Nacional de Carajás. Cabe destacar a existência de ocorrências de savana em outras serras na região como na Serra Leste e na Serra do Rabo, posicionadas externas ao domínio protegido. De toda forma, a redução do domínio desse ecossistema é um importante impacto dado que, muitas vezes, ele associa-se com ocorrências de jazidas de minério de ferro que podem, oportunamente, serem pleiteadas para o desenvolvimento de minas;

- i) Outra interferência ambiental considerada importante no âmbito do Projeto Mina N5 Sul vincula-se ao desenvolvimento da mineração na bacia do Igarapé Jacarezinho. Trata-se de uma interferência também importante já que a área apresenta-se preservada dos efeitos diretos das minas do Complexo Minerador de Carajás, apesar de sua contigüidade com estas;
- j) Conforme tratado anteriormente, as alterações hidrológicas e hidrogeológicas nesta bacia devem ser acompanhadas, com as investigações e monitoramentos já em andamento na bacia da referida drenagem. De toda forma, é importante salientar tratar-se de uma bacia hidrográfica que não possui usuários, estando sua função restrita ao papel ecológico que suas vazões desempenham;
- k) Os impactos ambientais positivos, mesmo que de importância relativa, vinculam-se, em sua grande maioria, ao contexto social e econômico e relacionam-se direta ou indiretamente com a geração de emprego e renda e demanda de insumos e serviços, num contexto majoritariamente de manutenção da produção atualmente licenciada do que de qualquer forma de fluxo incremental. Relaciona-se, também, portanto, com os desdobramentos econômicos traduzidos pela manutenção de recursos financeiros circulantes na região e arrecadação derivada da comercialização do minério de ferro;
- l) Os estudos mostraram que a área de 128 hectares de ambientes naturais onde se pretende desenvolver a Mina N5 Sul, apresenta-se, parcialmente sujeita aos impactos indiretos de todo o Complexo de Carajás, especialmente da Mina N5E que apresenta-se contígua a esta.

É importante destacar, no entanto, que a área correspondente ao sítio da Mina N5 Sul, por seu aspecto locacional, apresenta-se como o ideal tanto do ponto de vista econômico como ambiental para a ampliação do domínio das minas de ferro do Complexo de Carajás. Trata-se de uma área, conforme se demonstrou ao longo do presente relatório, que configura-se como a expansão da Mina N5E não sendo, por isso, necessário a interferência em espaços adicionais àqueles de interesse direto para a produção mineral.

Por fim, cabe reafirmar que a Vale pretende ampliar a exploração mineral no Corpo Mineral N5 Sul, tão logo sejam terminados os estudos de relevância do patrimônio espeleológico. Na ocasião a Vale realizará a consulta ao IBAMA para adoção de todos os procedimentos necessários ao processo de licenciamento desta reserva mineral remanescente da Mina N5 Sul.

Considerando a avaliação dos impactos ambientais interpretados à luz do diagnóstico produzido para a área de influência do projeto Mina N5 Sul, aliado às características do mesmo, onde se destaca apenas o desenvolvimento adicional de uma área de cava de cerca de 130 hectares, contígua ao Complexo Minerador de Carajás, torna-se consenso o reconhecimento da viabilidade ambiental do mesmo pela equipe responsável pela elaboração deste EIA.

13. GLOSSÁRIO

A

Abundância: Forma com que os indivíduos encontram-se distribuídos entre as diferentes espécies presentes na comunidade estudada.

ADA: Área Diretamente Afetada - É a área de intervenção direta das obras.

Adutora: Conduitos destinados a ligar as fontes de abastecimento de água bruta às estações de tratamento de água, situadas além das imediações dessas fontes, ou conduitos que ligam estações de tratamento, situadas nas proximidades dessas fontes, a reservatórios distantes que alimentam as redes de distribuição

Afluentes: Curso d'água que deságua ou desemboca em um rio maior ou em um lago.

Agência Nacional de Águas: Veja ANA.

Águas Subterrâneas: Águas que se infiltraram no solo e que penetraram, por gravidade, em camadas profundas do subsolo, atingindo a zona de saturação. A zona de saturação é aquela em que os poros e interstícios do subsolo estão completamente ocupados pela água.

Águas Superficiais: Águas que escoam ou acumulam na superfície terrestre, como os rios, riachos, lagoas, lagoas, veredas, brejos, etc.

AID: Área de Influência Direta - Área definida como passível de sofrer impactos diretos do empreendimento.

AII: Área de Influência Indireta - Área definida como passível de sofrer efeitos indiretos do empreendimento em análise.,

Aluvião: Designação genérica para englobar depósitos detríticos formados pela ação da água em sistema deposicional fluvial, com granulometria variável, cascalho, areia, silte e argila, que refletem as condições hidrodinâmicas reinantes no momento de sua deposição.

ANA: Agência Nacional de Águas. Autarquia vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), criada em 2000. É responsável por regular o uso da água em rios e lagos de domínio da União e pela implementação dos instrumentos de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Análise Físico-Química da Água: O exame físico determina as características físicas da água, como a cor, turbidez, sabor, odor, temperatura, entre outras. As características químicas da água são determinadas pela presença de substâncias químicas oriundas dos terrenos por onde ela passou ou que recebeu, como o cálcio, o ferro, compostos químicos, metais pesados, etc. Veja também a definição de *TURBIDEZ*.

Análise Integrada: É o procedimento de consolidação final da avaliação ambiental, onde são considerados todos os prós e contras do empreendimento sob a ótica ambiental e social.

Anisotropia: **No caso das geociências, qualidade de um fenômeno ou fluxo de matéria ou energia comportar-se diferentemente em função da presença ou ausência de direções estruturais e/ou tectônicas, como a maior velocidade do intemperismo em função das facilidades de penetração da água propiciadas pela xistosidade ou acamamento de rochas.**

Antrópica: Originada da ação do ser humano, sem julgamento de valor sobre seu caráter positivo ou negativo.

Antrópico: (1) Relativo à humanidade, à sociedade humana, a ação do homem. Termo de criação recente, empregado por alguns autores para qualificar: um dos setores do meio ambiente, o meio antrópico, compreendendo os fatores sociais, econômicos e culturais; um dos subsistemas do *sistema ambiental*, o meio antrópico. (2) Relativo à ação humana (Resolução CONAMA 012/94). (3) Referente ao período geológico em que se registra a presença dos humanos na Terra. (4) Refere-se à ação humana sobre a natureza.

Aplainamento: Processo que conduz a deixar uma parte da superfície terrestre plana ou quase plana, geralmente conduzido por associação de fenômenos de intemperismo e erosão, durante longo tempo geológico.

APP: Área de Preservação Permanente - Áreas delimitadas pela Lei Federal No. 4.771/65 (Código Florestal) para proteger cursos d'água, topos de morro, encostas íngremes e outras áreas de restrição.

APP: Área de Preservação Permanente. Área legalmente protegida, coberta ou não de vegetação, que possui funções ambientais, como atenuar a erosão, preservar os rios, nascentes e lagos, contribuindo para qualidade das águas e sua manutenção. Só pode sofrer intervenção com autorização dos órgãos competentes, que, no caso de Minas Gerais, são o IEF e o Ibama. São exemplos de APP as margens de rios, ao redor de lagos, topos de morros, etc. Veja também as definições de *EROSÃO*, *IEF* e *IBAMA*.

Aqüífero: (1) Formação geológica (ou grupo de formações) que contém água e permite que a mesma se movimente em condições naturais e em quantidades significativas (Tucci, 2002); (2) reservatório subterrâneo do qual é possível extrair água como fonte de abastecimento. Os aquíferos podem ser livres (ou freáticos) e confinados (ou artesianos) (Mazzini, 2003).

Aqüífugo: (1) É aquela litologia não porosa nem permeável, incapaz de armazenar ou de ceder água; exemplo: rochas cristalinas maciças. (2) Formações geológicas, em geral antigas, apresentando baixa porosidade e baixa permeabilidade.

Aquitardo: é aquela litologia porosa, mas pouco permeável, incapaz de ceder água economicamente a obras de captação, embora seja capaz de ceder quantidades apreciáveis de água lentamente e em grandes áreas; exemplo: siltito.

Área de Drenagem: Área da bacia hidrográfica compreendida entre os limites de seus divisores topográficos ou divisores de água. É expressa geralmente em km² ou em hectares.

Área de Preservação Permanente: Veja *APP*.

Área Degradada: Área onde há ocorrência de degradação ambiental, com alterações negativas de suas propriedades físicas, como alteração da estrutura do solo, perda de massa

devido à erosão e alteração de características químicas, a processos como a salinização, lixiviação, deposição ácida e introdução de poluentes.

Áreas Protegidas: Áreas de terra e/ou águas especialmente destinadas à proteção e manutenção da diversidade biológica e de seus recursos naturais e culturais associados, administradas por meio de instrumentos legais ou outros meios. Veja também a definição de *UNIDADES DE CONSERVAÇÃO*.

Armazenamento: (1) É a capacidade que o aquífero possui em conter água; 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. (2) Refere-se à capacidade dos solos em armazenarem água.

Arqueologia Associada à Cavidade: A relação entre arqueologia e as cavernas é evidente, tendo em vista que esse meio é favorável a preservação de vestígios arqueológicos. São inúmeros os afloramentos rochosos e entradas de cavernas que registram usos diferenciados como abrigo, moradia, palco de rituais, cemitério e suporte para a arte do homem pré-histórico no Brasil e no mundo.

ART: Anotação de Responsabilidade Técnica. É o documento emitido pelo Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (Crea), indispensável a todos os engenheiros, arquitetos, agrônomos e demais profissionais vinculados ao Conselho. Significa uma garantia de que eventuais obras ou serviços contratados serão executados por empresas ou profissionais com habilitação técnica e legal.

Aspecto fisionômico da vegetação: Caracteriza a vegetação de um local ao nível de uma flora.

Assoreamento: (1) Diz-se dos processos geomorfológicos de deposição de sedimentos, ex.: fluvial, eólico, marinho. (2) Obstrução de rio, canal, estuário ou qualquer corpo d'água por acúmulo de substância minerais (areia, argila) ou orgânicas (lodo), o que provoca a redução de sua profundidade e a força de sua correnteza (Glossário Ibama, 2003).

Assoreamento: Deposição de sedimentos (areia, detritos, etc.) - transportados pelas enxurradas e cursos d'água aos fundos de vale, calhas fluviais, lagos e todo tipo de reservatório d'água - que provoca a redução sua profundidade e capacidade de armazenamento d'água e reflete em diminuição da correnteza dos rios, empecilho à navegação e à geração de energia hidrelétrica.

Aterro: (1) Depósito artificial de qualquer tipo de material removido pelo homem. (2) Pode ser artificial, quando realizado pelo homem e natural, quando ocorre por forças da natureza, como deslizamento, aluvionamento. O aterro natural, em geral, provoca formação de acréscidos aos terrenos alodiais, à beira mar, margens de rios e altera o rumo de linhas divisórias.

Avaliação de Impacto Ambiental: Instrumento de política ambiental, formado por um conjunto de procedimento capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta (projeto, programa, plano ou política) e de suas alternativas, e que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por aqueles considerados.

B

Bacia Hidrográfica: Unidade territorial de planejamento e gerenciamento das águas. Constitui-se do conjunto de terras delimitadas pelos divisores de água e drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes. A bacia hidrográfica evidencia a hierarquização dos rios, a organização natural por ordem de menor volume (nascentes e córregos) para os mais caudalosos (rios), escoando dos pontos mais altos para os mais baixos.

Balanco Hídrico: (1) Balanço das entradas e saídas de água no interior de uma região hidrológica bem definida (uma bacia hidrográfica, um lago), levando em conta as variações efetivas de acumulação. (2) Estimativa detalhada da diferença entre a disponibilidade de água e a demanda pela água dentro de um sistema, como uma bacia hidrográfica, um empreendimento, etc. (IGAM)

Barragem: Veja *BARRAMENTO*.

Barramento: Estrutura construída em um curso d'água transversalmente à direção de escoamento de suas águas, alterando suas condições de escoamento natural, objetivando a formação de um reservatório a montante, tendo como principal finalidade a regularização das vazões liberadas a jusante, por meio de estruturas controladoras de descargas. O reservatório de acumulação pode atender a uma ou a diversas finalidades, como abastecimento de água para cidades ou indústrias, aproveitamento hidrelétrico, irrigação, controle de enchentes, regularização de curso de água etc.

Basalto: Rocha vulcânica escura de grão fino, frequentemente [afanítica](#), composta essencialmente por plagioclásio básico ($An > 50\%$) e piroxênio. O termo plutônico equivalente ao basalto é o [gabro](#). A [crosta oceânica](#), predominante na Terra, é constituída, em sua maior parte por gabros, diabásios e basaltos e rochas derivadas destas.

Bateria de Poços: Conjunto de poços tubulares.

Bens de domínio público: Bens de domínio da União, dos Estados e dos Municípios, classificados em bens de uso comum do povo (mares, rios, estradas, ruas, praças, etc.), bens de uso especial (edifícios e terrenos, destinados ao serviço público ou ao estabelecimento da administração pública), e bens dominicais (disponíveis ao Estado em sua qualidade de proprietário, podendo ser utilizados para qualquer fim, como um prédio público alugado para um particular).

Biodiversidade: Total de genes, espécies e ecossistemas de uma região. A biodiversidade genética refere-se à variação dos genes dentro das espécies, cobrindo diferentes populações da mesma espécie ou a variação genética dentro de uma população. A diversidade de espécies refere-se à variedade de espécies existentes dentro de uma região. A diversidade de ecossistemas refere-se à variedade de ecossistemas de uma dada região. A diversidade cultural humana também pode ser considerada parte da biodiversidade, pois alguns atributos das culturas humanas representam soluções aos problemas de sobrevivência em determinados ambientes. A diversidade cultural manifesta-se pela diversidade de linguagens, crenças religiosas, práticas de manejo da terra, arte, música, estrutura social e seleção de cultivos agrícolas, dentre outros.

Bioma: (1) Unidade biótica de maior extensão geográfica, compreendendo várias comunidades em diferentes estágios de evolução, porém denominada de acordo com o tipo

de vegetação dominante: mata tropical, campo etc. (2) Comunidades estáveis e desenvolvidas, que dispõem de organismos bem adaptados às condições ecológicas de uma grande região. Normalmente apresentam certa especificidade quanto a clima, solo ou relevo (Glossário Ibama, 2003).

Brejo: Terreno molhado ou saturado de água, alagável de tempos em tempos, coberto de vegetação natural própria, na qual predominam arbustos e gramíneas, com ocorrência de algumas espécies arbóreas.

Buffer: Raio ou distancia, a partir de um referencial (ponto, linha ou área) para determinar a área de influência.

C

Calcário: Calcários são rochas formadas a partir do mineral calcita, cuja composição química principal é o carbonato de cálcio (CaCO_3). A procedência do carbonato pode variar, desde fósseis de carapaças e esqueletos calcários de organismos vivos, que compõem os calcários fossilíferos, até por precipitação química.

Cambissolos: Classe de solo constituída por material mineral, não hidromórfico, com horizonte B incipiente, subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial.

Canga: Rocha formada, em condições bioclimáticas inter-tropicais, por: (1) acumulação relativa de óxidos de ferro, geralmente com concrecionamento, consecutivamente à lixiviação dos outros elementos, ao longo de um processo dito de laterização; (2) cimentação de elementos clásticos de variadas origens, por óxidos de ferro; (3) processos de limonitização associados a oscilações dos lençóis freáticos.

Captação de água: Estrutura construída junto a um corpo d'água que permite o desvio, controlado ou não, de certo volume, com a finalidade de atender a um ou mais usos da água.

Carreamento: Transporte de partículas sólidas (areia, lama, solo, partes de rocha, etc.) pela água de um local para outro.

Cenozóica: Compreende toda a história física da Terra decorrida após o Mesozóico. A última das três eras geológicas, que abrange os períodos Terciário e Quaternário, de aproximadamente 65 milhões de anos atrás até o presente; significa "vida recente". Pode ser caracterizada como a idade dos mamíferos.

Cerradão: (1) Fitofisionomia do Cerrado caracterizada por apresentar vegetação arbórea, com árvores em torno de 10 metros de altura (podendo atingir até 15 metros) (ARRUDA *et alii*, 2001). (2) Vegetação xeromórfica, de engalhecimento profuso, provida de grandes folhas coriáceas perenes em sua maioria e com casca corticosa não apresentando estrato arbustivo nítido, e o estrato graminoso é distribuído em tufos dispersos, entremeados de plantas lenhosas raquíticas (Portaria Normativa IBAMA 83/91).

Classe de solo: (1) Grupo de solos que apresentam uma variação definida em determinadas propriedades e que se distinguem de quaisquer classes, por diferenças nessas propriedades. (2) Grupo de solos que possuem determinadas propriedades semelhantes, tais como: acidez, textura, estrutura, grau de declividade, capacidade de uso, grau de erosão ou drenagem.

Clima: Conjunto de fatores físicos (temperatura, pressão, insolação, nebulosidade, radiação solar, umidade etc.) que caracterizam o estado global da atmosfera.

Cobertura vegetal: (1) Comunidade vegetal, isto é, agrupamento vegetal que vive sob condições ambientais semelhantes, que recobre uma área. (2) Tipos ou formas de vegetação, natural ou plantada, que recobrem uma determinada área ou terreno.

Coliforme fecal: Bactéria encontrada no trato intestinal do homem e utilizada como indicadora da qualidade sanitária de um corpo de água ou de poluição por bactéria orgânica de origem animal.

Colúvio (Sin. Colúvião): Detritos líticos produzidos pelo intemperismo, arrancados dos altos das encostas e deslocados encosta abaixo pela ação da gravidade, cujos elementos grosseiros se apresentam angulosos, sem classificação e, geralmente, imersos em matriz lamosa.

Composição florística: Estudo que relata a quantidade de famílias, gêneros e espécies de uma determinada flora.

Comunidade: (1) Conjunto de populações que vivem em determinada área ou localidade. (2) Conjunto de populações interdependentes que vivem em determinada área geográfica. Por viverem no mesmo local, dependem dos mesmos fatores físicos e químicos. Como exemplos, temos a comunidade de uma floresta e a de um lago, entre outras.

Condições Geoambientais: Referem-se ao contexto paisagístico de uma dada área, analisado à luz das relações entre os atributos físicos e biológicos.

Conservação: Utilização dos bens fornecidos pela natureza, conseguindo o máximo benefício para o maior grupo humano e pelo maior tempo possível. Conservar os recursos naturais, como a água, não significa guardar, mas obter o máximo aproveitamento não predatório.

Conservação: Utilização racional de qualquer recurso natural de modo a se obter um rendimento máximo com um mínimo de desperdício, garantindo em alguns casos, sua renovação ou auto-sustentação.

Controle de emissões: procedimentos destinados à redução ou à prevenção da liberação de poluentes para a atmosfera.

COPAM-MG: Conselho Estadual de Política Ambiental. Órgão máximo no Estado de Minas Gerais, responsável pela gestão e gerenciamento ambiental. Com suas câmaras especializadas (de atividades minerárias, industriais, agrossilvipastoris, etc.), exerce papel normativo, autorizativo e deliberativo em âmbito estadual.

Corpo (de água) receptor: curso d'água naturais, lagos, reservatórios ou oceano no qual a água residuária, tratada ou não, é lançada.

Corpo D'água: Denominação genérica para qualquer manancial hídrico; curso d'água, trecho de rio, reservatório artificial ou natural, lago, lagoa ou aquífero subterrâneo.

Corpo de minério: parte do depósito mineral em que os minerais economicamente exploráveis estão concentrados.

Corpo Hídrico Veja *CORPO D'ÁGUA*.

Corte: Escavação feita no terreno natural para a colocação do solo em nível preestabelecido. Nas ferrovias ou rodovias, em geral, o corte antecede ou sucede ao aterro que se constrói com as retiradas dos cortes adjacentes.

Curso d'água: Denominação geral para os fluxos de água em canal natural de drenagem de uma bacia, como rio, riacho, ribeirão, córrego, etc.

D

DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio. Quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada a quantidade de oxigênio consumida durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20oC é freqüentemente usado e referido como DBO_{5,20}. É a forma mais utilizada para se medir a quantidade de matéria orgânica presente em um corpo d'água. Mede-se a quantidade de oxigênio necessário para estabilizar a matéria orgânica com a cooperação de bactérias aeróbias. Quanto maior o grau de poluição orgânica, maior será a DBO. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e de outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e poder obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

Decapeamento: Consiste na retirada da vegetação, solo e rocha para expor o minério à lavra.

Deflúvio: Somatória da água que chega aos cursos d'água de uma bacia, após ter escoado superficial e subterraneamente.

Demanda de água: Quantidade de água necessária para atender aos usos existentes em determinada bacia hidrográfica, baseada em elementos de tempo e de quantidade e relacionada a ponto específico da bacia. Considera-se também como demanda de água a requisição ou ordem das necessidades totais ou quantidades especificadas de água em uma bacia hidrográfica.

Depósitos aluvionares: Normalmente são depósitos sedimentares de correntes fluviais, constituídos por matacões, blocos, seixos, areias, siltes e argilas. Geralmente, apresentam-se em camadas superpostas, em meio às quais existe uma boa [seleção granulométrica. A ocorrência significativa de seixos de quartzo com forma arredondada assinala uma longa distância de transporte.](#)

Depuração natural: Purificação de um corpo hídrico por processo biológico natural, eliminando os poluentes orgânicos do meio aquático. Depende dos microorganismos presentes (bactérias, algas, fungos, protozoários), e da oxigenação e reoxigenação na água, da atmosfera e da luz (fotossíntese). Resulta em redução bacteriana, satisfação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabilização dos constituintes orgânicos, renovação do oxigênio dissolvido (OD) consumido e retorno às características normais do corpo d'água em relação à biota.

Desenvolvimento sustentável: Termo criado em 1987, definido no Relatório “Nosso Futuro Comum”, da Comissão Brundtland (Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento), como "*desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer as suas próprias necessidades*".

Desmatamento: Retirada das matas e florestas naturais para o aproveitamento da madeira ou para a utilização do solo em atividades diversas, como agricultura ou pecuária. O desmatamento nas nascentes dos rios ou riachos provoca o progressivo desaparecimento do manancial; nas margens dos rios, riachos, lagos e açudes, provoca problemas como o assoreamento e facilita o transporte (carreamento) de materiais de todo tamanho e espécie para o interior dos corpos d'água, inclusive os agrotóxicos. O desmatamento só não é ilegal quando feito com autorização do órgão competente (IEF ou Ibama).

Dessedentação: Satisfação da sede, seja humana ou animal.

Diagnóstico Ambiental: (1) Conhecimento de todos os componentes ambientais de uma determinada área para caracterização de sua qualidade ambiental. (2) Interpretação da situação de qualidade de um sistema ambiental ou de uma área, a partir do estudo das interações e da dinâmica de seus componentes, quer relacionados aos elementos físicos e biológicos, quer aos fatores sócio-culturais (FEEMA, 1997).

