



## **PROJETO CAULIM/KALAMAZON**

### **ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA**

#### **Volume 1**

**Capítulo 1: Caracterização do Empreendimento;**

**Capítulo 2: Legislação Aplicável;**

**Capítulo 3: Metodologia Geral.**

**2018**

# ÍNDICE

## VOLUME 1

INTRODUÇÃO.....	1
Capítulo 1: Caracterização do Empreendimento .....	4
1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	4
1.1 INFORMAÇÕES GERAIS.....	4
1.1.1 Identificação e Qualificação do Empreendedor .....	4
1.1.2 Histórico do Empreendedor .....	4
1.1.3 Identificação do Empreendimento .....	4
1.1.4 Empresa responsável pelo EIA/RIMA.....	5
1.2 HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO.....	5
1.3 ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS .....	7
1.4 OBJETIVO E JUSTIFICATIVA .....	7
1.4.1 Objetivo.....	7
1.4.2 Justificativa.....	7
1.5 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS .....	22
1.5.1 Dimensionamento da Produção de Caulim, Cobertura de Estéril Removida e Rejeitos Gerados.....	25
1.5.1.1 ADA 1 .....	25
1.5.1.2 ADA 2 .....	27
1.5.1.3 Consolidação: Produção de Caulim, Cobertura de Estéril Removida e Rejeitos Gerados nas ADA 1 e 2.....	28
1.5.2 Alternativas Locacionais .....	29
1.5.2.1 Aspectos Locacionais das Cavas.....	29
1.5.2.1.1 Cava da ADA 1 .....	29
1.5.2.1.2 Cava da ADA 2 .....	31
1.5.2.2 Aspectos Locacionais para Destinação do Estéril de Cobertura .....	33
1.5.2.3 Aspectos Locacionais para Lançamento de Estéreis na ADA 1 .....	34
1.5.2.4 Aspectos Locacionais para Lançamento de Estéreis na ADA 2 .....	36
1.5.2.5 Aspectos Locacionais para a Planta de Desareamento .....	37
1.5.2.6 Aspectos Locacionais para Destinação do Rejeito de Areia (ADA 1 e ADA 2) .....	39
1.5.2.7 Aspectos Locacionais para o Mineroduto .....	42

1.5.2.8	Aspectos Locacionais para a Planta de Beneficiamento (PB), Incluindo Usina de Secagem e Despacho .....	43
1.5.2.9	Aspectos Locacionais para o