Disponibilidade Hídrica: Quantidade de água disponível em um ponto do corpo hídrico, definida a partir das características hidrológicas do curso d'água e o volume outorgado na bacia correspondente. Considera-se disponibilidade a diferença entre o volume outorgável e o volume outorgado.

Dissecação: Processo que conduz os cursos d'água e/ou enxurradas concentradas a imprimir uma erosão vertical profunda à superfície da terra, resultando numa superfície rasgada por vales profundos, voçorocas e/ou ravinas.

Diversidade: Multiplicidade de formas dos organismos. O número total de espécies em uma paisagem contendo um ou mais gradientes ecológicos.

Divisor de Águas: (1) Linha separadora das águas pluviais. (2) Linha que separa as águas de precipitações de chuva, dividindo as águas que escoam para bacias vizinhas e as que contribuem para o escoamento superficial da mesma bacia. Geralmente, pensa-se em divisores formados por altas montanhas. No entanto, há alguns divisores muitas vezes.

Dobras: (1) **Estruturas geológicas resultantes do encurvamento ou enrugamento das camadas.** (2) **Encurvamento de forma côncava e convexa – anticlinais e sinclinais – que aparecem na crosta terrestre.** (3) **As dobras são curvaturas causadas por esforços de natureza tectônicas, por intrusões magnéticas ou por efeitos atectônicos.**

Dolina: Depressão presente em regiões dominadas por rochas calcíferas, e que apresenta forma arredondada ou ovalada, com bordas íngremes e fundo chato. Pode conter uma lagoa com argilas de descalcificação ou outros materiais de preenchimento, provenientes da dissolução da rocha.

Doliniforme: em forma de dolina.

Dolomitização: Processo natural através do qual o calcário transforma-se em dolomito através da substituição parcial do carbonato de cálcio (CaCO_3) original pelo carbonato de magnésio (MgCO_3). Processo que parece progredir com o tempo, já que nos depósitos mais antigos os carbonatos dolomitizados são mais freqüentes.

Dolomito: Rocha carbonatada cujo constituinte principal é a dolomita [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]. O dolomito é uma rocha cuja origem está relacionada a processos metassomáticos diagenéticos a pós-diagenéticos de substituição de Ca de calcários micríticos e outros por Mg em um processo denominado dolomitização.

Dossel: estrato mais alto das árvores de uma floresta.

DQO: Demanda Química de Oxigênio. Medida da capacidade de consumo de oxigênio por oxidação química pela matéria orgânica presente na água ou água residuária. A DQO não diferencia a matéria orgânica estável e não pode ser necessariamente correlacionada com a demanda bioquímica de oxigênio (DBO). O teste de DQO é utilizado para medir a quantidade de matéria orgânica das águas naturais e dos esgotos. Também é usado para medir a quantidade de matéria orgânica em esgotos que contêm substâncias tóxicas. Em geral, a DQO é maior que a DBO. Veja também a definição de *DBO*.

E

Eclusa: Espécie de “elevador de água” utilizado para a navegação em cursos d’água com desnível. Consiste em um corredor fechado nas duas extremidades por comportas, que são enormes e pesadas para suportar a força e a pressão das águas do rio. Quando a embarcação está dentro do corredor, a água entra por tubos embaixo do leito do rio e começa a erguê-la. Quando o nível da água dentro da eclusa chega ao nível da represa do rio acima, a comporta de saída é aberta e o navio segue seu destino. Sinônimo: *TRANSPOSIÇÃO DE NÍVEL*.

Ecologia: Ciência que estuda as relações dos seres vivos entre si e com o meio ambiente. Um dos seus objetivos é a análise dos ecossistemas, a forma como os fatores físicos ou abióticos (clima, solo, água) interagem com a parcela viva da natureza ou biótica (flora, fauna e microorganismos), criando um sistema estável.

Ecossistema: (1) É o resultado da interação entre os sistemas biológico, físico e químico; é a unidade funcional de ecologia. (2) É o conjunto dos seres vivos e do seu meio ambiente físico, incluindo suas relações entre si.

Educação ambiental: Processos pelos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum a todos, essencial à qualidade de vida e à sua sustentabilidade. Para uma sustentabilidade eqüitativa, a educação ambiental é um processo de aprendizagem permanente, baseado no respeito a todas as formas de vida.

Efluente: (1) Derivação de uma corrente principal. Águas servidas que escoam dos sistemas de drenagem doméstica e industrial. (2) Qualquer tipo de água, ou líquido, que flui de um sistema de coleta, de transporte, como tubulações, canais, reservatórios, elevatórias ou de um sistema de tratamento ou disposição final, com estações de tratamento e corpos de água.

EIA/RIMA: Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental - Procedimentos de análise e avaliação criados pela Resolução CONAMA No. 01/86 para avaliar a viabilidade ambiental de empreendimentos de grande porte. O RIMA deve trazer um resumo das conclusões do EIA em linguagem acessível.

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.**

Endêmico: Nome que se dá ao organismo ou ao grupo de organismos restritos a uma região ou a um ambiente.

Erosão Areolar: (1) Erosão que afeta fina camada da superfície dos solos e se estende lateralmente, por processo de escoamento laminar. (2) Consiste na “lavagem” do terreno pela água da chuva, que rebaixa a área alguns centímetros por ano. De acordo com o geólogo Cláudio Valeriano Medeiros, morador de São Francisco de Assis, cidade a cerca de 70 km de Alegrete, “Essa forma de erosão passa tão despercebida que o pessoal da região costuma dizer que tem pedra que cresce”.

Erosão Eólica: Desgaste da superfície dos solos, cujo principal agente são os ventos fortes atuando em áreas planas sem obstáculos e em áreas desérticas a subdesérticas.

Erosão: É o conjunto de processos de desagregação e transporte das partículas sólidas do solo, subsolo e rocha pela ação das águas dos rios (erosão fluvial), das águas de chuva (erosão pluvial), dos ventos (erosão eólica), do degelo (erosão glacial) ou das correntes e ondas do mar (erosão marinha). A ação humana pode acelerar, direta ou indiretamente, o processo natural de erosão, que depende, sobretudo, das propriedades do solo, clima, vegetação, topografia e outras condições. A cobertura vegetal influencia as taxas de escoamento superficial e erosão mais do que qualquer outro fator físico individual.

Escarpa: (1) Declive de terreno, deixado pela erosão, nas beiras ou limites dos planaltos e mesas geológicas. Corte oblíquo. Declive ou tabule de um fosso junto à muralha. (2) Vertentes verticais a sub-verticais, geralmente sustentadas por rochas extremamente resistentes. (3) Rampa ou aclave de terrenos que aparecem nas bordas dos planaltos, serras, testemunhos etc.

Escoamento Superficial: Deslocamento das águas da chuva à superfície do solo, por efeito da gravidade.

Especialista: Espécie que possui pequena tolerância, ou amplitude de nicho estreita, freqüentemente alimentando-se de um determinado recurso escasso.

Espeleologia: atividade que se destina ao estudo das cavernas.

Espelho D'água: Superfície contínua de água, exposta à atmosfera e visível de uma determinada altitude, relacionada a lagos, lagoas, rios, reservatórios de barragens e açudes.

Estéril: (1) Área de vegetação relativamente pobre em relação à adjacente devido a fatores ambientais adversos: solo, clima, etc. (2) Parte de uma jazida que não contém teor de minério suficientemente alto para ter interesse econômico. (3) Porção afossilífera de camadas sedimentares ricas em fósseis.

Eutrofização: (1) Processo pelo qual a água de um rio, lago, igarapé ou reservatório se tornam mais ricas em nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, por efeito natural ou através da poluição. (2) Processo natural de enriquecimento de lagos, represas ou rios, resultante de um aumento de nitrogênio e fósforo na água conseqüentemente da produção orgânica.

Evapotranspiração: Processo natural de transferência de água para a atmosfera por meio da evaporação de água das superfícies e transpiração das plantas, proporcionando o aumento da umidade do ar. A evapotranspiração é um processo de grande importância para o ciclo hidrológico. Veja também a definição de *CICLO HIDROLÓGICO*.

Evidência arqueológica: Assinatura arqueológica direta, concreta e evidente.

Exploração: (1) De água subterrânea consiste na sua extração para dispô-la ao uso. (2) Retirada da natureza de um recurso natural, como recursos hídricos, recursos minerais, madeira, etc., para utilização. Mesmo que exploração.

Exutório: Veja *FOZ*.

F

Falhas geológicas: (1) Rachaduras na crosta terrestre com deslocamento relativo dos blocos em presença. (2) 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, mas pode ser curvilínea. (3) Ruptura e desnivelamento na continuidade das camadas que apresentam certo grau de rigidez por ocasião dos movimentos tectônicos. (4) Fraturas ao longo das quais se deu um deslocamento relativo entre dois blocos contíguos.

Fauna: (1) Conjunto das espécies animais de um país, região, distrito, estação ou, ainda, período geológico. (2) Conjunto dos animais que vivem em um determinado ambiente, região ou época, ou animais que pertencem a uma certa categoria (exemplos: *fauna amazônica de aves ou ornitofauna*). A existência e conservação da fauna está vinculada à conservação dos respectivos hábitas.

Foz: Local onde o rio deságua, podendo ser em outro rio, lago, lagoa, ou no mar. A foz pode ser de dois tipos: estuário, onde o rio toma a forma afunilada, ou em delta, onde o rio forma várias ilhas ou canais.

Fragmentação: Fracionamento de determinado habitat ou tipo de cobertura vegetal em porções menores e desconexas.

Frequência: Expressa a distribuição das espécies na área estudada.

Frequência: Número de ocorrências de uma determinada vazão (Q) em um intervalo de tempo (T).

G

Gênero: A categoria taxonômica entre família e espécie na qual se reúnem as espécies evolutivamente mais próximas. Gêneros incluem uma ou mais espécies.

Geoespeleologia: atividade que engloba as feições existentes na caverna resultantes e/ou que habilitam a interpretação de sua gênese e evolução.

Gestão Ambiental: Forma de administrar a apropriação e uso dos recursos ambientais; adequando as atividades produtivas à capacidade de reposição desses recursos, de modo a assegurar sua perenidade; instrumento indispensável para o planejamento.

Gestão Compartilhada: Forma de gestão em que cabe aos poderes públicos municipais e estaduais, aos setores usuários, à sociedade civil organizada, às ONGs e a outros agentes interessados, por meio dos mecanismos estabelecidos, tomarem parte e assumir seu papel na gestão dos recursos naturais.

Gestão participativa: Forma de gestão em que há espaço para a participação democrática dos setores usuários, da sociedade civil organizada e de outros agentes interessados, exercendo suas influências no processo de tomada de decisão, defendendo seus pontos de vista sobre investimentos e outras formas de intervenção na bacia hidrográfica ou na unidade de conservação e na administração dos recursos naturais.

Gleissolos: Solos hidromórficos constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro dos primeiros 50cm da superfície do solo, ou a uma profundidade situada entre 50cm e 125cm, desde que imediatamente abaixo dos horizontes A ou E (gleizados ou não), ou precedidos por horizonte B incipiente, B textural ou horizonte C, com presença de mosqueados abundantes com cores de redução. São excluídos dessa classe, solos com características distintas dos vertissolos, espodossolos, planossolos, plintossolos, ou organossolos.

H

Hábitat: (1) Ambiente natural de um organismo. (2) Ambiente que oferece um conjunto de condições favoráveis para o desenvolvimento, a sobrevivência e a reprodução de determinados organismos.

Hematita: principal minério de ferro cuja fórmula é Fe_2O_3 . Apresenta brilho metálico, cor cinza grafite ou vermelho ocre cuja densidade é $5,3g/cm^3$.

Herbívoro: Animal que se alimenta de plantas ou parte delas.

Herpetofauna: Fauna de anfíbios e répteis.

Hidráulica: Estudo do comportamento da água e de outros líquidos, seja em repouso, seja em movimento. Veja também as definições de *HIDROGEOLOGIA*, *HIDROGRAFIA* e *HIDROLOGIA*.

Hidrogeologia: Estudo das formas de interação entre a água e o sistema geológico. É a parte da geologia que estuda as rochas, suas formas de ocorrência e sua capacidade de armazenamento de água. Veja também as definições de *HIDROGRAFIA* e *HIDROLOGIA*.

Hidrômetro: Aparelho destinado a medir e indicar o consumo de água, volume de água que o atravessa, conhecido como “contador de água” em ligações domiciliares ou prediais.

Hidromorfia: Estado permanente ou temporal de saturação de água do solo, que está associado à existência de condições redutoras. As ações de hidromorfia têm importantes efeitos no solo, que se refletem tanto em seus constituintes, propriedades, formação e evolução, como nas possibilidades de exploração (agrícola e uso construtivo).

I

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Intemperismo: Processo ou conjunto de processos combinados químicos, físicos e/ou biológicos de desintegração e/ou degradação e decomposição de rochas causados por agentes geológicos diversos junto à superfície da crosta terrestre.

Interflúvio: Área elevada (topo de morro, montanha, chapada) que delimita a bacia hidrográfica, a partir de onde a água da chuva que cai escoar em diversas direções, seguindo o sentido dos cursos d'água. Sinônimo: *DIVISOR DE ÁGUA*.

Intermitente: Curso d'água que, em geral, escoar durante as estações de chuvas e seca na estiagem. Nessa época, o nível freático é inferior ao nível do leito do rio; o escoamento superficial cessa ou ocorre somente durante ou imediatamente após as chuvas torrenciais. Sinônimo: *TEMPORÁRIO*. Veja também as definições de *NÍVEL FREÁTICO*, *LEITO DO RIO* e *ESCOAMENTO SUPERFICIAL*.

Itabiritos: Rocha bandada, alternando níveis milimétricos a centimétricos de hematita (+- magnetita) com níveis silicáticos, geralmente de quartzo. É um **BIF** ou formação ferrífera bandada metamorfisada. O nome provem de Itabira, MG, região rica nesta rocha que é importante minério de ferro.

J

Jaspilito: rocha sedimentar com alternância de bandas ricas em óxidos de ferro (hematita e magnetita) e bandas ricas em jasper.

Jazida mineral: denota a distribuição em volume específico de material de ocorrência natural do qual podem ser extraídos minerais de valor econômico com lucro. Neste conceito estão incluídos parâmetros como aspectos geográficos, políticos, custos energéticos, teor, profundidade, preço da extração e muitas outras variáveis.

Jusante: (1) Direção do fluxo de um rio; sentido em que correm as águas de uma corrente fluvial. (2) Área que fica abaixo da outra, ao se considerar a corrente fluvial pela qual é banhada.

L

Lateritas: (1) Rocha ferruginosa, que aparece nas regiões de climas intertropicais úmidos, resultante da alteração que se realiza em qualquer tipo de rocha. Esta alteração está ligada, essencialmente, ao clima. (2) Nome dado aos solos vermelhos das zonas úmidas e quentes.

Latossolos: Denominação utilizada para solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto horizonte H histórico. Apresentam um avançado estágio de intemperização, são muito evoluídos, e virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários, menos resistentes ao intemperismo.

Lençol Freático: (1) Água acumulada subterraneamente em poros, espaços e fendas de rochas permeáveis e armazenadoras de água chamadas aquíferos. (2) Lençol de água subterrânea de onde se extrai boa parte da água para consumo humano. Também conhecido como lençol aquífero. (3) Lençol de água subterrâneo. Pode ser considerado como a parte ou camada superior das águas subterrâneas.

Lêntico: No estudo dos ambientes aquáticos, são os locais onde as águas estão paradas ou represadas, como lagoas naturais ou artificiais, áreas inundadas, etc. Veja também as definições de *LÓTICO* e *SEMLÓTICO*.

Lianas: são [plantas](#) de crescimento trepador, cujo [caule](#) é incapaz de sustentar-se em posição ereta por seus próprios meios. As lianas usualmente apresentam caule estreito e maleável que crescem rapidamente sobre as [árvores](#) para alcançar a luz abundante disponível sobre o dossel das [florestas](#). As lianas são [trepadeiras lenhosas](#).

Litologia: (1) É a caracterização de um material rochoso pelos aspectos físicos macroscópicos. (2) Características físicas de uma rocha, geralmente determinada macroscopicamente ou com a ajuda de uma lente de pequeno aumento.

Lixiviação: Processo de lavagem e de decomposição das rochas e dos solos pelas águas das chuvas, carregando os minerais para outras áreas, extraindo, dessa forma, nutrientes e tornando o solo mais pobre. A lixiviação também ocorre em vazadouros e aterros de resíduos, dissolvendo e carreando certos poluentes para os corpos d'água superficiais e subterrâneos.

Lótico: No estudo dos ambientes aquáticos são os locais onde as águas estão em movimento, como rios, córregos, etc.

M

Macrófitas aquáticas: Plantas herbáceas que crescem na água, em solos cobertos de água ou em solos saturados. Podem viver livres, enraizadas ou flutuantes. As macrófitas influenciam significativamente a vida aquática, fornecendo alimento (frutos, folhas e sementes) e abrigo, principalmente para os peixes e mamíferos aquáticos. Estes, em troca, realizam a dispersão de sementes, contribuindo para a regeneração da vegetação da várzea.

Manancial: Local que contém água, superficial ou subterrânea que possa ser retirada para atender às mais diversas finalidades (abastecimento doméstico, comercial, industrial e outros fins). Veja também a definição de *FONTE HÍDRICA*.

Mata ciliar: Vegetação que margeia os cursos d'água ou que contorna os lagos, nascentes e açudes, situando-se em solos úmidos ou até mesmo encharcados e sujeitos a inundações periódicas. Consideradas Áreas de Preservação Permanente, as matas ciliares permitem a conservação da flora e fauna típicas e atuam na regularização dos fluxos de água e de sedimentos, na manutenção da qualidade da água e, por meio do sistema de raízes e da

copa das árvores e plantas, constituem a proteção mais eficiente dos solos que revestem. Veja também a definição de *ÁREA DE PROTEÇÃO PERMANENTE*.

Material particulado: Conjunto de poluentes constituídos de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho.

Meandro: Curva do rio; sinuosidade do leito do rio, formando amplos semi-círculos em zonas de terrenos planos ou curvas fechadas onde as margens são altas e o vale profundamente escavado.

Microbacia: Sob o aspecto físico, a microbacia não se diferencia da definição de bacia hidrográfica, podendo até ser classificada como uma pequena bacia. Esse conceito surgiu pela dificuldade de se planejar a intervenção em bacias hidrográficas, com toda a sua complexidade e infinitas variáveis socioeconômicas e ambientais. A microbacia é adotada para a realização de programas e estudos, se contrapondo ao gigantismo da bacia. Veja também a definição de *BACIA HIDROGRÁFICA*.

Microhabitat: Partes do habitat que apresentam características distintas dos demais. Suas peculiaridades resultam na ocorrência de espécies distintas daquelas observadas ao longo do um habitat.

Minério: são rochas ou minerais que podem ser minerados, ou seja, dos quais mineral(is) de valor econômico podem ser retirados, processados e colocados no mercado pra gerar lucro. Para ser minério, o elemento tem que estar concentrado acima da sua média crustal. Minérios são geralmente subdivididos em metálicos, não metálicos, energia e água. Minério é por vezes usado apenas para metais ou minerais que contêm metais. No uso mais moderno, os não-metálicos, como enxofre e fluorita são também incluídos.

Monitoramento: Medição contínua ou periódica das características de um meio.

Montante: Em direção à cabeceira do rio, em direção rio acima. Qualitativo de uma área que fica acima de outra.

Morfodinâmico: Constitui o conjunto de processos interconectados responsáveis pela gênese do relevo. Esses processos comandam a divisão da paisagem em unidades homogêneas, tendo em vista uma perspectiva sistêmica.

N

Nascente: Local onde se inicia o curso de água; onde o rio nasce. Sinônimo: *OLHO D'ÁGUA*. Veja também a definição de *FONTE HÍDRICA*.

Nível freático Veja *LENÇOL FREÁTICO*.

O

OD: Oxigênio Dissolvido. Quantidade de oxigênio livremente disponível na água e necessária à vida aquática e à oxidação da matéria orgânica. Os níveis de OD têm papel determinante na capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática. Uma adequada provisão

de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção dos processos naturais de autodepuração em sistemas aquáticos e estações de tratamento de esgotos. Por meio da medição do teor de OD, podem ser avaliados os efeitos dos resíduos oxidáveis sobre as águas receptoras e sobre a eficiência do tratamento dos esgotos durante o processo de oxidação bioquímica.

Olho d'água Veja *NASCENTE*.

P

Partículas em Suspensão: Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 100 µm.

Partículas Inaláveis: material particulado cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 10 µm. As partículas inaláveis podem ainda ser classificadas como partículas inaláveis finas – $PI_{2,5}$ (<2,5 µm) e partículas inaláveis grossas (2,5 a 10µm). As partículas finas, devido ao seu tamanho diminuto, podem atingir os alvéolos pulmonares, já as grossas ficam retidas na parte superior do sistema respiratório.

Patrimônio arqueológico: Conjunto de locais, edifícios e artefatos atribuídos a povos e/ou comunidades pretéritas (não necessariamente pré-históricas) ou tipos de atividades econômicas (indústria ou mineração, hoje obsoletas, por exemplo), bem como toda e qualquer evidência das atividades culturais destes grupos ou atividades e inclusive seus restos biológicos.

Pedologia: Ciência que estuda a origem e o desenvolvimento dos solos. Seu campo de estudo vai desde a superfície do solo até a rocha decomposta.

Percolação: "Movimento de penetração da água através dos poros e fissuras no solo e subsolo. Este movimento geralmente é lento e a água penetrada manterá ao lençol freático sob pressão hidrodinâmica, exceto quando o movimento ocorre através de aberturas amplas, tais como covas" (Guerra, 1978).

Perene: Cursos d'água que contêm água durante todo o ano. O nível subterrâneo de água mantém uma alimentação contínua e não desce abaixo do nível do leito do rio, mesmo durante as secas mais severas, quando a vazão diminui, mas o rio não chega a secar.

Permanente Veja *PERENE*.

Permeabilidade: capacidade dos materiais em transmitir fluidos.

Piscicultura: Atividade com o uso de recurso hídrico para a criação e comércio de peixes utilizando tanques, viveiros ou açudes.

Plano diretor: é o instrumento básico da política de desenvolvimento do Município. Sua principal finalidade é orientar a atuação do poder público e da iniciativa privada na construção dos espaços urbano e rural na oferta dos serviços públicos essenciais, visando assegurar melhores condições de vida para a população.

Plântula: embrião vegetal que começa a desenvolver-se pelo ato da germinação.

Platô: (1) Unidade de relevo (geomorfológica) constituída por uma superfície plana e elevada, bordejada por escarpas e/ou vertentes íngremes. (2) Área relativamente elevada de superfície terrestre bastante plana, que é limitada pelo menos de um lado por um declive abrupto descendo para as áreas baixas adjacentes.

Pluviometria: Medida das grandezas que caracterizam a água proveniente do meio atmosférico e que atinge a superfície terrestre na forma líquida. As grandezas características da chuva são a altura pluviométrica, duração, intensidade e a frequência de probabilidade da mesma (Tucci, 2002).

Poço tubular profundo: Poço tubular ou poço profundo. Poço circular de diâmetro reduzido, perfurado com equipamento especializado formando uma estrutura hidráulica que, bem projetada e construída, permite a extração econômica de água de camadas profundas do subsolo constituídas por um ou mais aquíferos. O poço é revestido internamente com tubos denominados geomecânicos a fim de evitar a entrada de água indesejável e não permitir o desmoronamento de camadas instáveis de terreno que foram atravessados, e também de tubos com filtros por onde afluí a água. São sempre outorgáveis, independentes da vazão

Poço: (1) É a obra de engenharia que dá acesso ao aquífero para retirada de água subterrânea; consistindo de: perfuração, revestimento, filtro, pré-filtro, moto-bomba, vedação; e pode ser: escavado; cravado; perfurado; podendo ser penetrado até a base do aquífero. (2) Cavidade para a captação de água.

Poluente: Forma de matéria ou energia, agente químico, biológico ou físico, águas residuais, despejos industriais ou outras substâncias prejudiciais ou indesejáveis que, direta ou indiretamente, deterioram a qualidade das águas superficiais ou subterrâneas ou causam poluição.

Predadores: Animais (raramente plantas) que se alimentam de outros animais.

Preservação: Ato de tornar intocáveis os recursos naturais e os recursos hídricos, preservando-os para as futuras gerações. Não se deve confundir com "proteção" e "conservação", que permitem o uso e aproveitamento racional. Veja também as definições de *PROTEÇÃO* e *CONSERVAÇÃO*.

Q

Q95 Vazão de referência determinada estatisticamente, garantida em 95% do período de tempo em um ponto do corpo d'água. Veja também a definição de *VAZÃO DE REFERÊNCIA*.

Q_{MLT}: É a média das vazões anuais de todo o histórico dos dados disponíveis. Normalmente utilizada como referência na definição de vazões disponíveis para estudos de captação a fio d'água ou disponibilidades hidroenergéticas.

R

Ravinamento: (1) **Processo de formação e funcionamento de ravinas, que são escavações da superfície dos terrenos causadas e controladas pela atuação de fluxos d'água concentrados pelo escoamento superficial. Podem ter origem ou aceleração por**

intervenções humanas não controladas ou mal planejadas. (2) Processo de formação de sulco no terreno por erosão pluvial

Recarga de aquífero: (1) Alimentação de um aquífero por infiltração direta e/ou por infiltração subsequente ao escoamento. (2) Infiltração de águas através do solo, alimentando a água subterrânea. (3) Água pluvial superficial ou de outros aquíferos, que são absorvidas e adicionadas a um aquífero, indo constituir a reserva de água subterrânea.

Reciclagem: Obtenção de materiais a partir de resíduos, introduzindo-os de novo no ciclo da reutilização com a finalidade de reduzir o lixo industrial e doméstico. Reaproveitamento de algum material.

Recursos minerais: incluem os cálculos das reservas e de todos outros depósitos minerais potencialmente viáveis, ou que são desconhecidos ou não econômicos até o presente, mas que podem vir a ser no futuro.

Registro arqueológico: Referência genérica aos objetos, artefatos, estruturas e construções produzidas pelas sociedades do passado, inseridas em determinado contexto.

Rejeito: definido como material descartado proveniente de plantas de beneficiamento de minério.

Reservas minerais: incluem cálculos com base em corpos de minério em produção, minérios conhecidos por sondagem ou outros métodos, ou cuja existência é simplesmente inferida em um determinado lugar.

Reuso Alternativa mais racional para satisfazer as demandas menos exigentes de uso, em que a água, após o uso, é utilizada novamente em outra atividade, como usar as águas domésticas servidas mais de uma vez após tratamento, realizar o reuso industrial ou agrícola, liberando as águas de melhor qualidade para usos mais restritivos nobres, como o abastecimento público e dessedentação de animais. Veja também a definição de *REUTILIZAÇÃO*.

Riqueza: Medida do número de espécies em determinada unidade de amostragem. É um dos componentes da diversidade.

Riquezas de espécie: Quantifica o número de espécie por unidade de área.

Rocha mãe: É aquela que dá origem a um determinado tipo de solo através do intemperismo.

Royalties: é uma palavra de origem [inglesa](#) que se refere a uma importância cobrada pelo proprietário de uma [patente](#) de produto, processo de [produção](#), [marca](#), entre outros, ou pelo autor de uma obra, para permitir seu uso ou comercialização.

S

Salinidade Concentração de sais minerais dissolvidos na água que infiltram no solo, geralmente por meio da irrigação. Veja também a definição de *SALINIZAÇÃO*.

Sangradouro: local por onde o excesso de água acumulada no reservatório de uma barragem é extravasado de forma segura, de montante para jusante. Também chamado de vertedouro. É o "ladrão" do reservatório.

Savana Estépica: é o termo utilizado para um tipo especial de vegetação que cresce sobre afloramento rochoso de ferro, "canga hematítica". Apresenta peculiaridades quanto a sua ocorrência, exclusiva do ambiente de canga, que lhe confere grande importância do ponto de vista da conservação.

Sedimentação: Deposição pela ação da gravidade de material suspenso (areia, terra, detritos, substâncias, etc.), levado pela água, água residuária ou outros líquidos. A sedimentação ocorre normalmente quando a velocidade do líquido se reduz ao ponto abaixo do qual o líquido consegue transportar o material suspenso. Quanto menor a velocidade, maior a sedimentação. A sedimentação é o processo que causa o assoreamento dos cursos d'água, que provoca o preenchimento ou elevação do leito de um canal ou rio. Veja também as definições de *ASSOREAMENTO*, *ÁGUA RESIDUÁRIA* e *LEITO DE RIO*.

Serrapilheira: denominação aplicada à camada superficial de material orgânico que recobre os solos consistindo de folhas, caules, ramos, cascas, frutas e galhos mortos, em diferentes estágios de decomposição, em uma mata. Liteira.

Sinclinal: [Dobra](#) côncava em uma sequência de camadas com sucessão estratigráfica normal, onde as camadas mais jovens subsistam em posição superior.

Sistema aquífero: O domínio aquífero contínuo; ou seja, as partes ou unidades estão contidas por limites (finito) e estão ligadas hidraulicamente (dinâmico).

Sítio arqueológico: Menor unidade do espaço passível de investigação, fundamental na classificação dos registros arqueológicos, dotada de objetos (e outras assinaturas) intencionalmente produzidos ou rearranjados que testemunham os comportamentos das sociedades do passado.

Subsidência: Abatimento de parte da crosta terrestre, em razão de movimentação tectônica, principalmente.

Surgência Fonte hídrica natural de água subterrânea que brota nos pontos onde o nível freático se encontra com a superfície do terreno. Veja também a definição de *FONTE HÍDRICA* e *NÍVEL FREÁTICO*.

T

Talude: (1) Plano que imita lateralmente tanto um aterro como uma escavação. (2) A face inclinada de um corte ou aterro. (3) Superfície inclinada de um terreno na base de um morro ou de uma encosta do vale, onde se encontra um depósito de detritos.

Talvegue Linha imaginária que percorre a parte mais funda do leito de um curso d'água ou de um vale. O termo significa "caminho do vale".

Taxa de emissão: **a massa de um poluente lançado para a atmosfera por unidade de tempo.**

Térmitas: Termo que identifica os insetos, denominados de cupins, agindo em áreas rurais de regiões inter-tropicais.tropicais.

Turbidez: (1) Medida de transparência de uma amostra ou corpo d'água, em termos de redução de penetração da luz, devido à presença de matéria em suspensão ou substâncias coloidais. (2) Medida da penetração da luz na água, que é influenciada pela presença de material fino em suspensão e substâncias coloidais. A turbidez alta é uma barreira à penetração dos raios solares, prejudicando a biota que realiza fotossíntese e diminuindo a taxa de oxigênio dissolvido na água.

U

Unidades de conservação: Áreas naturais, incluindo seus recursos ambientais e as águas jurisdicionais, legalmente instituídas pelo Poder Público, com limites definidos e características relevantes, com objetivos de conservação e sob regime especial de administração, as quais se aplicam regras legais, com garantias adequadas de proteção.

V

Valor Histórico: As cavernas têm servido como abrigo e morada ao longo dos séculos e muitas vezes representam referenciais históricos para a comunidade local ou mesmo para o país. Algumas cavernas foram marcos importantes para a pesquisa científica brasileira, enquanto outras receberam a visita e apresentam vestígios de personagens ilustres de nossa história.

Vazão: Volume de água que passa por uma seção de um rio ou canal durante uma unidade de tempo. Usualmente é medido em litros por segundo (l/s), em metros cúbicos por segundo (m³/s) ou em metros cúbicos por hora (m³/h). Sinônimo: CAUDAL.

Vereda: Ambiente natural úmido, típico do domínio do Cerrado, que se caracteriza comumente pela presença do Buriti, palmeira encontrada em meio a agrupamentos de espécies vegetais de porte arbóreo e arbustivo. As Veredas estão localizadas sobre solos hidromórficos, junto a pequenos cursos d'água, e são cercadas por campo limpo. Por lei, a Vereda e o Cerrado, no seu entorno até 50 m da borda da área úmida, não devem ser desmatados.

Vertente: (1) Planos ou declives variados que divergem das cristas ou dos interflúvios, enquadrando o vale. Nas zonas de planície, muitas vezes, as vertentes podem ser abruptas e formarem gargantas. (2) Declive lateral de uma elevação pelo qual escoam as águas.

Vetores: Animais transmissores de vírus, bactérias, protozoários ou helmintos patogênicos para outros seres vivos.

Voçoroca: (1) Escavação profunda originada pela erosão superficial e subterrânea, geralmente em terreno arenoso; às vezes atinge centenas de metro de extensão e dezenas de profundidades. (2) Forma de erosão caracterizada por grande buraco no solo, que aumenta pela ação da chuva e das intempéries (sol, vento, etc.) e se alarga pelo desbarrancamento das bordas. (3) A voçoroca é considerada uma forma de erosão acelerada, que expõe o solo e produz grande quantidade de material (areia, lama, pedra, etc.) que é carregado pelas enxurradas para os corpos hídricos.

Z

Zoneamento ambiental Integração sistemática e interdisciplinar da análise ambiental no planejamento dos usos do solo, com o objetivo de definir a melhor gestão dos recursos ambientais identificados. Como instituto jurídico, o conceito se restringe à destinação administrativa da terra, fixada ou reconhecida a diversas modalidades de uso humano.

Zoneamento ecológico-econômico Instrumento que orienta o planejamento do território, buscando vincular as características socioambientais à implantação de atividades econômicas. O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) deve ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas. Ele estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população.

14. BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A. N. Geomorfologia da região. In: ALMEIDA R., J. M. G. (org). Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento. São Paulo, Brasiliense. cap. 5, p. 88-124. 1986
- ADIS, J. 2002. *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Pensoft Publishers. Sofia, Moscow.
- ADLER, S. & TEODOR, O. Transmission of disease agents by Phlebotominae sand flies. *Ann Rev Entomol* 2: 203-226. 1957.
- AGOSTI, D.; ALONSO, L.E.; MAJER, J.D. & SCHULTZ, T.R. The ALL Protocol. A standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity.*: 204-206, 231-269. 2000.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. Manejo e monitoramento de recursos pesqueiros: perspectivas para o Reservatório de Segredo. In: Agostinho, A.A.; Gomes, L.C. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá, EDUEM. p. 319-364. 1997.
- AGUIAR L, M. S.; MACHADO, R. B. e MARINHO-FILHO. J. A diversidade biológica do Cerrado. Pp. 17- 40, In: Cerrado: ecologia e caracterização (LMS Aguiar e AJA Camargo, eds.). Planaltina, Distrito Federal, Embrapa Cerrados; Brasília, Embrapa Informação Tecnológica. 2004.
- AGUIAR, G.M. & MEDEIROS, W.M. 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. cap. 3: 207-256. 2003.
- ALBUJA V., L. 1983. Murciélagos del Ecuador. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, Depto. Cien. Biol., xii + 285pp. + map.
- ALBUQUERQUE, J.M. Identificação de plantas invasoras de cultura da região de Manaus. *Acta Amazonica*, v.10, p.47-95, 1980.
- ALEIXO, A. E POLETTO, F. Birds o an open vegetation enclave in southern Brazilian Amazonia. *Wilson Journal of Ornithology* 119 (4): 610-630. 2007.
- ALENCAR, A.R.; COSTA, W.J.E.M. Description of two new species of the catfish genus *Trichomycterus* from southeastern Brazil (Siluriformes: Trichomycteridae). *Zootaxa*, v. 744, p. 1-8. 2004.
- ALENCAR, A.R.; COSTA, W.J.E.M. *Trichomycterus pauciradiatus*, a new catfish species from the upper rio Paraná basin, southeastern Brazil (Siluriformes: Trichomycteridae). *Zootaxa*, v. 1269, p. 43-49. 2006.
- ALLAN, J.D. *Stream Ecology - Structure and Function of Running Waters*. Chapman & Hall, New York. 1995.
- ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S. & MARINONI, L. Coleta. In: ALMEIDA, L. M., RIBEIRO-COSTA, C. S. & MARINONI, L. Manual de Coleta, Conservação, Montagem e Identificação de Insetos. 1ª ed. Holos, Ribeirão Preto, Cap.2, p. 5-35. 1998.
- ALONSO, L.E.; AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; & SCHULTZ, T.R. Ants as indicators of diversity: *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity.* (ed., pp. 80-88, 231-269. 2000.
- ALVES, C.C.S; ALVES, J.M.; SILVA, T.M.S.; CARVALHO, M.G.; JACOB NETO, J. Atividade alelopática de alcalóides glicosilados de *Solanum crinitum* Lam. *Floresta e Ambiente*, v. 10, n.1, p.93 - 97, 2003.
- ALVES, L.C.P.S.; ANDRIOLO. A. Camera traps use on the mastofauna survey of Araras Biological Reserve, IEF-RJ. *Revista Brasileira de Zoociências* 7 (2): 231-246. 2005.

- AMORIM, R. M.; HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L. & NESSIMIAN, J. L. Distribuição espacial e temporal das larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) na seção ritral do rio Cascatinha, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. *Lundiana* 5 (2):119-127. 2004.
- ANDERSEN N. M. Cladistics, historical biogeography and a check list of gerrine water striders (Gerridae) of the World. *Steenstrupia* 21: 93–123. 1995
- ANDERSEN, A.N. Using ants as bioindicators: Multiscale issues in ant community ecology. *Conservation Ecology* 1: www.consecol.org/vol11/iss11/art18. 1997.
- ANDERSEN, A.N.; HOFFMANN, B.D.; MULLER, W.J. & GRIFFITHS, A.D. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. *Journal of Applied Ecology* 39: 8-17. 2002.
- ANDERSEN, N. M. Phylogenetic Inference as Applied to the Study of Evolutionary Diversification of Semiaquatic Bugs (Hemiptera: Gerromorpha). *Systematic Zoology* 28 (4): 554-578. 1979.
- ANDERSEN, N. M. The semiaquatic bugs (Hemiptera, Gerromorpha): phylogeny, adaptations, biogeography and classification. *Entomonograph*. Vol.3. Scandinavian Science Press LTD, Klampenborg, Denmark. 455p. 1982.
- ANDRADE, R. & V. MAHNERT. 2003. A new cavernicolous pseudoscorpion of the genus *Spelaeobochica* Mahnert, 2001 (Pseudoscorpiones, Bochicidae) from Brazil (São Paulo State). *Revue Suisse de Zoologie*, 110(3): 541-546.
- ANDRADE, R. & V. MAHNERT. 2003. A new cavernicolous pseudoscorpion of the genus *Spelaeobochica* Mahnert, 2001 (Pseudoscorpiones, Bochicidae) from Brazil (São Paulo State). *Revue Suisse de Zoologie*, 110(3): 541-546.
- ANDRADE, R. 2007. Fauna cavernícola da FLONA Carajás, Pará. p.106. II Encontro Brasileiro de Estudos do Carste. Resumos.
- ANDRADE, R. 2008. Estudos bioespeleológicos na área da Várzea do Lopes, Nova Lima, MG. Carste/Gerdau. Inédito.
- ANGERMEIER, P.L. & KARR, J.R. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Environ. Biol. Fishes* 9: 117-135. 1984.
- ANJOS, M.B.; ZUANON, J. Sampling effort and fish species richness in small terra firme forest streams of central Amazonia, Brazil. *Neotrop. ichthyol.* v.5, n.1:45-52, 2007.
- ARAÚJO, O.J.B., MAIA R.G.N., 1991. *Serra dos Carajás, Folha SB- 22-Z-A*. Relatório Final. CPRM, Rio de Janeiro, 136p.
- ARAÚJO, O.J.B., Maia, R.G.N., Jorge João, X. da S., Costa, J.B.S. 1988. A megaestruturação Arqueana da Folha Serra dos Carajás. *In: Congr. Latinoamericano de Geol.*, 1, Belém, *Anais*, p. 324-338.
- ARAÚJO, R.B.; GARUTTI, V. Biologia reprodutiva de *Aspidoras fuscoguttatus* (Siluriformes, Callichthyidae) em riacho de cabeceira da bacia do Alto Rio Paraná. *Iheringia, Série Zoológica*, v. 92, n. 4, p. 89-98. 2002.
- ARCADIS-Tetraplan. Relatório de Controle Ambiental e Plano de Controle Ambiental – RCA/PCA para Licenciamento do Núcleo Urbano de Carajás/PA: ARCADIS-Tetraplan, São Paulo. 2007.
- ARNDT, H. A Critical Review of the Importance of Rhizopods (Naked and Testate Amoebae) and Actinopods (Heliozoa) in Lake Plankton. *Marine Microbiology Food Webs*, Paris, v. 7, p. 3-29, 1993.
- ARRHENIUS, O. Species and area. *Journal of Ecology* 9:95-99, 1921.
- 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.
- ATZINGEN, N.V. Espeleologia, Relatórios da 1.^a e 2.^a Etapas de Campo em Carajás- Serra Sul/ Corpo D, FCCM – NEM. 2004 e 2005. (Inédito).
- ATZINGEN, N.V.; CRESCÊNCIO, G. 1999. Estudos espeleológicos em Serra Pelada, Curionópolis – PA. *Boletim Informativo da Fundação Casa da Cultura de Marabá*, 1: 63-72.
- ATZINGEN, Noé Von - Espeleologia, Relatórios da 1.^a e 2.^a Etapas de Campo em Carajás- Serra Sul/ Corpo D, FCCM – NEM. 2004 e 2005. (Inédito).
- ATZINGEN, V. N.; CRESCÊNCIO, G. 1999. Estudos espeleológicos em Serra Pelada, Curionópolis – PA. *Boletim Informativo da Fundação Casa da Cultura de Marabá*, 1: 63-72.
- AVELAR, V. G.; LAFON, J. M.; CORREIA Jr., F. C.; MACAMBIRA, E. M. B. (1999) O magmatismo arqueano da região de Tucumã – Província Mineral de Carajás: novos resultados geocronológicos. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 29, n. 4, p. 453-460.
- AVILA-PIRES, T.C.S. HOOGMOED, M.S. & VITT, L.J. 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. 2007.
- ÁVILA-PIRES, T.C.S. Lizards of Brazilian Amazônia (Reptilia: Squamata), *Zoologische Verhandelingen*. 706p. 1995.
- AYENSU, E.S. Biological and morphological aspects of the Velloziaceae. *Biotropica*, v.5, n.3, pp.135-149, 1973.
- AZEVEDO, A.C.R., SOUZA, N.A., MENEZES, C.R.V., COSTA, A.C., COSTA, S.M., LIMA, J.B. & RANGEL, E.F. Ecology of sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in North of State of Mato Grosso, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 97: 459-464. 2002.
- AZEVEDO, M. S. et al. Avaliação tripanosomicida e antimicrobiana do extrato etanólico do *Solanum Jamaicense* Mill., *Solanum cf. crinitum* Lam. e *Solanum cf. rugosum* Dunal. In: XVIII Simpósio de plantas medicinais do Brasil, Cuiabá, 2002.
- AZEVEDO-RAMOS, C. & GALATTI, U. Patterns of amphibian diversity in Brazilian Amazonia: conservation implications. *Biological Conservation* 103:103-111. 2002.
- AZEVEDO-RAMOS, C.; CARVALHO JR., O. & NASI, R. Animal indicators – a tool to assess biotic integrity after logging tropical forests? IPAM, CIFOR e NAEA. Belém. 68p. 2006.
- BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M. & NESSIMIAN, J. L. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé River Basin, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 61(2): 249-258. 2001.
- BARBIERI, A.J. 1993. *Depósitos minerais secundários das cavernas Santana, Pérolas e Lage Branca, Município de Iporanga, São Paulo*. Instituto de Geociências da USP, 96p. Dissertação de Mestrado.
- BARBOSA, O.; ANDRADE RAMOS, J. R.; GOMES, F. A.; HEMBOLD, R. Geologias estratigráficas, estrutural e econômica da área do “Projeto Araguaia”. MME DNPM. 95p. (Monografia). 1996
- BARNEBY, R.C. 1991. Sensitivae censitae, a description of the genus *Mimosa* L. (Mimosaceae) in the New World. *Memoirs of The New York Botanical Garden* 65: 1-835.
- BARROS, C. E. M.; MACAMBIRA, M.J.B.; BARBEY, P. 2001. Idade de zircão do Complexo Granítico Estrela: relações entre magmatismo, deformação e metamorfismo na Província Mineral de Carajás. . In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZONIA, 7. Belém, SBG-NO. CD-ROM.
- BARROS, M.M. Contribuição ao estudo palinológico das Leguminosae dos arredores de Fortaleza, Ceará. I: sub-família Mimosoideae. *Revista Brasileira de Biologia* 26: 385-399. 1966.

- BARROS, P. L. C. - Estudo fitossociológico de uma floresta tropical úmida no Planalto de Curuá-Una, Amazônia brasileira. Tese de doutoramento, UFPR, 1986.
- BEASLEY, C. Zoobentos: Relatório final. Diagnóstico ambiental do EIA/RIMA UHE Belo Monte. Universidade Federal do Pará. 22p. 2001.
- BECKER B.K. Amazônia: Geopolítica na virada do III milênio. Garamond, Rio de Janeiro, 172 pp. 2004.
- BECKER, B. K. Síntese das Políticas de Ocupação da Amazônia. Lições do Passado e Desafios do Presente. No prelo. Brasília: MMA/SCA. 2000.
- BECKER, B.K. Revisão das Políticas de Ocupação Amazônica: É Possível identificar Modelos para projetar Cenários? Parcerias estratégicas, Brasília, 12:135-159, 2001.
- BECKER, F.G. Distribuição e abundância de peixes de corredeiras e suas relações com características de habitat local, bacia de drenagem e posição espacial em riachos da Mata Atlântica (Bacia do Rio Maquiné, RS). São Carlos: UFSCar. 190 p. 2002.
- BECKER, R. G.; PAISE, G.; BAUMGARTEN, L. C. & VIEIRA, E. M. Estrutura de comunidades de pequenos mamíferos e densidade de *Necromys lasiurus* (Rodentia, Sigmodontinae) em áreas abertas de Cerrado no Brasil central. Mastozoologia Neotropical 14 (2): 157-168. 2007.
- BEISIEGEL, V.R.; BERNARDELLI, A.L.; DRUMOND, N.F.; RUFF, A.W.; TREMAINE, J.W.1993. Geologia e recursos minerais da serra dos Carajás. *Revista Brasileira de Geociências* 3:215-242. 208
- BENETTI, C. J. & HAMADA, N. Fauna de coleópteros aquáticos (Insecta: Coleoptera) na Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazônica* 33 (4): 701-710. 2003.
- BENSON, W.W. & BRANDÃO, C.R.F. 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. 1987.
- BERNARD, E., FENTON, M.B., 2003. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 35 (2), 262-277.
- BICCA-MARQUES, J.C.; GARBER, P.A. Experimental Field study of the relative costs and benefits to wild Tamarins (*Saguinus fuscicollis* and *Saguinus imperator*) of exploiting contestable food patches as single and mixed species troops. *American Journal of Primatology*, 60: 139-153. 2003.
- BICCA-MARQUES, J.C.; SILVA, V.M.; GOMES, D.F. Ordem Primates, p. 101-148. In: N.R. REIS; A.L. PERACCHI; W.A. PEDRO & I.P. LIMA (EDS.), Mamíferos do Brasil. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 437 p. 2006.
- BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. (Organizadores). Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil. São Carlos: Editora Rima, 508p. 2006.
- BIODIVERSITAS. 2008. Lista Vermelha da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Biodiversitas, Belo Horizonte.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. Threatened birds of the world 2004. CD-ROM. Cambridge, UK: BirdLife International. 2004.
- BOBADILLA, U.L.; FERRARI, S. F. Habitat use by *Chiropotes satanas utahichae* and syntopic platyrrhines in eastern Amazonia. *American Journal of Primatology* 50:215-224. 2000.
- BOBOT, T. & HAMADA N. Plecoptera genera of two streams in Central Amazonia, Brazil. *Entomotropica*, 17(3): 299-301. 2002.
- BOLTON, B. A new general catalogue of the ants of the world. Harvard University Press, Cambridge, MA. 1995.

- BOLTON, B.; ALPERT, G.; WARD, P.S. & NASKRECKI, P. Bolton's Catalogue of Ants of the World: 1758-2005 (CD-ROM). Harvard University Press, Cambridge. 2007.
- BONALDO, A. B.; C. A. RHEIMS & A. D. BRESCOVIT. Four new species of *Drymusa* Simon, 1891 (Araneae, Drymusidae) from Brazilian Oriental Amazônia. (em preparação).
- BONALDO, A.; PINTO-DA-ROCHA, R. 2003. On a new species of *Cryptocellus* from Brazilian Amazon (Arachnida, Ricinulei). *Revista Ibérica de Aracnologia*, Zaragoza, v. 7, p. 103-108, 2003.
- BOOM, B. M. A forest inventory in Amazonian Bolivia. *Biotropica* 18(4): 413-425, 1986.
- BORDIGNON, M. O.; CÁCERES, N. C.; FRANÇA, A. O.; CASELLA, J. AND VARGAS, C. F. Inventário da mastofauna no Complexo Aporé-Sucuriú; p. 129-142. *In* T. C. S. Pagotto and P. R. Souza (ed.). *Biodiversidade do complexo Aporé-Sucuriú: subsídios à conservação e manejo do bioma Cerrado*. Campo Grande: Editora da UFMS. 2006.
- BORELLI, L.D. & AB'SÁBER, A.: problemas da Amazônia brasileira. *Dossiê Amazônia Brasileira*. *Estudos Avançados* vol.19, nº53. 2005.
- BORGES, S.H. 2007. Rarity of birds in the Jaú National Park, Brazilian Amazon. *Animal Biodiversity and Conservation*. , 29, p.179 - 189, 2007.
- BORGES, S.H. Species poor but distinct: bird assemblages in white sand vegetation in Jaú National Park, Amazonian Brazil. *Ibis*, London , 146: 114-124. 2004.
- BORROR, D. J. & DELONG, D. M. *Introduction to the Study of Insects*. 7th. ed. Thomson Brooks/ Cole. 864 p. 2005.
- BORROR, D. J. & DELONG, D. M. *Introdução ao estudo de insetos*. Ed. Edgard Blucher. São Paulo, 653p. 1969.
- BOWDEN, D.J. 1980. 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.
- BOZELLI, R.L. Composition of the Zooplankton Community of Batata and Mussurá Lakes and of the Trombetas River, State of Pará, Brazil. *Amazoniana*, v. 12, n. 2, p. 239-261, 1992.
- BRAGA, P.I.S. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta Amazônica. *Supl. Acta Amazonica*, 9:53-80, 1979.
- BRANCO, S. M. *Poluição e Piscicultura*. Com. Inter. Bacia Paraná-Uruguaí. São Paulo, SP. 25 p. 1997.
- BRANDORFF, G.O.; KOSTE, W.; SMIRNOV, N.N. The Composition and Structure of Rotiferan and Crustacean Communities of the Lower Rio Nhamundá, Amazonas, Brasil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 17, p. 69-121, 1982.
- BRANDT MEIO AMBIENTE. *Estudo de Impacto Ambiental - EIA - Projeto 118 - Lavra e Beneficiamento do Minério oxidado de Cobre*. Canaã dos Carajás, PA, VALE. 2002.
- BRANDT MEIO AMBIENTE. *Projeto 118 - Lavra e Beneficiamento de Minério Oxidado de Cobre*. Canaã dos Carajás. 2003.
- BRANDT, W. 1988. Espeleologia aplicada aos estudos de impacto ambiental. *Anais do Congresso de Espeleologia da América Latina e Caribe*, Belo Horizonte, p.197-207.
- BRESCOVIT, A. D., A. B. BONALDO & C. A. RHEIMS. 2004. A new species of *Drymusa* (Araneae, Drymusidae) from Brazil. *Zootaxa* 697: 1-5.
- BRESCOVIT, A. D., A. B. BONALDO, R. BERTANI & C. A. RHEIMS. 2002. Araneae. Pp. 303-343. *In*: Adis, J. (Ed). *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Pensoft Publishers. Sofia, Moscow.

- BRITTO, M.R. *Aspidoras depinnai* (Siluriformes: Callichthyidae): a new species from northeastern Brazil. *Copeia*, v. 4, p. 1048-1055. 2000.
- BRITTO, M.R. Two new species of the genus *Aspidoras* from Central Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, v. 8, p. 359-368. 1998.
- BRITTO, M.R.; LIMA, F.C.T.; MOREIRA C.R. *Aspidoras velites*, a new catfish from the upper Rio Araguaia basin, Brazil (Teleostei: Siluriformes: Callichthyidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, v. 115, n. 4, p. 727-736 2002.
- BRITTO, M.R.; LIMA, F.C.T.; SANTOS, A.C. A new *Aspidoras* (Siluriformes: Callichthyidae) from rio Paraguaçu basin, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 3, n. 4, p. 473-479. 2005.
- BROWER, J.E. & ZAR J.H. *Field and laboratory methods for general ecology*. WM.C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa. 1977.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. *Field and laboratory methods for general ecology*. W.C. Brown Company Publishers, Iowa. 1990.
- BUCKLEY, R.C. Interactions involving plants, homoptera and ants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 18: 111-135. 1987.
- BUDKE, J.C.; GIEHL, E.L.H.; ATHAYDE, E.A.; EISINGER, S.M.; ZÁCHIA, R.A. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 18, p. 581-589, 2004.
- BUENO, A. A. P.; BOND-BUCKUP, G. B. & FERREIRA, B. D. P. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20: 115-125. 2003.
- BURGESS, W.E. *An atlas of freshwater and marine catfishes*. T.F.H. Publications, Boca Raton. 800p. 1989.
- BUZZI, Z. J. & MIYAZAKI, R. D. *Entomologia didática*. 3ed. Curitiba: UFPR, 306 p. 1999.
- CABRERA, M.R. & COLANTONIO, S. E. Taxonomic Revision Of The South America Subspecies Of The Turtle *Kinosternon Scorpioides*. *Journal Of Herpetology* 31(4): 507-513. 1997.
- CAIN, S.A. The species-area curve. *The American Midland Naturalist*, v.19: 573-581, 1938.
- CAIN, S.A.; Castro, G.M.O. *Manual of vegetation analysis*. Harper & Brothers, New York. 1959.
- CAIRNS JR., J.; McCORMICK, P. V.; NIEDERLEHNER, B. R. A proposal framework for developing indicators of ecosystem health. *Hydrobiologia*, v.263, p.1-44, 1993.
- CALIJURI, M. C.; ALVES M. S. A.; SANTOS, A. C. A. *Cianobactérias e Cianotoxinas em Águas Continentais*. São Carlos, SP. Editora Rima. 118 p. 2006.
- CARAMASCHI, E. P. *Distribuição da Ictiofauna de Riachos das Bacias do Tiête e do Paranapanema, Junto ao Divisor de Águas (Botucatu - SP)*. Tese de Doutorado, Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos. 245 p. 1986.
- CARVALHO, J.M.U. *Avaliação do potencial antimalárico da espécie vegetal Bauhinia pulchella Benth.* 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Enfermagem) - Universidade Federal de Alagoas, 2004.
- CARVALHO, K.S. & VASCONCELOS H.L. Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter- dwelling ants. *Biol. Cons.* 91: 151-158. 1999.
- CASATTI, L.; VERONEZI JR., J.L.; FERREIRA, C.P. Dieta do cascudo *Aspidoras fuscoguttatus* (Ostariophysi, Callichthyidae) em riachos com diferentes características limnológicas e estruturais. *Biota Neotropica*, v. 9, n. 1, 10p. 2009.

- CASPERS, H. The relationship of saprobial conditions to massive population of tubificids. In: Brinkhurst, R.O & Cook, D.G. (Eds.). *Aquatic Oligochaete Biology*. New York and London: Plenum Press. pp. 501-505. 1971.
- CASTRO, E.M.R. & MARIM, R.E.A. Amazônia Oriental: territorialidade e meio ambiente. In: "Reestruturação do Espaço Urbano e Regional no Brasil". São Paulo, Ed. HUCITEC, p. 121-148, 1993.
- CAVALCANTE, A.; NASCIMENTO, H.E.M.; ROLIM, S.G.; RIBEIRO, R.A. Inventário Florestal em 8.868 ha da Floresta Ombrófila no entorno de Serra Sul da Floresta Nacional de Carajás (PA). Relatório Técnico VALE, 2008.
- CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. Disponível em: www.cbro.org.br. Consultado em agosto de 2009.
- CECAV/IBAMA, Termo de referência para elaboração de Estudos Espeleológicos vinculados ao EIA/RIMA, 2004.
- CEMA. *Estudo de Impacto Ambiental - Projeto Níquel do Vermelho*. Relatório. Rio de Janeiro, VALE. 2004.
- CERQUEIRA, N. L., Distribuição geográfica dos mosquitos da Amazônia (Diptera: Culicidae: Culicinae). *Rev. Brasil. Entomol.*, 10:111-168. 1961.
- CHABERT, C. & COURBON, P. 1997. *Atlas des cavités non calcaires du monde*. Union Internationale de Spéléologie, Au Pré de Madame Carle, 109 p.
- CHAPMAN, M.G. & UNDERWOOD, A.J. Evaluating accuracy and precision of species-area relationships for multiple estimators and different marine assemblages. *Ecology*, 90(3): 754-766, 2009.
- CHARDEZ, D. Documents Iconographiques Sur Les Thecamoebiens (Protozoa, Rhizopoda, Testacea). 22p, 1963.
- CHEIDA, C.C., NAKANO-OLIVEIRA, E.; FUSCO-COSTA, R.; ROCHA-MENDES, F.; AND QUADROS., J. Ordem Carnívora, p. 231-275. In: N.R. REIS; A.L. PERACCHI; W.A. PEDRO & I.P. LIMA (EDS.), *Mamíferos do Brasil*. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 437 p. 2006.
- CHERRETT, J.M. The biology, pest status and control of leaf-cutting ants. *Agric. Zool. Rev.* 1: 1-27. 1986
- CIENTEC – Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas. *Mata nativa 2: Manual do usuário*. Viçosa: Cientec, 2006. 295 p.
- CLETO FILHO, S. E. N. & WALKER, I. Efeitos da ocupação urbana sobre a macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé da cidade de Manaus/AM – Amazônia Central. *Acta Amazônica* 31 (1): 69-89. 2001.
- COLEMAN, B.D., MARES, M.A., WILLIG, M.R. & HSIEH, Y.. Randomness, area and species richness. *Ecology* 63:1121-1133. 1982.
- COLWELL, R. K. & CODDINGTON, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London [Biology]*, 345:101-118.
- COLWELL, R. K. 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>. 2006.
- COMPANHIA VALE DO RIO DOCE – VALE. *Província Mineral de Carajás – Serra Norte Platô N5 Sul – Gruta do Pequiá Diagnóstico Arqueológico*. Elaborado por: Scientia Consultoria Científica. 2005.
- COMPANHIA VALE DO RIO DOCE – VALE. *Estudos Ambientais do Complexo Minerador de Carajás*. Parauapebas-PA. 2003.

- COMPANHIA VALE DO RIO DOCE – VALE. Estudos Ambientais do Projeto Salobo - Diagnóstico Ambiental Parcial – Elaborado por: Golder Associates Brasil Ltda. Belo Horizonte, 2003.
- COMPANHIA VALE DO RIO DOCE – VALE. Relatório Técnico - Programa 100 MTPA. Rio de Janeiro, VALE. 2005.
- CONDE, B. & J. Adis. 2002. Palpigradi. Pp. 363-366. In: Adis, J. (Ed). *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Pensoft Publishers. Sofia, Moscow.
- CONDIT, R.; HUBBELL, S.P.; LAFRANKIE, J.V.; SUKUMAR, R.; MANOKARAM, N.; FOSTER, R.B.; ASHTON, P.S. Species-area and species-individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. *Journal of ecology*, v.84, p.549-562, 1996.
- CONSOLI, R.G.B. & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Principais Mosquitos de Importância sanitária no Brasil. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, 228 pp. 1994.
- CONSTANTINO, R.; BRITTEZ, R. M.; CERQUEIRA, R. Causas naturais. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). *Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 43-63.
- COSSON, J.F.; PONS, J.M. & MASSON, D. 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and necatrive bats in French Guiana. *J. Trop. Ecol.* 15: 515–534.
- COSTA, L. P.; LEITE, Y. L. R.; MENDES, S. L. & DITCHFIELD, A. D. Mammal conservation in Brazil. *Conservation Biology* 19 (3): 672-679. 2005.
- COSTA, S. M. DA, M. CECHINEL, V. BANDEIRA, J. C. ZANNUNCIO, R. LAINSON, E. F. RANGEL. *Lutzomyia (Nyssomyia) whitmani* s.l. (Antunes & Coutinho, 1939) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae): geographical distribution and the epidemiology of American cutaneous leishmaniasis in Brazil – Mini-review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 102(2): 1-5. 2007.
- COSTA, V. B.; COSTA, S. D.; CAMARGO, M. As Algas. In: CAMARGO, M. (Org.) *Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do Médio rio Xingu (Uma abordagem ecológica)*. Belém: Eletronorte, p. 41-62. 2008.
- COUCEIRO, S. R. M.; HAMADA, N.; LUZ, S. L. B.; FORSBERG, B. R. & PIMENTEL, T. P. Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil. *Hydrobiologia* 575: 271–284. 2007.
- COUTO, H.T.Z. Métodos de Inventário da Biodiversidade de Espécies Arbóreas. Relatório Final, Biota Fapesp, Esalq/USP, 2005.
- CRACRAFT, J. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: areas of endemisms. *Ornithological Monographs*, Lawrence, 36: 49-84. 1985.
- CSIRO. 1991. *The insects of Australia: a textbook for students and research workers*. Melbourne University Press. 1137p.
- CULVER, D. C. & H. WILKENS. 2000. Critical review of the relevant theories of the evolution of subterranean animals. Pp. 381-398. In: Wilkens, H, D.C. Culver & W.F. Humphreys (Eds.), *Ecosystems of the world - subterranean biota*. Elsevier, Amsterdam. 791 p.
- CULVER, D. C. 1982. *Cave life: Evolution and Ecology*. Harvard University Press, Cambridge. 189 p.
- CULVER, D.C.; & BEATTIE, A.J.; Effects of ant mounds on soil chemistry and vegetation patterns in a Colorado montane meadow. *Ecology* 64: 485-492. 1983.
- CUNHA, O.R. - Nascimento, F.P.do, Avila-Pires, T.C.S. Os Répteis da área de Carajás. Pará, Brasil (Testudines e Squamata). *Publicações Avulsas n°40 do M.P.E.G.* 1985
- CUNHA, O.R. & NASCIMENTO, P. Ofidios da Amazônia. As cobras da região do Pará. *Bol. Mus. Para. E. Goeldi.* 9: 1-191. 1993.

- CUNHA, O.R. Uma nova espécie de quelônio, *Kinosternon scorpioides carajasensis* da Serra dos Carajás, Pará. (Testudinata, Kinosternidae). Boletim do Museu paraense Emilio Goeldi, Sér. Zool. (73). 1970.
- CUNHA, O.R., NASCIMENTO, F.P. & ÁVILA-PIRES, T.C.S. 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. 1985.
- DALY, J.W., BROWN, G.B. & MENSAH-DWUMAH, M. Classification of skin alkaloids from neotropical poison-dart frogs (Dendrobatidae). *Toxicon* 16 (1978), pp. 164–168. 1978.
- DANTAS, I.C.; GUIMARÃES, F.R. Plantas medicinais comercializadas no município de Campina Grande, PB. *Revista de Biologia e Farmácia*, v.1, n.1, 2007.
- DANTAS, I.C.; SOUZA, C.M.C. Arborização urbana na cidade de Campina Grande, PB: inventário e suas espécies. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.4, n.2, 2004.
- DANTAS, M. Studies on succession in cleared areas of Amazonia rain forest. Oxford: Oxford Univ., 1989. 397p. Ph.D. Thesis.
- 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.
- DATASUS. Indicadores e Dados Básicos Municipais, 2000, 2005, 2006, 2007.
- De PAULA, J.E. Madeiras da Caatinga úteis para produção de energia. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, v. 28, n. 2, p.153-165, 1993.
- DE PINNA, M. C. C. Phylogenetic relationships of Neotropical Siluriformes (Teleostei: Ostariophysi); historical overview and synthesis of hypotheses, p. 279–330. In: Malabarba, L.R.; Reis, R.E.; Vari, R.P.; Lucena, Z.M.S.; Lucena, C.A.S. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. EDIPUCRS, Porto Alegre. 603p. 1998.
- DE PINNA, M.C.C.; WOSIACKI, W.B. 2003. Family Trichomycteridae. In: Reis, R.E., Kullander, S.O.; Ferraris Jr., C.J. *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*, EDIPUCRS, Porto Alegre. 742p.
- DECU, V.; C. JUBERTHIE & M. D. ANDREI. 1998. Reptilia. Pp. 1245-1247. In: Juberthie, C. & V. Decu (eds.). *Encyclopaedia Biospeologica*. Moulis, Bucarest. 1373 p.
- DECU, V.; C. JUBERTHIE & M. D. ANDREI. 1998. Reptilia. Pp. 1245-1247. In: Juberthie, C. & V. Decu (eds.). *Encyclopaedia Biospeologica*. Moulis, Bucarest. 1373 p.
- DEFLANDRE, G. Thécamoebiens. In: GRASSÉ, P.P. (Ed.). *Traité de Zoologie*. Paris: Masson Edit., p. 97-149, 1953.
- DEL HOYO, J.; A. ELLIOT E J. SARGATAL. *Handbook of the Birds of the World*. New World Vultures to Guineafowl. Barcelona, Linx Edicions, vol. 2, 638p. 1993.
- DEL HOYO, J.; A. ELLIOT E J. SARGATAL. *Handbook of the Birds of the World*. Sandgrouse to Cuckoos. Barcelona, Linx Edicions, vol, 4, 679p. 1997.
- DEL HOYO, J.; A. ELLIOT E J. SARGATAL. *Handbook of the Birds of the World*. Barn-Owls to Hummingbirds. Barcelona, Linx Edicions, vol. 5, 759p. 1999.
- DEL HOYO, J.; A. ELLIOT E J. SARGATAL. *Handbook of the Birds of the World*. Mousebirds to Hornbills. Barcelona, Linx Edicions, vol. 6, 589p. 2001.
- DEL HOYO, J.; A. ELLIOT E J. SARGATAL. *Handbook of the Birds of the World*. Jacamars to Woodpeckers. Barcelona, Linx Edicions, vol. 7, 613p. 2002.
- DEL HOYO, J.; A. ELLIOT E J. SARGATAL. *Handbook of the Birds of the World*. Hoatzin to Auks. Barcelona, Linx Edicions, vol. 3, 821p. 1996.
- DEL HOYO, J.; A. ELLIOT E J. SARGATAL. *Handbook of the Birds of the World*. Ostrich to Ducks. Linx Edicions, Barcelona, vol. 1, 696p. 1992.

- 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.
- DESSEN, E. M. B.; V. R. ESTON; M. S. SILVA; M. T. Temperini-Beck & E. Trajano. 1980. Levantamento preliminar da fauna de cavernas de algumas regiões do Brasil. *Ciência e Cultura*, 32 (6): 714 - 725.
- DESUTTER-GRANDCOLAS, L.; C. Di Russo, C. & V. Sbordoni. 1998. Orthoptera. p. 977-1001. *In*: 205
- DIAGONAL URBANA. Diagnóstico Integrado da Socioeconomia do Sudeste do Pará, 2006.
- DIAGONAL URBANA. Relatório de Diagnóstico do Plano Diretor Participativo do Município de Parauapebas, 2006.
- DIEHL, E.; SACCHETT, F.; ALBUQUERQUE, E.Z. Riqueza de formigas de solo na praia da Pedreira, Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. *Rev. Bras. entomol.* vol.49, n.4:552-556, 2005.
- DOCEGEO. Revisão lito-estratigráfica da Província Mineral de Carajás. CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 35. Anais. Belém, SBG: 10-54. Anexo, 1988
- DOMINGUEZ, E., HUBBARD, M.D. & PESCADOE, M.L. Los Ephemeroptera em Argentina. *Fauna de Agua Dulce de La Republica Argentina* 33(1): 1-142. 1994.
- DORR, J.N. 1964. Supergene iron ores of Minas Gerais, Brazil. *Economic Geology* 59: 1203-1240.
- DORR, J.N. 1969. Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *United States Geological Survey Professional Paper* 641-A, 110p.
- DRAKE, C. J. & HARRIS, H. M. Notas sobre Hebridae del Hemisfério Occidental (Hemiptera). Instituto del Museo de la Universidad Nacional de La Plata, Tomo 8 (64): 40-58. 1943.
- DRAKE, C. J. & HUSSEY, R. F. Concerning Some American *Microvelia* (Hemiptera: Veliidae). *The Florida Entomologists* 34 (4): 137-145. 1951.
- DRING, M. I. *The Biology of Marine Plants*. Cambridge: Cambridge University Press, 199p. 1992.
- DTDIE/INEP/MEC. Mapa do Analfabetismo no Brasil: Indicadores do Censo Demográfico de 2000 e do Censo Escolar de 2000, 2003.
- DUELLMAN, W.E. The Biology of an Equatorial Herpetofauna in Amazonian Ecuador. *Miscellaneous Publications University of Kansas Museum of Natural History*, 65: 1-352. 1978.
- DUSSART, B.H.; DEFAYE, D. Copepoda - Introduction to the Copepoda. *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*, 7. (H.J.F. Dumont - coordinating editor). The Hague: SPB Academic Publishing, 277p, 1995.
- EISENBERG, J. H. & REDFORD, K. H. *Mammals of the Neotropics – The Central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolívia, Brazil*. University of Chicago Press. 307p. 1999.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. *Manual de Identificação de Cladóceros Límnicos do Brasil*. Brasília: Editora Universa/UCB, 155p, 1997.
- EMMONS, L. H. & FEER, F. *Neotropical Rainforest Mammals – a field guide*. Ed. The University of Chicago Press. 307p. 1997.
- ESPINDOLA, E.L.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; RIETZLER, A.C.; TUNDISI, J.G. Spatial Heterogeneity of the Tucuruí Reservoir (State of Pará, Amazonia, Brazil) and the Distribution of Zooplanktonic Species. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, n. 2, p. 179-194, 2000.

- ESTADO DO PARÁ/Municípios de MARABA e PARAUPEBAS, 2005/2006. Sites dos Órgãos Administrativos. SEFA (Secretaria da Fazenda), SEOF (Secretaria de Gestão Orçamentária e Financeira), SEICOM (Secretaria de Indústria, Comércio e Mineração), SECULT (Secretaria de Cultura). Informações Setoriais.
- ESTADO DO PARÁ/SEOF, 2005. Secretaria de Estado de Gestão Orçamentária e Financeira. Site de Estatísticas Municipais.
- ESTEVES, F. A. Fundamentos de Liminologia. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda. 602 p. 1998.
- FARIAS, R.R.S.; CASTRO, A.A.J.F. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. *Acta bot. bras.* 18(4): 949-963. 2004.
- FARRAND, W.R. 2001. Sediments and stratigraphy in rockshelters and caves: a personal perspective on principles and pragmatics. *Geoarchaeology*, v.16, n.5, p. 537-557. GOLDER ASSOCIATES BRASIL LTDA. 2005. Relatório de Controle Ambiental – RCA – Projeto Serra Norte – 100 Mtpa. 1460p.
- FENTON, M. B.; ACHARYA, L.; AUDET, D.; HICKEY, M. B. C.; MERRIMAN, C.; OBRIST, M.K. & SYME, D.M. 1992. Phyllostomid bats as indicators of habitat disruption in the neotropics. *Biotropica*, 24(3): 440-446.
- FERRARI, F.D.; BOWMAN, T.E. Pelagic Copepods of the Family Oithonidae (Cyclopoida) from the East Coasts of Central and South America. *Smithsonian Contributions to Zoology*, v. 312, p. 1-27, 1980.
- FERRARI, S. F.; SANTOS, R.R.; SILVA, S.S.B.; VEIGA, L.M. Manejo de Populações do Cuxiú, *Chiropotes satanas*, um primata amazônico ameaçado de extinção, na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Pará. Relatório não publicado, apresentado à Fundação o Boticário de Proteção à natureza. 2002.
- FERREIRA, L.V.; PRANCE, G.T. Species richness and floristic composition in four hectares in the Jaú National Park in upland forests in Central Amazonia. *Biodiversity and Conservation*, 7: 1349-1364, 1998.
- FERREIRA, L.V.; SÁ, R.L.; BUSCHBACHER, R.; BATMANIAN, G.; SILVA, J.M.C.; ARRUDA, M.B.; MORETTI, E.; SÁ, L.F.S.N.; FALCOMER, J.; BAMPI, M.I. Identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade por meio da representatividade das unidades de conservação e tipos de vegetação nas ecorregiões da Amazônia brasileira. In: Veríssimo, A.; Moreira, A.; Sawyer, D.; Santos, I.; Pinto, L.P.; Capobianco, J.P.R. (Eds). *Biodiversidade na Amazônia Brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios*. Instituto Socioambiental e Estação Liberdade, São Paulo, p.268-286, 2001.
- FERREIRA, L.V.; Venticinque, E.; Almeida, S.S. *O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas*. *Estudos Avançados*, 19(53), 2005.
- FERREIRA, R.L. 2005. A vida subterrânea nos campos ferruginosos. *O Carste*, 17(3).
- FERREIRA-PERUQUETTI, P. S. & GESSNER, A. F. Comunidade de Odonata (Insecta) em áreas naturais de Cerrado e monocultura no nordeste do Estado de São Paulo, Brasil: relação do uso do solo e a riqueza faunística. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20: 219-224. 2003.
- FIGUEIREDO, A.A.. As formas de intervenção pública na apropriação e uso do espaço amazônico. In: *Geografia e Questão Ambiental*. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Geografia, 166p. 1993.
- FINDLEY, J. S. 1993. Bats: a community perspective. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- FITTKAU, E.J. & KLINGE, H. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica* 5: 2-14. 1973.

- FLATHER, C. Fitting species-accumulation functions and assessing regional land use impacts on avian diversity. *Journal of Biogeography* 23, 155–68. 1996.
- FOLGARAIT P.J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation* 7: 1221-1244. 1998.
- FONTANETTI. 1999: Synopsis of Brazilian cave-dwelling millipeds (Diplopoda). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 41 (18): 259-287.
- FORATTINI, O.P. *Culicidologia Médica*, vol 2, EDUSP, S.Paulo, 860 pp. 2002.
- FRAIHA H, SHAW JJ, LAINSON R. Phlebotominae brasileiros. II *Psychodopygus wellcomei*, nova espécie antropófila de flebótomo do grupo squamiventris do sul do Estado do Pará Brasil (Diptera: Psychodidae. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 69: 489-500. 1971.
- FRANÇA, J.T. Estudo da sucessão secundária em áreas contíguas a mineração de cassiterita na Floresta Nacional do Jamarí – RO. Dissertação de mestrado, ESALQ/USP, 169p., 1991.
- FREITAS, J.C.; FERNANDES, M.E.B. Uso de plantas medicinais pela comunidade de Enfarrusca, Bragança, Pará. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, Belém, v.1, n.3, p.11-26, 2006.
- FRISON, S. Diversidade de espécies arbóreas em capões, Pantanal Sul: relações com a área e o isolamento das manchas florestais. Dissertação de Mestrado, UFMS, 2007
- FROEHLICH, C. G. Outros Insetos. In: Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: invertebrados de água doce. Joly, C. A. & Bicudo, C. E. de M. (Org.). São Paulo: FAPESP, Cap.24, p. 162-168. 1999.
- GALATI, E A B, Sistemática dos Phlebotominae (Diptera:Psychodidae) das Américas. Tese de Doutorado, FSP/USP, 199 pp. 1990.
- GALVÃO, A.L.A., DAMASCENO, R.G., MARQUES, A.P. Algumas observações sobre a biologia de anofelinos de importância epidemiológica de Belém/Pará. *Arq Hig Saúde Pública* 12: 51-111. 1942.
- GARCIA, Q. S. Aspectos fisiológicos de três espécies de Velloziaceae, durante os processos de dessecação e reidratação. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.
- GARCIA, Q.S.; DINIZ, I.S.S. Comportamento germinativo de três espécies de *Vellozia* da Serra do Cipó, MG. *Acta Bot. Bras.*, v.17, n.4, pp.487-494, 2003.
- GARDNER, A.L. 1977b. Feeding habits. In R. J. Baker, J. K. Jones, Jr., and D. C. Carter (eds.), *Biology of the bats of the New World family Phyllostomatidae*, p. II. Spec. Publ. Mus. Texas Tech Univ. 16: 293–350.
- GENTRY, A.H. An overview of tropical phytogeographic patterns with an emphasis on Amazonia. *Anais do Simpósio do Trópico Úmido*, Embrapa/CPATU, v2, p.19-35, 1986.
- GHIZONI JR., I. R.; LAYME, V. M. G.; LIMA, A. P. & MAGNUSSON, W. E. Spatially explicit population dynamics in a declining population of the tropical rodent, *Bolomys lasiurus*. *Journal of Mammalogy* 86 (4): 677-682. 2005.
- GIANNINI VIDAL, Isabelle. Estudos do Componente Indígena. Projeto Serra Sul – Mina/Usina. Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos LTDA Belo Horizonte/Minas Gerais. Novembro 2008.
- GIANNINI VIDAL, Isabelle. Xikrin Rompem com Modelo Predatório e Defendem Manejo Sustentável. In: Povos Indígenas no Brasil. São Paulo: Instituto Socioambiental, 1996.
- GIANNINI VIDAL, Isabelle; INGLEZ DE SOUSA, Cássio. Estudo Etnoecológico na Terra Indígena Xikrin do Catete. Relatório Final elaborado para Onça Onça Puma, Julho/2005.

- GIANNINI, Isabelle. Proposta de gestão integrada atendendo solicitação da FUNAI/MPF/Vale/Xikrin, 2004.
- GIARETTA, A.A. & KOKUBUM, M.N.D.C. A New Species of *Pseudopaludicola* (Anura, Leptodactylidae) from Northern Brazil. *Zootaxa* 383: 1-8. 2003.
- GIRARDI-DEIRO, A.M.; GONÇALVES, J.O.N. e GONZAGA, S.S. Campos naturais ocorrentes em diferentes solos no município de Bagé, RS. *Fisionomia e composição florística*. Iheringia, Sér. Bot., v.42, p. 55-79, 1992.
- GLEASON, H.A. On the relation between species and area. *Ecology*, 3, 158–162, 1922.
- GNASPINI, P. & E. TRAJANO, 2000. Guano communities in tropical caves. Case study: Brazilian caves. p. 251 - 268. In: Wilkens, H, D.C. Culver & W.F. Humphreys (Eds.), *Ecosystems of the world - subterranean biota*. Elsevier, Amsterdam. 791 p.
- GNASPINI, P. & E. TRAJANO. 1994. Brazilian cave invertebrates, with a checklist of troglomorphic taxa. *Revista Brasileira da Entomologia*, 38 (3/4): 549 - 584.
- GNASPINI, P. & S. M. HOENEN. 1999. Considerations about the troglophilic habit: the cave cricket model. *Mémoires de Biospéologie*, 26: 151-158.
- GNASPINI, P. 1996. Population ecology of *Goniosoma spelaeum*, a cavernicolous harvestman from southeastern Brazil (Arachnida: Opiliones: Gonyleptidae). *Journal of Zoology*, 239(3): 417-435.
- GNASPINI, P. 2004. Guano communities. Pp. 276-283. In: Culver, D.C. & W.B. White (Eds.), *Encyclopedia of caves*. Elsevier, Amsterdam. 680 p.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. Estudo de Gestão Ambiental Territorial – EGAT. Volume III, Anexo II - Diagnóstico do Meio Biótico. Rio de Janeiro, RJ. Pp: 25-60. 2007.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. Projeto área mínima de canga: Estudo da similaridade das paisagens de savana estépica da região de Carajás, PA. Belo Horizonte. 2009.
- GOLDER ASSOCIATES. Diagnóstico Ambiental - Projeto Salobo (RV-039-5130-1310-0067-00-B). *Relatório*. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2004.
- GOLDER ASSOCIATES. Estudo Ambiental e Plano Básico Ambiental (PBA) da ampliação da lavra de Minério de Ferro da Mina N5. 2005.
- GOLDER ASSOCIATES. Estudos Ambientais do Complexo Minerador Carajás – Minas de Ferro N4 e N5, Mina de Manganês do Azul e Núcleo Urbano. 2003.
- GOLDER ASSOCIATES. Relatório de Controle Ambiental (RCA) e Plano de Controle Ambiental (PCA) para atividades de lavra de minério de ferro da Mina N-5. *Relatório*. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2005.
- GOLDER. 2008. Estudos de Similaridade das Savanas Estépicas – primeira aproximação.
- GOLDER. 2009. Estudos de Similaridade das Savanas Estépicas – segunda aproximação.
- GONÇALVES, H.P. Avaliação da atividade larvicida do *Solanum crinitum* Lam. e *Solanum rugosum* Dunal frente a larvas de *Aedes aegypti*, *Anopheles darlingi* e *Culex quinquefasciatus*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2003.
- GOSSE, J.P. Révision du genre *Retroculus* (Castelnau, 1855) (Pisces, Cichlidae) désignation d'un néotype de *Retroculus lapidifer* (Castelnau, 1855) et description de deux espèces nouvelles. Bulletin, Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, v. 47, n. 43, p. 1-13. 1971.
- GOULART, M. & CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, 2(1): 1-9. 2003.

- GRAIPEL, M. E; CHEREM, J. J; MONTEIRO-FILHO, E. & GLOCK, L. Dinâmica populacional de marsupiais e roedores no parque municipal da lagoa do Peri, Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil. *Mastozoologia Neotropical* 13 (1): 31-49. 2006.
- GUILD, P.W. 1957. Geology and Mineral Resources of the Congonhas District. *United States Geological Survey Professional Paper* 290, 90 p.
- GUILHERME, F.A.G. Efeitos do regime de inundação e de bambus na dinâmica da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua no sul de Minas Gerais. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1999.
- GUIRY, M. D. Algaebase. Disponível em: <www.algaebase.org>. Acesso em: 20 de maio de 2008.
- GULLAN, P. J. & CRANSTON, P. S. The insects: an outline of entomology. London. Chapman & Hall. 491p. 1996.
- HAFFER, J. Avian species richness in tropical South America. *Studies in Neotropical Fauna and Environment*, 25: 157-183. 1990.
- HAFFER, J. Distribution of Amazon forest birds. *Bonner Zoologische Beitrage*, Boon, 29: 38-78. 1978.
- HAKKARI, L. On The Productivity and Ecology of Zooplankton and Its Role as Food for Fish in Some Lakes in Central Finland. *Biol. Res. Rep. Univ. Hyvaskyla*, v.4, p.3-87, 1978.
- HAMADA, N.; McCREADIE, J. W. & ADLER, P. H. Species richness and spatial distribution of blackflies (Diptera: Simuliidae) in streams of Central Amazonia, Brazil. *Freshwater Biology*, 47: 31-40. 2002.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., AND RYAN, P. D. 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. 2001.
- HANDLEY, C.O. 1967. Bats of the canopy of an Amazonian forest. *Atas Simp. Biota Amazonica (Zool.)*, 5: 211-215.
- HARMAN, W. Oligochaeta. *In: Hurlbert, S.H. & Villalobos-Figueros, A. (Eds.). Aquatic Biota of México, Central America and the West Indies. SanDiego: San Diego State University. pp.162-165. 1982.*
- HARRIS, G.P. Phytoplankton ecology; structure, function and fluctuation. London: Chapman & Hall. 384p. 1986.
- HE, F. & LEGENDRE, P. On species-area relations. *American Naturalist*, 148, 719-737, 1996.
- HERD, R. M. 1983. *Pteronotus parnellii*. *Mammalian Species*, 209: 1-5.
- HERNANDEZ, D. V. & COOK, J. L. Key to Pleidae of North America (Hemiptera: Pleidae). 93^o ESA annual meeting. Milwaukee, Wisconsin, 39-49. 2008
- HERRING, J. L. The Aquatic and Semiaquatic Hemiptera of Northern Florida: Part 2: Veliidae and Mesoveliidae. *The Florida Entomologist* 33 (4): 145-150. 1950.
- HERZOG, S.K., KESSLER, M. & CAHILL, T.M. Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data. *Auk*, 119, 749-769. 2002.
- HILL, C.; FORTI, P. 1997. Cave Minerals of the World. *National Speleological Society*, 463p.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA, A. Morphological variation of *Keratella cochlearis* (Gosse) (Rotatoria) in several Masurian lakes of different trophic level. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, v. 19, n. 3, p. 253-264, 1972.
- HÖLDOBLER, B. & WILSON, E.O. The Ants. Belknap Press, Cambridge, Mass. 1990.

- HOLSINGER, J. R. & D. C. CULVER. 1988. The invertebrate cave fauna of Virginia and a part of Eastern Tennessee: Zoogeography and ecology. *Brimleyana*, 14: 1 - 162.
- HOPKINS, B. The concept of minimal area. *Journal of Ecology* 45:441-449, 1957.
- HOWARTH, F. G. 1980. The zoogeography of specialized cave animals: A bioclimatic model. *Evolution*, 34: 394-406.
- HUHN, S.R.B., Santos, A.B.S., Amaral, A.F., Ledshan, E.J., Gouveia, J.L., Martins, L.P.B., Montalvão, R.G.M., Costa, V.G. 1988. O terreno “granito-greenstone” da região de Rio Maria – sul do Pará. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 35, Belém, Anais, 3: 1438-1452
- HUNGERFORD, H. B. The Corixiidae of the Western Hemisphere (Hemiptera). *The University of Kansas Science Bulletin* 32: 1-827. 1948.
- HUNT, G.W.; CHEIN, S.M. Seasonal Distribution, Composition and Abundance of the Planktonic Ciliata and Testacea of Cayuga Lake. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 98, p. 257-266, 1983.
- HÜPPOP, K. 2000. How do cave animals cope with the food scarcity in caves?. Pp. 159-188. In: Wilkens, H, D.C. Culver & W.F. Humphreys (Eds.), *Ecosystems of the world - subterranean biota*. Elsevier, Amsterdam. 791 p.
- HYNES, H.B.N. *The Ecology of Running Waters*. Toronto: University of Toronto Press, 1976.
- IAV. 2004. Levantamento fitossociológico na área de N5 Sul. Relatório interno VALE.
- IAVRD - Instituto Ambiental Vale do Rio Doce. Diagnóstico de Fauna – Floresta Ombrófila, Floresta Nacional de Carajás. Parauapebas, PA. 46pp. 2005.
- IBAMA. *Plano de Manejo para Uso Múltiplo da Floresta Nacional de Carajás*. Companhia Vale do Rio Doce, STCP - Engenharia de Projetos LTDA, 2003.
- IBAMA. *Plano de Manejo para Uso Múltiplo da Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri*. Companhia Vale do Rio Doce, STCP - Engenharia de Projetos LTDA, 2006.
- IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Manuais técnicos em geociências. Rio de Janeiro, Secretaria de Planejamento. Orçamento e Coordenação, Diretoria de Geociências, Departamento de Recursos naturais e Estudos Ambientais, 93p, 1992.
- IBGE. *Mapa de vegetação do Brasil*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1:5.000.000 Projeção Policônica, 3ª edição, 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censos Agropecuários, 1995/96 e 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censos Demográficos, PA. 2000. Contagem da População, PA. 2007, 2008 e 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censos Demográficos 1970, 1980, 1991 e 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Contagem Populacional, 2001-2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Informações gerais sobre os municípios da microrregião de Parauapebas. 2008 e 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. *Plano de Manejo para Uso Múltiplo da Floresta Nacional de Carajás*. Brasília, DF. 2003.
- INSTITUTO PARAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IDESP. 1990. In: “Municípios Paraenses”.
- IPEADATA. Indicadores Sociais, 1991, 2000.
- IPEADATA. PIB Municipal. 2000 e 2005.

- IUCN. 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 27 October 2009.
- JACOBI, C.M.; CARMO, F.F.; VINCENT, R.C. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no quadrilátero ferrífero, MG. *Revista Árvore*, v.32, n ., pp.345-353, 2008.
- JESUS, A. J. S; CAMARGO, M.; AQUINO, T. C.; BARROS, E. Macroinvertebrados aquáticos. *In: Camargo, M; Chilardi Jr., R. Entre a terra, as águas e os Pescadores do médio rio Xingu-uma abordagem ecológica.* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Belém. PP. 157-156. 2009.
- JESUS, R. M. & ROLIM, S. G. Fitossociologia da floresta atlântica de tabuleiro em Linhares (ES). *Boletim Técnico SIF* 19: 1-149, 2005.
- JUBERTHIE, C. & V. DECU (Eds.), *Encyclopaedia biospeologica*. Société de Biospéologie, Moulis, Bucarest.
- JUBERTHIE, C. 2000. The diversity of the karstic and pseudokarstic hypogean habitats in the world. Pp. 17-40. *In: Wilkens, H, D.C. Culver & W.F. Humphreys (Eds.), Ecosystems of the world - subterranean biota.* Elsevier, Amsterdam. 791 p.
- JUBERTHIE, C.; V. DECU, C. & C. RADULESCU. 1994. Mammalia. p. 1257-1266. *In: Juberthie, C. & V. Decu (Eds.), Encyclopaedia biospeologica II.* Société de Biospéologie, Moulis, Bucarest.
- KALIF, K.A.B.; AZEVEDO-RAMOS C.; MOUTINHO, P. & MALCHER, S.A.O. The effect of logging on the ground-foraging ant community in eastern Amazonia. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 36: 215-219. 2001.
- 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.
- KAPOS, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* 5, 173-185.
- KARKANAS, P. et al. 1999. Mineral assemblages in Theopetra, Greece: a framework for understanding diagenesis in a prehistoric cave. *Journal of Archaeological Science* 26:1171-1180.
- KATTAN, G.H. Rarity and vulnerability: the birds of the Cordillera Central of Colombia. *Conservation Biology*, 6: 64-70. 1992.
- KEELEY, J. E. & FOTHERINGHAM, C. J. Species-area relationships in Mediterranean climate plant communities. *Journal of Biogeography*, 30, 1629-1657, 2003.
- KEMPF, W.W. Catálogo abreviado das formigas da região Neotropical. *Studia Ent.* 15: 1-344. 1972.
- KIKUCHI, R. M. & UIEDA, V. S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. *In: Ecologia de Insetos Aquáticos.* Nessimian, J. L. & Carvalho, A. L.(eds). Series Oecologia Brasiliensis, Vol. 5. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro. 310 p. 1998.
- KORNING, J. & BALSLEV, B. Growth Rates and Mortality Patterns of Tropical Lowland Tree Species and the Relation to Forest Structure in Amazonian Ecuador. *Journal of Tropical Ecology*, v10, n2, p.151-166, 1994.
- KOSTE, W. Rotatoria: Die Rädertiere Mitteleuropas. Berlin/Stuttgart: Gebrüder Borntraeger, 474p., 1978.

- KOTSCHOUBEY, B. & LEMOS, V.P. Considerações sobre a origem e gênese das bauxitas da Serra dos Carajás. SIMPÓSIO GEOLOGIA AMAZÔNIA, 2. Anais. Belém, SBG/NN, 3:48-61, 1985.
- KREBS, C.J. Ecological methodology. Harper Collins Publ. 654 pp. 1989.
- KREMEN, C.; COLWELL, R. K.; ERWIN, T. L.; MURPHY, D. D.; NOSS, R. F. & SANJAYAN, M. A. Terrestrial arthropod assemblages: Their use in conservation planning. *Conservation Biology*, 7 (4): 796-808. 1993.
- KRONBERG, S.L; MALECHEK, J.C. Relationships Between Nutrition and Foraging Behavior of Free-Ranging Sheep and Goats. *J Anim Sci.* 75:1756-1763, 1997.
- KULLANDER, S.O. Family Cichlidae. In: Reis, R.E., Kullander, S.O.; Ferraris Jr., C.J. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America, EDIPUCRS, Porto Alegre. 742p. 2003.
- KULLANDER, S.O.; NIJSSEN, H. The Cichlids of Surinam. Brill, Leiden. 256p. 1989.
- KUMAR, A. & DALBY, A.P. Identification Key for Holocene Lacustrine Arcellacean (Thecamoebian) Taxa. Available from: <<http://www.uic.edu/orgs/paleo/homepage.html>>. (accessed: 8 Nov. 2005), 1998.
- KURY, A.B. & PÉREZ, G., A., 2003. Estranhos e desconhecidos Laniatores do Brasil — a família Escadabiidae e suas relações filogenéticas (Opiliones). In: Machado, G. & Brescovit, A. (eds), IV Encontro de Aracnólogos do Cone Sul, São Pedro. Programa & Resumos: 122. 206
- LAINSON, R.; SHAW, J.J.; SILVEIRA F.T.; de SOUZA A.A.; BRAGA R.R.; ISHIKAWA E.A. The dermal leishmaniasis of Brazil, with special reference to the eco-epidemiology of the disease in Amazônia. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 89: 435-443. 1994.
- LAMBERT, T. D.; MALCOLM, J. R. & ZIMMERMAN, B. L. Amazonian small mammal abundances in relation to habitat structure and resource abundance. *Journal of Mammalogy* 87 (4): 766-776. 2006.
- LANDAU, E.C.; GONÇALVES-ALVIM, S.J.; FAGUNDES, M.; FERNANDES, G.W. riqueza e abundância de herbívoros em flores de *Vellozia nivea* (Velloziaceae). *Acta bot. bras.*, 12(3): 403-409, 1998.
- LANE, J. Neotropical Culicidae. Univ. S.Paulo, 2 vols, 1112 pp. 1953.
- LATTKE, J.E. A new species of fungus-growing ant and its implications for attine phylogeny (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 1-6. 1999.
- LAURANCE, W.F.; FERREIRA, L.V.; RANKIN-DE MERONA, J.; LAURANCE, S.G. 1998. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology* 79, 2032-2040.
- LENÁ, P.; OLIVEIRA, A.E. (Org.). Amazônia: a fronteira 20 anos depois. 2ª edição, Belém. CEJUP: Museu Paraense Emílio Goeldi, 363 p. 1991.
- LEVEY, D.J. & Byrne, M.M. Complex ant-plant interactions: rain forest ants as secondary dispersers and post-dispersal seed predators. *Ecology* 74: 1802-1812. 1993.
- LIEBMANN, H. Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie. [German] Auflage, München, v.2. p. 1-588, 1962.
- 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.
- LIMA, F.D. 2002. Evolução tectônica da terminação leste da falha Carajás, sul do estado do Pará. Belém. Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências. 96p. (Dissertação de Mestrado).

- LIPS, B.; LIPS, J. 1996. Trois annés au Cameroun. *Echo des Vulcains* 54.
- LOMOLINO, M.V. Elevational gradients of species diversity: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography*, 10, 3–13, 2001.
- LOMÔNACO, C. Predação de sementes de leguminosas por bruquídeos (Insecta: Coleoptera) na serra dos Carajás, Pará, Brasil. *Acta bot. Bras.*, v.8, n.2, p. 121-127. 1994.
- LONGHURST, A.R.; PAULY, D. (Editors). *Ecology of Tropical Oceans*. San Diego: Academic Press, Inc., 407p, 1987.
- LONGINO, J. T.; CODDINGTON, J.; COLWELL, R.K. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. *Ecology*, 83(3):689–702. 2002.
- 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 Botanica Brasilica*, v16, n4, p.443-456, 2002.
- MACAMBIRA J.B. 2003. O ambiente deposicional da Formação Carajás e uma proposta de modelo evolutivo para a Bacia Grão Pará. 217 f. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.
- MACAMBIRA, E. M. B. & VALE, A. G. 1996. Aspectos geológicos e metalogenéticos do “greenstone belts” de Tucumã – Sul do Pará. Ia SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 39. Salvador. Anais, p. 230-232
- MACHADO, A. B. M., MARTINS, C. S. & DRUMMOND, G.M. (eds.). Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção. Incluindo as listas das espécies quase ameaçadas e deficientes de dados. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 2005.
- MACHADO, N.; LINDENMAYER, Z.G.; LINDENMAYER, D. 1988. Geocronologia U-Pb da Província Mineral de Carajás, Pará: resultados preliminares. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GELOGIA, 7, Belém, Anais. Belém, SBG. p. 1468-1477.
- MACIEL, C.S. Lista de culicíneos do Estado de Minas Gerais, Brasil (Diptera, Culicidae). *Rev Bras Malariol D Trop* 14: 465-494. 1962.
- MAGURRAN, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurements*. Princenton University Press. Princenton.
- MAHNERT, V. 2001. Cave-dwelling pseudoscorpions (Arachnida, Pseudoscorpiones) from Brazil. *Revue Suisse de Zoologie*, 108(1): 95-148.
- MAJER, J.D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines at Trombetas, Para, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 12: 257-273. 1996.
- MAJER, J.D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines of Poços de Caldas, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 8: 97-108. 1992.
- MAJER, J.D. Ants: Bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use and land conservation. *Environmental Management* 7: 375-383. 1983.
- MAJER, J.D.; BRENNAN, K.E.C. & MOIR, M.L. Invertebrates and the restoration of a forest ecosystem: 30 years of research following bauxite mining in Western Australia. *Restoration Ecology* 15: S104-S115. 2007.
- MANONI, R.A.; GARELIS, P.A.; TRIPOLE, E.S.; VALLANIA, E.A. Diet and feeding preferences of *Trichomycterus corduwensis* Weyenbergh, 1877 (Siluriformes, Trichomycteridae) in two rivers of the Quinto River basin (San Luis, Argentina). *Acta Limnologica Brasiliensis*, v. 21, n. 2, p. 161-167. 2009.
- MARQUES, A. K. Análise da Diversidade Fitoplanctônica no Reservatório da Usina Hidroelétrica Luis Eduardo Magalhães, no Médio Tocantins - TO: Estrutura da Comunidade, Flutuações Temporais e Espaciais. 2005. 157f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente). Universidade Federal do Tocantins. Palmas, TO. 2005.

- MARQUES-AGUIAR, S., G. F. de S. Aguiar. 2008. Diversidade de morcegos (Mammalia: Chiroptera). Pp. 264-285 in: P. S. De S. Gorayeb (ed.). Parque Martírios-Andorinhas: Conhecimento, História e Preservação. Belém, EDUFPA, 354 p.
- MARTINS, C.F.; LAURINO, M.C.; KOEDAM, D.K.; FONSECA, V.L.I. Tree species used for nidification by stingless bees in the Brazilian Caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). *Biota Neotropica* v.4, n.2, 2004.
- MARTINS, F. R. & SANTOS, F. A. M. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. *Holos* 1:236-267, 1999.
- MARTINS, M. & M.E. OLIVEIRA. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* 6:78-150. 1998.
- MASCHIO, G.F. 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. 2008.
- MASTELLER, E. C. & BUZBY, K. M. Composition and Temporal Abundance of Aquatic Insect Emergence from a Tropical Rainforest Stream, Quebrada Prieta, at El Verde, Puerto Rico. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 66: 133-139. 1993.
- MATEUCCI, S. D.; COLMA, A. La Metodología para El Estudio de La Vegetación. *Coleccion de Monografias Cientificas. Serie Biología*. v. 22, n. 1, p. 1-168, 1982.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; NEUMANN-LEITÃO, S.; AQUENA, L.S.; MIYAHARA, J. Eutrofização da represa de Barra Bonita: Estrutura e organização da comunidade de Rotifera. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 50, n. 4, p. 923-935, 1990.
- MAUFFREY, J. F.; STEINER, C.; CATZEFLIS, F. M. Small-mammal diversity and abundance in a French Guianan rain forest: test of sampling procedures using species rarefaction curves. *Journal of Tropical Ecology*, 23:419-425, 2007.
- MAURITY, C.W. & KOTSCHOUBEY, B. 1995. Evolução recente da cobertura de alteração no Platô N1 – Serra dos Carajás-PA. Degradação, pseudocarstificação, espeleotemas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências da Terra* 7: 331-362.
- McCAFFERTY, W. P. *Aquatic Entomology*. Ed. Jones and Bartlett. Boston, 480p. 1983.
- MCFARLANE, M.J.; Twidale, C.R. 1987. Karstic features associated with tropical weathering profiles. *Zeitschrift fur Geomorphologie Suppl. Bd* 64: 73-95.
- MEC/ INEP. Indicadores Demográficos e Educacionais, 2008. Disponível em <http://portal.mec.gov.br>
- MEC/INEP. Censo Escolar – Educacenso, 2007-2008.
- MEDEIROS, P.S.M. Produtos vegetais ativos contra agentes microbianos: estudos metodológicos particulares de ação contra *Trypanosoma cruzi*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2005.
- MEDELLÍN, R. A.; EQUIHUA, M. & AMIN, M. A. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14(6): 1666-1675.
- MEDRI, I.M.; MOURÃO, G. AND RODRIGUES, F.H. Ordem Xenarthra, p.71-99. In: N.R. Reis; A.L. Peracchi; W.A. Pedro & I.P. Lima (eds.) *Mamíferos do Brasil*. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 437 p. 2006.
- MEIRA NETO, J.A.A.; MARTINS, F.R. Understory structure of Silvicultura forest, a seasonal tropical forest in Viçosa, Brazil. *Revista Árvore*, v. 27, n. 4, p.459-471, 2003.
- MELLO-SILVA, R. Aspectos taxonômicos, biogeográficos, morfológicos e biológicos das Velloziaceae de Grão-Mogol, Minas Gerais, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 14: 49-79, 1995.

- MELO, A. L. & NIESER, N. Faunistical notes on aquatic Heteroptera of Minas Gerais (Brazil): an annotated list of Gerromorpha and Nepomorpha collected near Januária, MG. *Lundiana* 5(1): 43- 49. 2004.
- MELO, A. S. Diversidade de macroinvertebrados em riachos. In: Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Cullen Jr., L.; Rudran. R. & Valladares-Padua, C. (Eds.). Curitiba, Universidade Federal do Paraná, p. 69-90. 2003.
- MELO, S.; HUSZAR, V. L. M. Phytoplankton in an Amazonian Flood-Plain Lake (Lago Batata, Brasil): Diel Variation and Species Strategies. *Journal of Plankton Research*, Oxford University Press, v. 22, n. 1, p. 63-76. 2000.
- MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.Y.; SILVA JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E. Flora Vascular do Cerrado. In: S.M. Sano e S.P. Almeida (Ed.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA - CPAC. Flora vascular do Cerrado, p.289-556, 1998.
- MERRITT, R. W. & CUMMINS, K. W. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 2nd edn. Dubuque, Iowa: Kendal/Hunt. 1984.
- MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. (Ed.). An introduction to the aquatic insects of North America. Dubuque: Kendall/Hunt, cap. 6, p. 74-86. 1996.
- MEYER, F.S. O gênero *Tibouchina* Aubl. (Melastomataceae) no estado do Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- MINISTÉRIO DA FAZENDA/SECRETARIA DO TESOURO NACIONAL. FINANÇAS DO BRASIL. Dados Contábeis dos Municípios, 2002 e 2006.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/area.cfm?id_area=962>, 2007.
- MIRANDA, I.S.; ABSY, M.L.; REBÊLO, G.H. Community Structure of Woody Plants of Roraima Savannas, Brazil. *Plant Ecology*, v.164, n.1, 2003.
- MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., PILGRIM, J., FONSECA, G., KONSTANT, W.R. & BROOKS, T. Wilderness: earth's last wild places. CEMEX, Mexico. 2002.
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente. No. 101, Seção 1, p. 88-97. 2003.
- MONTEIRO, A.M.V. et al. Monitoramento da cobertura vegetal da Amazônia por satélites. INPE, Coordenação Geral de Observação da Terra, São José dos Campos, 2008.
- MORAES, R. A.; SAWAYA, R. J.; BARRELLA, W. Composição e diversidade de anfíbios anuros em dois ambientes de Mata Atlântica no Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo, sudeste do Brasil. *Biota Neotrop.* vol.7, n.2:27-36. 2007.
- MOREIRA, J.R.; PINHEIRO, R.V.L.; PAIVA, R.S. 1986. Novos dados espeleológicos dos platôs N-4 e N-1 da Serra dos Carajás, PA. *Relatório do Grupo Espeleológico Paraense – GEP*.
- MOREIRA, J.R.A. & R.S. PAIVA. 1988. Levantamento bioespeleológico preliminar da Serra dos Carajás – Pará – Brasil. *Anais Congresso de Espeleologia da América do Sul e Caribe*: 142-150.
- MORELLATO, L.P.C., ROSA, N.A. Caracterização de Alguns Tipos de Vegetação Na Região Amazonica, Serra dos Carajás, Pa. *Revista Brasileira de Botânica*, v.14, n.1, p.1-14, 1991.
- MORENO, C. E. Métodos para medir la biodiversidad. Ed. Zaragoza. Espanha, 84p. 2001.
- MORO, R.S.; SILVA, M.A.; DALAZOANA, K.; ALMEIDA, C.G. Perfil Arbóreo e Herbáceo-Arbustivo de Capões no Parque Nacional dos Campos Gerais, Ponta Grossa, PR. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5(1):126-128, 2007.
- MORS, W.B.; RIZZINI, C.T., PEREIRA, N.A. Medicinal Plants of Brazil. 1ª ed. Michigan, USA: Reference Publications, 2000. 501 p.

- MORTATTI, A. F. Colonização por peixes no folhicho submerso: implicações das mudanças na cobertura florestal sobre a dinâmica da ictiofauna de igarapé de terra firme, na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, INPA/UA, Manaus. 94p. 2004.
- MOUTINHO, P.R.S. Note on foraging activity and diet of two Pheidole Westwood species (Hymenoptera: Formicidae) in an area of "shrub canga" vegetation in amazoniam Brazil Revista Brasileira de Biologia 51: 403-406. 1991.
- MPEG – Museu Paraense Emílio Goeldi. Diagnóstico do “Estado da Arte” do conhecimento sobre a fauna da Serra de Carajás. Plano Integrado de Monitoramento e Estudos da Fauna (PIMEF) da região da Serra dos Carajás, Companhia Vale do Rio Doce – VALE, 353p. 2005.
- MUCHMORE, W.B. 1998. Review of the family Bochicidae, with new species and records (Arachnida: Pseudoscorpionida). *Insecta Mundi*, 12: 117-132.
- MÜELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. Aims and Methods of Vegetation Ecology. New York: John Wiley Sons, 547p. 1974.
- MURCIA, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10, 58–62.
- MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI - Relatório Técnico. Estudo e Preservação dos Recursos Naturais e Humanos da Área do Projeto Ferro Carajás - Levantamento Mastozoológico-V1 e V2-Belém. VALE 1986.
- MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI (MPEG) Diagnóstico do “Estado da Arte” do Conhecimento sobre a Fauna da Região da Serra de Carajás. Belém, PA. 353p. 2005.
- NAKA, L. N., COHN-HAFT, M., MALLET-RODRIGUES, F., SANTOS, M. P. D., TORRES, M. F. The avifauna of the Brazilian state of Roraima: bird distribution and biogeography in the Rio Branco basin. *Revista Brasileira de Ornitologia* 14: 197-238. 2006.
- NAKANO-OLIVEIRA, E. Ecologia de mamíferos carnívoros e a conservação da Mata Atlântica na região do complexo Estuarino Lagunar de Cananéia, Estado de São Paulo. Tese de doutorado em Ecologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP. 2006.
- NEVES D.P. Diptera. In: Neves DP, Melo AL, Linardi PM, Vitor RWA. *Parasitologia Humana*. Editora Atheneu, 11ª.edição, 494p. 2005.
- NICHOLS, O.G. & NICHOLS, F.M. Long-term trends in faunal recolonization after bauxite mining in the jarrah forest of southwestern Australia. *Restoration Ecology* 11: 261-272. 2003.
- NIESER, N. & MELO, A. L. Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais: guia introdutório com chave de identificação para as espécies de Nepomorpha e Gerromorpha. Ed. UFMG. Belo Horizonte, 180 p. 1997.
- NIJSSEN, H.; ISBRÜCKER, I.J.H. The South American plated catfish genus *Aspidoras* R. von Ihering, 1907, with descriptions of nine new species from Brazil (Pisces, Siluriformes, Callichthyidae). *Bijdragen Tot De Dierkunde*, v. 46, p. 107–131. 1976.
- NOGRADY, T.; WALLACE, R.L.; SNELL, T.W. Rotifera - Biology, Ecology and Systematics. *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*, 4. (H.J.F. Dumont - coordinating editor). The Hague: SPB Academic Publishing, 142p, 1993.
- NOGUEIRA, A. C. 1995. Análise faciológica e aspectos estruturais da Formação Águas Claras, Região Central da Serra dos Carajás-Pará. Belém, 167p. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará).
- NOGUEIRA, A.C.R., TRUCKENBRODT, W., COSTA, J.B.S., PINHEIRO, R.V.L. 1994. Análise faciológica e aspectos estruturais da Formação Águas Claras, Pré-Cambriano da Serra dos Carajás. *In: Simpósio de Geologia da Amazônia*, 4, Belém, Boletim 2: 363-364
- NOLTE, U. Small water colonizations in pulse stable (varzea) and constant (terra firme) biotopes in the Neotropics. *Archiv für Hydrobiologie*, 113: 541-550. 1988.

- ODUM, E.P. Ecologia. Ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, RJ. 434 p. 1985.
- ODUM, E.P. Fundamentos de Ecologia. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 7ª edição, 927p, 2004.
- OGDEN, C.G.; HEDLEY, R.H. An Atlas of Freshwater Testate Amoebae. Oxford: Oxford University Press, 1980.
- OLIFIERS, N. & CERQUEIRA, R. Fragmentação de Habitat: efeitos históricos e ecológicos. In: ROCHA *et al.* Biologia da Conservação: Essências. São Paulo: Rima. 234-254 pp. 2006.
- OLIVEIRA, A.; MORGAN, F.; MORENO, P.; CALLISTO, M. Inventário da fauna de insetos aquáticos na Estação Ambiental de Peti (CEMIG). In: Anais da ANEEL - Projeto Peti/UFGM. Silveira, F. (Org.). ANEEL: V. 1: 25-30. 2005.
- OLIVEIRA, A.C.M. AND FERRARI, S.F. Seed dispersal by black-handed tamarins, *Saguinus midas niger* (Callitrichinae, Primates): implications for the regeneration of degraded forest habitats in eastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 16 (5): 709-716. 2000.
- OLIVEIRA, J.A.; BONVICINO, C.R. Ordem Rodentia. In: Mamíferos do Brasil. Reis, N.R.; Peracchi, A.L.; Pedro, W.A.; Lima, I.P. (Eds.). Londrina, Br. 437p. 2006.
- OLIVEIRA, P. S. & FREITAS, A. V. L. Ant-plant-herbivore interactions in the neotropical cerrado savanna. *Naturwissenschaften* 91:557-570. 2004.
- OLIVEIRA, P.S.; SILVA, A.F. & MARTINS, A.B. Ant foraging on extrafloral nectaries of *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) in cerrado vegetation: ant as potential antiherbivore agents. *Oecologia* 74: 228-230. 1987.
- OREN, D. C. E NOVAES, F. C. A new subspecies of White Bellbird *Procnias alba* (Hermann) from southeastern Amazonia. *Bull. Brit. Orn. Club.* 1985.
- OREN, D.C. A avifauna da Savana Ferrífera. Pp.: 113-116; In: Desenvolvimento Econômico e impacto ambiental em áreas do trópico úmido brasileiro – a experiência da VALE (Anais do Seminário). Rio de Janeiro. 1987.
- OREN, D.C. Two new subspecies of birds from the Savana vegetation, Serra dos Carajás, Pará, Brazil, and one from Venezuela. *Publ. Avulsas Mus. Paraense Emílio Goeldi* 40: 93-100. 1985.
- PACHECO, J.F., KIRWAN, G.M., ALEIXO, A., WHITNEY, B.M., WHITTAKER, A., MINNS, J., ZIMMER, K., FONSECA, P.S.M., LIMA, M.F. E OREN, D. Na avifaunal inventory of the VALE Serra dos Carajás Project, Pará, Brazil. *Cotinga* 27: 15-30. 2007.
- PAIVA, R.S. & J.R.A. MOREIRA. 1988. Levantamento bioespeleológico preliminar das Grutas do Piriá – Pará – Brasil. *Anais Congresso de Espeleologia da América do Sul e Caribe*: 132-141.
- PAIVA, R.V.S. & BRANDÃO, C.R.F. Nests, worker population, and reproductive status of workers, in the giant queenless ponerine ant *Dinoponera Roger* (Hymenoptera Formicidae),. *Ethology Ecology and Evolution* 7: 297-312. 1995.
- PALMER, A. N. 1991. Origin and morphology of limestone caves. *Geological Society of America Bulletin*, 103:1-21. 209
- PARADELLA, W.R.; Silva, M.F.F.; 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.
- PARDINI, R., DITT, E.H.; CULLEN JR, L.; BASSI C.; AND RUDRAN, R. Levantamento rápido de mamíferos terrestres de médio e grande porte, p.181-201. In: L. CULLEN JR; VALLADARES-PADUA, C. & RUDRAN R. (orgs.). Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. UFPR/Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, 667p. 2003.

- PASSOS, M.I.S.; NESSIMIAN, J.L. & DORVILLÉ, L.F.M. Distribuição espaço-temporal da comunidade de Elmidae (Coleoptera) em um rio da Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ. *Boletim do Museu Nacional*, 509: 1-9. 2003.
- PATTERSON, R.T.; BARKER, T. & BURBIDGE, S.M. Arcellaceans (Thecamoebians) as Proxies of Arsenic and Mercury Contamination in Northeastern Ontario Lakes. *Journal of Foraminiferal Research*, 26(2):172-83, 1996.
- PEÇANHA JÚNIOR, F.B. Avaliação do banco de sementes da floresta de Caxiuanã, município de Melgaço, Pará, Brasil. Dissertação Mestrado, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.
- PEIRÓ, D.F. & ALVES, R.G. Insetos aquáticos associados a macrófitas da região litoral da represa do Ribeirão das Anhumas (Município de Américo Brasiliense, São Paulo, Brasil). *Biota Neotropica*, 6(2): 1-9. 2006. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn02906022006>.
- PEJLER, B. On the variation of the rotifer *Keratella cochlearis* (Gosse). *Zoologic Bidr Uppsala*, v.35, p. 1-17, 1962.
- PEJLER, B. Variation in the genus *Keratella*. *Hydrobiologia*, v. 73, p. 207-213, 1980.
- PENNAK, R.W. Freshwater invertebrates of the United States. New York: John Wiley & Sons. 803 p. 1978.
- PEREIRA, D. L. V. Distribuição e chave taxonômica de gêneros de Gerromorpha e Nepomorpha (Insecta: Heteroptera) na Amazônia Central, Brasil. INPA/UFAM. Manaus, 141 p. 2004.
- PERES, C. Effects of hunting on western Amazonian primates communities. *Biological Conservation* 54: 47-59. 1990.
- PILÓ, L. B. & AULER, A. 2005. Cavernas de minério de ferro e canga de Capão Xavier, Quadrilátero Ferrífero, MG. *O Carste* 17(3):92-105.
- PILÓ, L. B. & AULER, A. 2006. Estudos geoespeleológicos na mina do Pico do Itabirito, MG. MBR. Relatório Inédito, 380p.
- PILÓ, L. B.; AULER, A.; FERREIRA, R.; BAETA, A.; PILÓ, H. 2005. Estudos espeleológicos na mina de minério de ferro de Capão Xavier, Quadrilátero Ferrífero, MG. MBR. Relatório Inédito, 268p.
- PINHEIRO, C.U.B. Extrativismo, cultivo e privatização do jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holm.; Rutaceae) no Maranhão, Brasil. *Acta bot. bras.* 16(2): 141-150, 2002.
- PINHEIRO, R. V. L.; SILVEIRA, L. T.; MAURITY, C. W.; HENRIQUES, A. L. Considerações preliminares sobre a espeleologia da Serra dos Carajás (PA): Relatório do Grupo Espeleológico Paraense - GEP. 138p, 1985
- PINHEIRO, R.V.L.; C.W. MAURITY; A.L. HENRIQUES; L.T. SILVEIRA; J.R.A. MOREIRA; P.R.C. LOPES; O.T. SILVEIRA; R.S. PAIVA; A.L.F.A. LINS; C.U.V. VERÍSSIMO; S.H.S. ARCANJO; D.C. KERN; E.A. KRAUSE; M.F. LIMA-FILHO; J.B.ROCHA; W. SANTOS. 2001. As grutas bauxíticas da Serra do Piriá – PA. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, série Ciências da Terra*, 13: 65-97.
- PINHEIRO, R.V.L.; HENRIQUES, A.L.; SILVEIRA, L.T.; MAURITY, C.W. 1985. Considerações Preliminares sobre a Espeleologia da Serra dos Carajás (PA). *Grupo Espeleológico Paraense*. Relatório inédito, 38p.
- 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.
- PINTO-DA-ROCHA, R. 1995. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907-1994). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 39 (6): 61 - 173.

- PIRES, J.M. *Tipos de Vegetação da Amazônia*. In: Simões, M.F. (ed.) "O Museu no Ano do Sesquicentenário". Publ. Avuls. Mus. Para. Emílio Goeldi, 179-202. 1973.
- PIRES, M.P.; Prance, G.T. The Vegetation Types of the Brazilian Amazon. In: Prance, G.T.; Lovejoy, T.E (eds). *Key environments: Amazonia*. Oxford, Pergamon Press. p.109-145, 1985.
- PLATNICK, N.I. 2002. RICINULEI. Pp. 381-386. In: Adis, J. (Ed). *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Pensoft Publishers. Sofia, Moscow.
- PNUD/IPEA/FJP/FIBGE. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento/ Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/ Fundação João Pinheiro/ Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Índice de desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) – 1991 e 2000. 2003. Disponível em: <<http://www.fjp.gov.br>>.
- POLHEMUS, J. T. & POLHEMUS, D. A. Global diversity of true bugs (Heteroptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*. 595: 379-391. 2008.
- POLHEMUS, J.T. Aquatic and semi aquatic Hemiptera, p.267-297. 1996.
- POMERENE, J.B. 1964. Geology and Ore Deposits of the Belo Horizonte, Ibitité, and Macacos Quadrangles, Minas Gerais, Brazil. *USGS Professional Paper* 341-E, 58 p.
- PORTO, M.L.; SILVA, M.F.F. Tipos de Vegetação Estépica da Área da Serra dos Carajás e Minas Gerais. *Acta Botânica Brasilica*, 3(2):13-21. 1989.
- POUGH, F.H., MAGNUSSON, W.E., RYAN, M.J., TAIGEN, T.L. & WELLS, K.D. Behavioral energetics. In: M.E. Feder and W.W. Burggren, Editors, *Environmental Physiology of the Amphibians*, University of Chicago Press, Chicago. Pp. 395-436. 1992.
- POULSON, T. L. & K. H. LAVOIE. 2000. The trophic basis of subsurface ecosystems. Pp. 231-250. In: Wilkens, H, D.C. Culver & W.F. Humphreys (Eds.), *Ecosystems of the world - subterranean biota*. Elsevier, Amsterdam. 791 p.
- POULSON, T. L. & K. H. LAVOIE. 2000. The trophic basis of subsurface ecosystems. Pp. 231-250. In: Wilkens, H, D.C. Culver & W.F. Humphreys (Eds.), *Ecosystems of the world - subterranean biota*. Elsevier, Amsterdam. 791 p.
- PÓVOA, M.M., CONN, J.E., SCHLICHTING, C.D., AMARAL, J.C.O.F., SEGURA, M.N.O., SILVA, A.N.M., et al. Malaria vectors, epidemiology and the re-emergence of *Anopheles darlingi* in Belém, Pará, Brasil. *J Med Entomol* 40: 379-386. 2003.
- POWER, E.M.; STOUT, R.J.; CUSHING, C.E.; HARPER, P.P.; HAUER, F.R.; MATTHEWS, P.W.J.; MOYLE, P.B.; STATZNER, B.; WAIS DE, I.R. Biotic and abiotic controls in river and stream communities. *Journal of the North American Benthological Society*, v. 7, p. 456-479. 1988.
- PRADO, M. R.; ROCHA, E. C.; GIUDICE, G. M. L.; Mamíferos de médio e grande porte em um fragmento de mata atlântica, Minas Gerais, Brasil. *Revista Árvore*, v.32, n.4. 2008.
- PRANCE, G. T. The phytogeographic subdivisions of Amazonia and their influence on the selection of biological reserves. In: G.T. Prance & T.S. Elias (eds.) *Extinction is Forever*. The New York Botanical Garden, New York, 1977.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MARABÁ/SEPLAN – Secretaria Municipal de Planejamento. Informações em meio digital, 2003.
- PROJETO BRA/96/025 – Acordo SUDAM/PNUD e Acordo de Cooperação Técnica SUDAM/IPEA, Belém, 2000. “Diagnóstico e Cenarização Macrossocial da Amazônia Legal: Movimentos Migratórios na Região Amazônica”. Site Amazônia.
- 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.
- RADAMBRASIL. *Levantamento de recursos naturais*. Folha SB.22 Araguaia e parte da folha SC.22 Tocantins. Rio de Janeiro, v.4, 1974.

- RAHBEEK, C. E GRAVES, G.R. Multiscale assessment of patterns of avian species richness. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98:4534–4539. 2001.
- RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). *Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Brasília: MMA/SBF, 2003.
- RANGEL, E.F. & LAINSON, R. Transmissores de Leishmaniose Tegumentar Americana. In: Rangel, E. F. & Lainson, R. (Eds.) *Flebotomíneos do Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. 2003. p. 291-336. 2003a.
- RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany*, 60:1:57-109, 2003.
- RAYOL, B.P. Análise florística e estrutural da vegetação xerofítica das savanas estépicas na floresta nacional de Carajás: subsídios à conservação. Dissertação de Mestrado, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2006.
- REBELLATO, L. Efeito do pastejo sobre a composição e estrutura da vegetação de um campo inundável no pantanal de Poconé – MT. Cuiabá: Instituto de Biociências da Universidade de Mato Grosso, 2003.
- REINHARDT, E.G.; DALBY, A.P.; KUMAR, A. & PATTERSON, R.T. Utility of Arcellacean Phenotypic Variants as Pollution Indicators in Mine Tailing Contaminated Lakes near Cobalt, Ontario, Canada. *Micropaleontology*, 43(3):121-38, 1997.
- REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A. & LIMA, I. P. (Eds). 2007. *Morcegos do Brasil*. Nélcio R. dos Reis. Londrina. 253p.
- REIS, N. R.; SHIBATTA, O. A.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A. & LIMA, I. P. Sobre os mamíferos do Brasil. In: *Mamíferos do Brasil*. Reis, N.R.; Peracchi, A.L.; Pedro, W.A.; Lima, I.P. (Eds.). Londrina, Br. 437p. 2006.
- REIS, Nelio Roberto dos; PERACCHI, Adriano Lúcio; PEDRO, Wagner André; LIMA, Isaac Passos de. *Morcegos do Brasil*. Universidade de Londrina. 2007
- REIS, R.E., KULLANDER, S.O.; FERRARIS JR., C.J. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre. 742p. 2003.
- Relatórios de saúde dos Xikrin elaborados anualmente pelo Dr. João Paulo Botelho.
- REYNOLDS, C. S. *Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory*. Germany: Ecology Institute, 371p. 1997.
- Rezende, C. F. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados associados ao folheto submerso de remanso e correnteza em igarapés da Amazônia Central. *Biota Neotropica*, 7: 127-134. 2007.
- RHEIMS, C.A. & F. PELLEGGATTI-FRANCO. 2003. Invertebrados Terrestres de Cavernas da Área Cárstica de São Domingos, Nordeste de Goiás. *O Carste*, 15(4): 132-137. Trajano, E. 1986.
- RIBEIRO, D.T. 2003. *Enriquecimento Supergênico de Formações Ferríferas Bandadas: Estruturas de Colapso e Desordem*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 124 p. (Tese de doutorado).
- RIBEIRO, L.F.; TABARELLI, M. A structural gradient in cerrado vegetation of Brazil: changes in woody plant density, species richness, life history and plant composition. *Journal of Tropical Ecology*, 18:5:775-794, 2002.
- RIBEIRO, O.M. & ZUANON, J. Comparação da eficiência de dois métodos de coleta de peixes em igarapés de terra firme da Amazônia Central. *Acta Amazônica* VOL. 36(3) 2006: 389 – 394. 2006.

- RIBEIRO, R. & MARINHO-FILHO, J. Estrutura da comunidade de pequenos mamíferos (Mammalia, Rodentia) da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (4): 898-907. 2005.
- RICE, E.L. & KELTING, R.W. The species-area curve. *Ecology* 36:7-11, 1955.
- RICHARDS, C.; JOHNSON, L.B.; HOST, G.E. Landscape-scale influences on stream habitats and biota. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v.53, n.1, p.295-311. 1996.
- RIDGELY, R.S. E TUDOR, G. Field guide to the songbirds of South America – the passerines. University of Texas Press, Austin. 2009.
- RINGUELET, R. Zoogeografía y Ecología de los peces de aguas continentales de Argentina y consideraciones sobre áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur*, v. 2, n. 3, p. 1-122. 1975.
- RIZZINI, C.T. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. 2 ed. Hucitec/ Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.
- ROBERTSON, B.A.; HARDY, E.R. Zooplankton of Amazonian Lakes and Rivers, p. 337-352. In: H. SIOLI (Editor). *The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and Its Basin*, Monographiae biologicae 56, Dordrecht W. Junk Publishers, 763p, 1984.
- ROBINSON, J.G.; JANSON, C.H. Capuchins, Squirrel Monkeys, and Atelines: Socioecological Convergence with Old World Primates, p. 69-82. In: B.B. Smuts; D.L. Cheney; R.M. Seyfarth; R.W. Wrangham & T.T. Struhsaker (Eds.). *Primate Societies*, Chicago University Press, Chicago. 1987.
- ROCHA, A.E.S. & SECCO, R.S. Contribuição à taxonomia de *Axonopus* P. Beauv. (Poaceae) no Estado do Pará, Brasil. *Acta bot. bras.* 18(2): 295-304. 2004
- ROCHA, J.A.M. & MASCARENHAS, B. Observações sobre a atividade diária de mosquitos (Diptera: Culicidae) nos arredores de Belém, Pará, Brasil. *Bol Mus Pará Emílio Goeldi, Zool* 1: 225-233. 1994.
- ROCHA, O. Perfil do Conhecimento de Biodiversidade em Águas Doces no Brasil. In: *Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento*. Lewinsohn, T M & Prado, P. I. São Paulo: Contexto, p.165-169. 2002.
- RODRIGUES, A.F.; ESCOBAR, A.L.; SANTOS, F.; AZEVEDO, M.S. Atividade larvívora de frutos do *Solanum stramonifolium* Jacq. contra *Anopheles darlingi* e a problemática da malária em área indígena. *Anais do XIII Seminário de Iniciação Científica*, Porto Velho, Universidade Federal de Rondônia, 2004.
- ROLIM, S.G. & NASCIMENTO, H.E.M. Inventário florestal em 26.066 ha numa área de Floresta Ombrófila Densa da Serra do Tiracambú (MA). Relatório Técnico VALE, 2007.
- ROLIM, S.G. & NASCIMENTO, H.E.M. Inventário florestal em 27.889 ha da Floresta Ombrófila Densa nos platôs da Bacia do Rio Pitinga (AM). Relatório Técnico VALE, 2006.
- ROMERO, N.R. Contribuição ao conhecimento químico do gênero *Pilocarpus*: *Pilocarpus microphyllus* Stapf. e *Pilocarpus carajaensis* Skorupa. Tese Doutorado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.
- ROMERO, N.R.; ANDRADE NETO, M.; LOPES, E.L.; SOUSA, A.H.; NASCIMENTO, R.R.G.; BEZERRA, J.N.S.; OLIVEIRA, M.C.F. Atividade nematicida de *Pilocarpus microphyllus* Stapf (Rutaceae). *Anais da XXIX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, 2006.
- RON, S.R. Biogeographic area relationships of lowland Neotropical rainforest based on raw distribution of vertebrates groups. *Biological Journal of the Linnean Society*, 71:379-402. 2000.
- ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall. 488 p. 1993.

- ROSSI, R. V. Ordem Didelphimorphia. In: Mamíferos do Brasil. Reis, N.R.; Peracchi, A.L.; Pedro, W.A.; Lima, I.P. (Eds.). Londrina, Br. 437p. 2006.
- ROUND, F. E. Biologia das algas. 2 ed. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara. 1983.
- RUPPERT, E.E.; BARNES, R.D. Zoologia dos Invertebrados. São Paulo: Editora Roca, 6ª edição, 1029p, 1996.
- RYAN, L.; LAINSON, R. & SHAW, J.J. 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. 1987.
- SALOMÃO, R. P. Uso de parcela permanente para estudo da vegetação da floresta tropical úmida. I. Município de Marabá, Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Botânica 7(2) 543-604. 1991.
- SALOMÃO, R.P. & Lisboa, P.L.B. Análise ecológica da vegetação de uma floresta pluvial tropical de terra firme, Rondônia. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi* (série Bot.) 4 (2):195-233. 1988
- SALOMÃO, R.P.; Silva, M.F.F.; Rosa, N.A. Inventário Ecológico em Floresta Pluvial Tropical de Terra Firme, Serra Norte, Carajás, PA. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi*, Série Botânica, 4(1):46, 1988.
- SAMPAIO, E. M.; KALKO, E. K.; BERNARD, E.; RODRÍGUEZ-HERRERA, B. & HANDLEY Jr., C. O. 2003. A biodiversity assesment 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.
- SAMWAYS, M.J. & STEYTLER, N.S.. Dragonfly (Odonata) distribution patterns in urban and forest landscapes, and recommendations for riparian management. *Biological Conservation*, 78: 279-288. 1996.
- SANAIOTTI, T. E CINTRA, R. Breeding and migrating birds in na Amazonian savanna. *Studies in Neotropical Fauna and Environment* 36: 23-32. 2001.
- SANDIN, L. & JOHNSON, R. K. The statistical power of selected indicator metrics using macroinvertebrates for assessing acidification and eutrophication of running waters. *Hydrobiologia* 422/423:233-243. 2000.
- SANTOS J.O.S. 2003. Geotectônica dos Escudos das Guianas e Brasil-Central. In: L. A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti e J. H. Gonçalves (eds.). *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. CPRM, Brasília, 169-195.
- SANTOS, A. J. 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. 2003.
- SANTOS, F. V.; SOLÓRZANO, A.; GUEDES-BRUNI, R. R.; OLIVEIRA, R. R. Composição do estrato arbóreo de um paleoterritório de carvoeiros no maciço da Pedra Branca, RJ. *Pesquisas, Botânica*, 57: 181-192, 2006.
- SANTOS-COSTA, M. C. 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. 2003.
- SAPORITO, R.A., DONNELLY, M.A., JAIN, P., GARRAFFO, H.M., SPANDE, T.F., DALY, J.W. Spatial and temporal patterns of alkaloid variation in the poison frog *Oophaga pumilio* in Costa Rica and Panama over 30 years. *Toxicon* 50, 757-778. 2007.
- 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>. Acessado em: 18/03/2008.

SCHILLING, A. C.; BATISTA, J. L. F. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 31, p. 179-187, 2008.

SCHUH, R. T. & SLATER, J. A. True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): classification and natural history. Ed. Cornell University. United States of America, 336p. 1995.

SCIENTIA. *Arqueologia Preventiva na Área do Níquel do Vermelho, Canaã de Carajás, Pará. Relatório Final*. São Paulo, Scientia/Vale. 2006.

SCIENTIA. *Arqueologia Preventiva na Serra Sul, Complexo Minerador de Carajás, PA - 2º Etapa*. Projeto encaminhado ao IPHAN nº 01492.000083/2008-71, Portaria IPHAN nº 19, de 16/06/2008. 2008.

SCIENTIA. *Projeto de Salvamento Arqueológico na Serra Sul, Complexo Minerador de Carajás, Pa - Laudo Técnico*. São Paulo, Scientia/Vale. 2004.

SCIENTIA. Projetos de arqueologia preventiva na Serra Sul: corpo N5 da Serra Norte. Scientia/Fundação Casa de Cultura de Marabá. Convênio VALE/FCCM. 2004/2005.

SEBEN, A., SCHWARTZ, C.A. & CRUZ, J.S. A defesa química dos anfíbios. *Ciência Hoje*, v. 15, n. 87. pp. 25-33. 1993.

SECCO, R. S. & MESQUITA, A. L. Notas sobre a vegetação de Canga da Serra Norte - I. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi (Botânica)* 59: 1-13, 1983.

SECTAM. Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção do Estado do Pará. Disponível em: <http://www.sectam.pa.gov.br/relacao_especies.htm> 2008.

SEDUC. Consulta das matrículas 2008. Disponível em: <<http://www.seduc.pa.gov.br>>. Acessado em: 01/04/2008.

SEGURA M.N.O.; & CASTRO F.C. Atlas de culicídeos na amazônia brasileira. Características específicas de insetos hematófagos da família Culicidae Ministério da Saúde, 67p. 2007.

SEMA. Lista de espécies ameaçadas do Estado do Pará. Disponível em: <http://www.sema.pa.gov.br/relacao_especies.htm> 2009.

SENDACZ, S.; MELO-COSTA, S.S. Caracterização do Zooplâncton do Rio Acre e Lagos Lua Nova, Novo Andará e Amapá (Amazônia, Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*, v.51, n.2, p. 463-470, 1991.

SHIVER, B.D. & BORDERS, B.E. Sampling techniques for forest resource inventory. John Wiley, New York, 1996.

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. Fauna anofélica da cidade de Belém, Pará, Brasil: dados atuais e retrospectivas. *Cad. Saúde Públ.* 22: 1575-1585. 2006.

SILVA, A.S.L; LISBOA, P.L.B. & MACIEL, U.N. Diversidade florística e estrutura em floresta densa da bacia do Rio Juruá. *Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi* 8(2): 203-258. 1992.

SILVA, E.J.E. & LOECK, A. E. Ocorrência de formigas domiciliares (Hymenoptera: Formicidae) em pelotas, RS. *Rev. Bras. de Agrociência*, 5(3): 220-224, 1999.

SILVA, G.G., LIMA, M.I.C., ANDRADE, A.R.F., ISSLER, R.S., GUIMARÃES, G. 1974. Geologia das folhas SB-22 Araguaia e parte da SC22 Tocantins. *In: Levantamento de Recursos Minerais, Projeto Radam*. Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM

SILVA, J.M.C. Birds of Ilha de Maracá. *In Miliken, W. & Ratter, J.A. (eds) The Biodiversity and Environment of an Amazonian Rainforest: 211–229*. Chichester: John Wiley. 1998.

- SILVA, M. F. F. & R. S. SECCO & M. G. A. LOBO. 1996. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás (PA). *Acta Amazônica*, 26: 17-44. 207
- SILVA, M. F. F. Análise florística da vegetação que cresce sobre canga hematítica em Carajás - PA (Brasil). *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Série Botânica.*, v.7, n.2, p.79-108, 1992.
- SILVA, M. N. F. DA; RYLANDS, A. B. & PATTON, J. L. 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. Capobianco, J.P.R.; Veríssimo, A.; Moreira, A.; Sawyer, D.; Santos, I. & Pinto, L.P. (Orgs.). Estação Liberdade. Instituto Socioambiental. São Paulo, BR. 540p. 2001.
- SILVA, M.F.F. da; SECCO, R.S. & LOBO, M.G.A. *Aspectos Ecológicos da Vegetação Rupestre da Serra dos Carajás (PA)*. *Acta Amazônica*, 26(1/2): 17-44. 1996.
- SILVA, M.F.F. Estudos botânicos em Carajás. Pp.: 93-99; In: Desenvolvimento Econômico e impacto ambiental em áreas do trópico úmido brasileiro – a experiência da VALE (Anais do Seminário). Rio de Janeiro. 1987.
- SILVEIRA, L., JÁCOMO, A.T.A. AND DINIZ-FILHO, J.A.F. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation* 114: 351-355. 2003.
- SILVEIRA, L.; JÁCOMO, A. T. A. AND BINI, L. M. Carnivore distribution and abundance patterns along the Cerrado-Pantanal Corridor, Southwestern Brazil;p. 127-144 *In* R. G. Morato, F. H. G. Rodrigues, E. Eizirik, P. R. Mangini, F. C. C. Azevedo, and J. Marinho-Filho (ed.). *Manejo e Conservação de Carnívoros Neotropicais*. São Paulo: Ibama. 2008
- SIMMONS, G.C. 1963. Canga caves in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *The National Speleological Society Bulletin* 25: 66-72.
- SIMMONS, N.B. & T.M. CONWAY. 2001. Phylogenetic relationships of mormoopid bats (Chiroptera:Mormoopidae) based on morphological data. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 258: 1-97.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. Produção de Plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para Alimentação de Organismos Aquáticos. São Carlos: Editora Rima. 106 p. 2003.
- SISTEMA DE INFORMAÇÕES HOSPITALARES DO SUS - SIH/SUS, 2006-2009.
- SKORUPA, L.A. Espécies de *Pilocarpus* Vahl (Rutaceae) da Amazônia brasileira. *Acta amazônica*, 30(1):59-70. 2000.
- SMITH, L. B., DIETER, C.W. & KLEIN, R.M. 1981. Gramíneas. *In*: R. Reitz (ed.), *Flora Ilustrada Catarinense*, Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- SOARES, M. H. M. & CARVALHO, J. O. P. - Diversidade florística em uma área de 200 ha de floresta natural no município de Mojú no Pará. Anais do Simpósio de Silvicultura na Amazônia Oriental: Contribuições do Projeto Embrapa/DFID, 1999.
- SOBERON, M.J.; LLORENTE, B.J. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7, 480-488. 1993.
- SOMMER, U. Plankton ecology; succession in plankton communities. Berlin, Springer Verlag, 369p. 1989.
- SONODA, K. C. Relação entre uso da terra e composição de insetos aquáticos em quatro bacias hidrográficas do estado de São Paulo. ESALQ /USP. Piracicaba, 124p. 2005.
- SOUZA, C. I. J. & KOTSCHUBEY, B. Alguns aspectos micromorfológicos e gênese da cobertura residual sobre as rochas sedimentares da Serra dos Carajás - PA. SIMPÓSIO GEOLOGIA AMAZÔNIA, 3, Anais. Belém, SBG/NN. 1: 569-583, 1991.
- SOUZA, D.R.; SOUZA, A.L.; LEITE, H.G.; YARED, J.A.G. Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. *Revista Árvore*, 30(1): 75-87, 2006.

- SPECHT, A.; CORSEUIL, E. Diversidade dos noctuídeos (Lepidoptera, Noctuidae) em Salvador do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* vol.19(1):281-298. 2002.
- SPIES, M. R. Estudo da comunidade de larvas de Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta) no curso médio do Rio Jacuí e alguns tributários, RS: Brasil. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, 76p. 2005.
- SRBEK-ARAÚJO, A.C. AND CHIARELLO, A.G. Armadilhas fotográficas na amostragem de mamíferos: considerações metodológicas e comparação de equipamentos. *Revista Brasileira de Zoologia* 24 (3): 647-656. 2007.
- STEHR, F.W. 1987. *Immature insects*. Vol.1. Dubuque. Kendall/Hunt Pub. 754 pp.
- STEHR, F.W. 1991. *Immature insects*. Vol.2. Dubuque. Kendall/Hunt Pub. 974 pp.
- STONER, K.E.; RIBA-HERNÁNDEZ, P.; VULINEC K. AND LAMBERT; J. E. The Role of Mammals in Creating and Modifying Seedshadows in Tropical Forests and Some Possible Consequences of Their Elimination. *Biotropica* 39 (3): 316-327. 2007.
- STORK, N.E.; BOYLE, T.J.B.; V.DALE, H.EELEY, B. FINEGAN, M.LAWES, N.MANOKARAN, R.PRABHU AND J. SOBERON. Criteria and Indicators for Assessing the Sustainability of Forest Management: Conservation of Biodiversity. CIFOR Working Paper No 17. 1997.
- STOTZ, D.F., FITZPATRICK, J.W., PARKER III, T.A. E MOSKOVITS, D.K. *Neotropical birds, ecology and conservation*. The University of Chicago Press. 1996.
- STRAYER, D. L. Challenges for freshwater invertebrate conservation. *Journal of the North American Benthological Society* 25(2):271–287. 2006.
- STREBLE, H.; KRAUTER, D. *Atlas de los Microorganismos de Agua Dulce - La Vida en Una Gota de Agua*. Barcelona: Editora Omega, 371p, 1987.
- SUDAM/IPEA, 2000. “Cenários Sociais para 2000-2010”. Site Amazônia.
- SUDS/PA, 1989. “Diagnóstico da Situação Atual – Abrangência: Parauapebas”.
- SUZUKI, H.I.; AGOSTINHO, A.A. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A.A.; Gomes, L.C. *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá, EDUEM. p. 163-182. 1997.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo – Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*, v.59, n.2, p.239-250, 1999.
- TASSINI, R. 1947. *Verdades Históricas e Pré-Históricas de Belo Horizonte antes Curral Del Rey*. Edição do autor.
- TAVARES, V. C.; GREGORIN, R. & PERACCHI, A. L. 2008. A Diversidade de Morcegos no Brasil: Lista Atualizada com Comentários sobre Distribuição e Taxonomia. Pp. 25-60 in *Morcegos No Brasil: Biologia, Sistemática, Ecologia e Conservação* (S. M. Pacheco, R. V. Marques, and C. E. L. Esbérard, eds.). Porto Alegre: Editora Armazém Digital, Brazil.
- TEIXEIRA, João Batista Guimarães & BEISIEGEL, Vanderlei de Rui (Org.). *Carajás: Geologia e Ocupação Humana – Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi*, 2006.
- THOMPSON, G. G.; WITHERS, P. C.; PIANKA, E. E. AND THOMPSON, S. A. Assessing biodiversity with species accumulation curves; inventories of small reptiles by pit-trapping in Western Australia. *Austral Ecology* 28, 361–383, 2003.
- TJØRVE, E. Shapes and functions of species–area curves: a review of possible models. *Journal of Biogeography*, 30, 827–835. 2003.

- TOLBERT, G. E.; TREMAINE, J. W.; MELCHER, G. C.; GOMES, C. B. The recently discovered Serra dos Carajás iron deposits, northern Brazil. *Econom. Geol.* 66(7): 985-994, 1971.
- TOLBERT, G.E.; TREMAINE, J.W.; MELCHER, G.C.; GOMES, C.B. 1971. The recently discovered Serra dos Carajás iron deposits, northern Brazil. *Economic Geology* 66: 985-994.
- TOLEDO, P.M.; MORAES-SANTOS, H.M.; MELO, C.C.S. Mamíferos não-voadores da Serra dos Carajás: Grupos silvestres recentes e Zooarqueológicos. *Boletim Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia*, 15(2): 141-157. 1999.
- TOLEDO, PM, Moraes-Santos, HM e Melo, C.C.de S. - Levantamento Preliminar de Mamíferos não-voadores da S. dos Carajás: grupos Silvestres. Recentes e Zooarqueológicos. *Bol. Mus.Para. Emílio goeldi.Ser.Zool.Nº2,Belém,1999.*
- TOMAS, W.M.; MIRANDA, G.H.B.. Uso de armadilhas fotográficas em levantamentos populacionais. In: Métodos de Estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre (Orgs.: Laury Cullen Jr., Rudy Rudran e Claudio Pádua), Editora UFPR, Curitiba, PR, pp 243-267. 2006.
- TOWNSEND, C. R.; BEGON, M. & HARPER, J. L. Fundamentos em ecologia. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 592p. 2006.
- TRAJANO, E & J. R. A. MOREIRA. 1991. Estudo da fauna de cavernas da Província Espeleológica Arenítica Altamira-Itaituba. *Revista Brasileira de Biologia*, 51: 13 - 29.
- TRAJANO, E. & P. GNASPINI-Netto. 1991. Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise da distribuição dos táxons. *Revista Brasileira de Zoologia*, 7 (3): 383 - 407.
- TRAJANO, E. 1986. Vulnerabilidade dos troglóbios à perturbações ambientais. *Espeleo-Tema*, 15: 19-24.
- TRAJANO, E. 1987. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. *Revista Brasileira de Zoologia*, 3 (8): 533 - 561.
- TRAJANO, E. 2004. America, South: Biospeleology. p. 57-59. In: Gunn, J. (Org.). *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. London.
- TRAJANO, E., S. I. GOLOVATCH, J. GEOFFROY, R. PINTO DA ROCHA & C. S.
- TRAJANO, E.; M. E. BICHUETTE & L. A. SOUZA. 2004. Expedição URCA-USP às cavernas da Chapada do Araripe, Ceará. *O Carste*, 16(3): 74-81.
- TRENDALL, A. F.; BASEI, M.A.S.; LAETER, J.R.; NELSON D.R. 1998. Íon microprobe zircon U-Pb results from the Carajás área of the Amazon Craton. *Journal of South American Earth Sciences* 11:265-277.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. Estrutura da comunidade de insetos aquáticos associados à *Pontederia lanceolata* Nattal. *Revista Brasileira de Biologia* 53: 103-111. 1993.
- TRUCKENBRODT, W.; KOTSCHOUBEY, B. ; GÔES, A. M. Considerações a respeito da idade das bauxitas na parte leste da região amazônica. SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 1. Anais. Belém, SBG/NN, 1:201-207, 1982.
- TUCKER, C.J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sens. Environ.*, 8:127-150, 1979.
- TWIDALE, C.R. 1987. Sinkholes (dolines) in lateritised sediments, western Sturt Plateau, Northern Territory, Australia. *Geomorphology* 1: 33-52.
- TWIDALE, C.R. 1987. Sinkholes (dolines) in lateritised sediments, western Sturt Plateau, Northern Territory, Australia. *Geomorphology* 1: 33-52.
- UETANABARO, M.; SOUZA, F.L.; LANDGREF FILHO, P.; BEDA, A.F.; BRANDÃO, R.A. Anfíbios e répteis do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* vol.7, n.3:279-289, 2007.

- UFPA. A fauna e Flora da Barragem de Rejeitos do Projeto Sossego - Subprojeto: Entomofauna do Lago e Entorno na Serra do Sossego, Canaã dos Carajás. Pró-reitoria d Extensão UFPA, Belém, 20 p. 2004.
- UFRJ E FUNDAÇÃO EDUCACIONAL CHARLES DARVIN. Estudos Limnológicos na FLONA Carajás – Relatório Serra Sul Fase Preliminar 2004-2005. Relatório Final. 2005.
- UFRJ. 2006A. Projeto Estudos Limnológicos na FLORESTA NACIONAL de Carajás. Relatório Anual Detalhado 2005.
- UIEDA, V. S. Comunidade de Peixes de um Riacho Litorâneo: Composição, Habitat e Hábitos. Tese de Doutorado, Instituto de Biologia da UNICAMP, São Paulo, SP. 1995.
- VALE. Disponível em: <<http://www.vale.com/vale/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=46>>. Acessado em: 18/03/08.
- VALE. Relatório Consolidado - Estudos Geoespeleológicos, Bioespeleológicos e Arqueológico do Complexo Minerador de Carajás – N5S. Novembro de 2009.
- VAN ROOSMALEN, M.G.M.; KLEIN, I. L. The spider Monkeys, genus *Ateles*, p 455-537. In: R.A. Mittermeier, A.B. Rylands (Eds). *Ecology and Behaviour of neotropical Primates*, V. 2, WWF, Washington. 1998.
- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, K. W.; CUMMINS, J. R. & CUSHING, C. E. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137. 1980.
- VASCONCELOS, H.L. Effects of forest disturbance on the structure of ground-foraging ant communities in central Amazonia. *Biodiversity and Conservation* 8: 409-420. 1999.
- VASCONCELOS, H.L.; VILHENA, J.M.S. & CALIRI, G.J.A. Responses of ants to selective logging of a central Amazonian forest. *Journal of Applied Ecology* 37: 508-515. 2000.
- VAZ, A.M.S.F.; TOZZI, A.M.G.A. *Bauhinia* ser. *Cansenia* (Leguminosae: Caesalpinioideae) no Brasil. *Rodriguésia*, 54 (83): 55-143. 2003.
- VELOSO, HP. RANGEL FILHO, A.C.R. LIMA, J.C. A - Classificação da vegetação Brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE 1991.
- VERHAAGH, M. 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. 1990.
- VIANNA, G. J. C. & MELO, A. L. Distribution patterns of aquatic and semi aquatic Heteroptera in Retiro das Pedras, Brumadinho, Minas Gerais, Brazil. *Lundiana*, 4 (2): 125-128. 2003.
- VIDOTTO, E.; PESSENDA, L.C.R.; RIBEIRO, A.S.; FREITAS, H.A.; BENDASSOLLI, J.A. Dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas no Holoceno, através de estudos isotópicos e fitossociológicos. *Acta amazônica*, v.37(3):385-400, 2007.
- VIEIRA, E. M. Small mammal communities and fire in the Brazilian Cerrado. *J. Zool., Lond.* 249: 75-81. 1999.
- VITT, L.; MAGNUSSON, W.E.; ÁVILA-PIRES, T.C.; LIMA, A.P. Guia de Lagartos da Reserva Adolpho Ducke – Amazônia Central. Ed. Átemma. Manaus. 175p. 2008.
- VIVO, M. Mammalian evidence of historical ecological change in the Caatinga semiarid vegetation of northeastern Brazil. *Journal of Comparative Biology*, 2, 65-73. 1996.
- VIZZOTO, L. D. & TADDEI, V. A. 1973. Chave para determinação de quirópteros brasileiros. *Bol. Ciências*, São Paulo, 1: 1-72.
- WANZELER, E. C. M. Diversidade de Gerromorpha (Heteroptera) em uma área de transição Amazônia-Cerrado, Mato Grosso, Brasil. Dissertação de Mestrado apresentada ao curso de

- Pós-Graduação em Zoologia, convênio Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, 53 p. 2008.
- WARD, J. V. Aquatic Insect Ecology. Biology and habitat. New York: J. Wiley, Sons Inc., 438 p. 1992.
- WELCOMME, R. L. River Fisheries. FAO Fisheries Technical Paper v. 262, 33 p. 1985.
- WELLBORN, G. A.; SKELLY, D. K. & WERNER, E. E. Mechanism creating community structure across a freshwater habitat gradient. Annual Review of Ecology and Systematics. n. 27: 337-363. 1996.
- WETZEL, R. G. Limnologia. Barcelona: Ediciones Omega S.A.S. 1981.
- WETZEL, R.G. Limnología. Barcelona: Ediciones Omega, 1983.
- WILLIAMS, M.R.; LAMONT, B.B.; HENSTRIDGE, J.D. Species-area functions revisited. Journal of Biogeography, 36:1994-2004, 2009.
- WILLIAMSON, M.; GASTON, K.J.; LONSDALE, W.M. The species-area relationship does not have an asymptote! Journal of Biogeography, 28, 827-830, 2001.
- WILSON, D. E.; ASCORRA, C. F. & SOLARI, S. S. 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.
- WILSON, E. O. Pheidole in the New World: a dominant, hyperdiverse ant genus. Cambridge, MA: Harvard University Press. 2003.
- WITHLOCK, C. & P.J. BARTLEIN. 1997. Vegetation and climate change in northwest America during the past 125 kyr. Nature, 388: 57-61.
- WOOTTON, R. J. Geometry and mechanics of insect hindwing fans: a modelling approach. Proc R. Soc. Lond. B 262, 181-187. 1995.
- YOUNG, D.G. & DUNCAN, M.A. Guide to the Identification and Geographic Distribution of Lutzomyia sand flies in Mexico, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae). Gainesville: Associated Publishers - American Entomological Institute. 419 p. 1994.
- ZAR, J.H. *Biostatistical Analysis*. 4 ed. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs. p.484-500, 1999.
- ZEPELINI-FILHO, D.; A.C. RIBEIRO; G.C. CUNHA; M.P.A. FRACASSO; M.M. PAVANI; O.M.P. Oliveira; S.A. Oliveira; A.C. Marques. 2003. Faunistic survey of sandstone caves from Altinópolis region, São Paulo State, Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 43(5): 93-99.
- ZIMMERMAN, B. L., RODRIGUES, M.T. 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. 1990.

15. EQUIPE TÉCNICA

EQUIPE TÉCNICA				
TÉCNICO	ATIVIDADE NO PROJETO	REGISTRO PROFISSIONAL	CTF	E-MAIL
Jackson Cleiton Ferreira Campos	Coordenador Geral	CREA-MG 56.633/D	248.955	jackson@amplobh.com.br
Luiz Cláudio Ribeiro Rodrigues	Coordenação do Meio Físico	CREA-MG 50.059/D	2.318.262	rr@amplobh.com.br
Samir Rolim	Coordenação Meio Biótico	CREA-SP 501.180/D	1.513.442	samir@amplobh.com.br
Dorotéo Emerson Storck	Coord. Meio Socioeconômico	CREA-DF 10.748/D	4.351.022	emerson@amplobh.com.br
Christiane Caldeira	Assistente de Projeto	CREA-MG 94.015/D	4.898.101	chris@amplobh.com.br
Allaoua Saadi	Meio Físico	N/A	-	allaoua@amplobh.com.br
Flávio Vasconcelos	Meio Físico	CREA-GO 6.328/D	-	
Paulo Guerino	Meio Físico	N/A	4.899.935	paulo@amplobh.com.br
Stella Silva Fonseca	Meio Físico	CREA-MG 100.949/D	4.897.575	stella@amplobh.com.br
Felipe Simas	Meio Físico	-	-	
Alessandra Moreira de Souza	Meio Físico	N/A	4.897.157	alessandra@amplobh.com.br
Daniela Bianchini	Meio Biótico	CRBio 44.822- 04/D	-	daniela@amplobh.com.br
Rafaela Silva Cordeiro	Meio Biótico	CRBio 62.968-	4.339.627	rafaela@amplobh.com.br

EQUIPE TÉCNICA

TÉCNICO	ATIVIDADE NO PROJETO	REGISTRO PROFISSIONAL	CTF	E-MAIL
		04/D		
Adriane Marreco Pedroso	Meio Biótico - Entomofauna Aquática	NA	-	adrimarped@yahoo.com.br
Ana Cristina Mendes de Oliveira (Coordenadora – Bióloga)	Meio Biótico - Mastofauna	13695/04 D	1.226.034	cris@ufpa.br
Bethania Barros Teixeira Pires Pimenta	Meio Biótico - Quirópteros	CRBio 62377/04-P	-	bethaniabio@yahoo.com.br
Bianca Tamires Silva dos Santos	Meio Biótico - Entomofauna Aquática	NA	-	bianca_tss@hotmail.com
Camila Da Silva Furtado	Meio Biótico - Botânica	NA	-	lcbatista@museu-goeldi.br
Cauê Thomé Lopes	Meio Biótico - Mirmecofauna	70147-04D	2.205.486	cauelopes@gmail.com
César Felipe de Souza Palmuti	Meio Biótico - Quirópteros	CRBio 62816/04-D	-	cesarfsp@yahoo.com
Darley Calderaro Leal	Meio Biótico - Botânica	NA	-	bionissin@yahoo.com.br
Davdson Sodré	Meio Biótico - Herpetofauna	NA	-	davidsonsodre@gmail.com
Doracele Alcântara Tuma	Meio Biótico - Mastofauna (Veterinária)	CRMV 1872	-	doramedvet@hotmail.com
Edson José Lima dos Reis	Meio Biótico - Entomofauna Médica	NA	-	-
Eduardo de Paula Pupo Nogueira	Meio Biótico - Quirópteros	CRBio 57503/04D	-	nogueiraapp@yahoo.com.br
Heraldo Luis de Vasconcelos	Meio Biótico - Mirmecofauna	NA	2150235	heraldo@umuarama.ufu.br
Heriberto Figueira da Silva Filho	Meio Biótico - Herpetofauna	NA	-	heribertofigueira@hotmail.com
Jarilson Garcia Vilar	Meio Biótico - Entomofauna	NA	-	dirceuborboleta2000@yahoo.com.br

EQUIPE TÉCNICA

TÉCNICO	ATIVIDADE NO PROJETO	REGISTRO PROFISSIONAL	CTF	E-MAIL
	Médica			
José Antônio Marin Fernandes	Meio Biótico - Entomofauna Aquática e Médica	09473/06D	215959	joseamf@ufpa.br
Leandro Valle Ferreira	Meio Biótico - Botânica	52589/06	-	lvferreira@museu-goeldi.br
Lourival Dias Campos	Meio Biótico - Entomofauna Médica	52915/06-D	4083244	lourivaldias@gmail.com
Luciano Fogaça de Assis Montag	Meio Biótico - Ictiofauna	52339/06-D	-	lfamontag@gmail.com
Luiz Carlos Batista Lobato	Meio Biótico - Botânica	NA	-	kmila_furtado@yahoo.com.br
Manoel dos Reis Cordeiro	Meio Biótico - Botânica	NA	-	-
Marcela Guimarães Lima	Meio Biótico - Mastofauna	67.036/05 D	-	Marcela_gml@yahoo.com.br
Marcelo Gordo	Meio Biótico - Herpetofauna	37599/6-D	-	projetosauim@gmail.com
Márcio Zanuto	Meio Biótico - Entomofauna Médica	NA	-	-
Marina Barreira Mendonça	Meio Biótico - Ictiofauna	NA	-	marinab_m@yahoo.com.br
Paulo Roberto Nascimento da Silva	Meio Biótico - Entomofauna Médica	NA	-	-
Priscilla Prestes Chaves	Meio Biótico - Botânica	NA	-	priscillapch2004@yahoo.com.br
Renata Cecília Soares de Lima	Meio Biótico - Mastofauna	52658/06 D	-	cecilia_tata@yahoo.com.br
Ricardo França Silva	Meio Biótico - Quirópteros	N/A	-	du.ricardo@gmail.com
Ricardo Ildefonso de Campos	Meio Biótico - Mirmecofauna	62227-04D	2.248.225	ricardoicampos@yahoo.com.br
Selvino Neckel de Oliveira	Meio Biótico - Herpetofauna	52190/6-D		neckel@ufpa.br

EQUIPE TÉCNICA

TÉCNICO	ATIVIDADE NO PROJETO	REGISTRO PROFISSIONAL	CTF	E-MAIL
Stella Miranda Malcher	Meio Biótico - Mastofauna	N/A	-	Stella.malcher@hotmail.com
Susanne Lúcia de Maria	Meio Biótico - Mastofauna	52655/06 D	-	suke_mel@yahoo.com.br
Tiago Magalhães da Silva Freitas	Meio Biótico - Ictiofauna	NA	-	tmsf86@yahoo.com.br
Ulisses Galatti	Meio Biótico - Herpetofauna	14050/RS/06-D	199869	ulisses@museu-goeldi.br
Valéria da Cunha Tavares	Meio Biótico - Quirópteros	CRBio 13853/4-D	-	val.c.tavares@gmail.com
Mariana Marinho	Meio Socioeconômico	N/A	-	mariana@amplobh.com.br
Alfredo Costa	Meio Socioeconômico	N/A	4.899.879	alfredo@amplobh.com.br
Gustavo Guerra	Administrativo e Legislação Aplicável	N/A	4.898.554	gustavo@amplobh.com.br
Leandro Márcio Duarte Maciel	Coordenação de Campo	N/A	246.778	leandro@amplobh.com.br
Moisés Crepaldi	Coordenação de Campo	N/A	2.318.284	moises@amplobh.com.br
Rafael Militão	Geoprocessamento	N/A	4.897.382	rafael@amplobh.com.br
Bráulio Magalhães Fonseca	Geoprocessamento	N/A	-	braulio@amplobh.com.br
Daniel R. Silva	Geoprocessamento	N/A	-	daniel@amplobh.com.br
Brenner H. Maia Rodrigues	Geoprocessamento	N/A	-	brenner@amplobh.com.br
Marcos Brito	Designer Gráfico - RIMA	N/A	-	marcosbrito@gmail.com
Raissa Castro	Formatação	N/A	-	raissa@amplobh.com.br
Bioagri	Qualidade da Água	Empresa	-	-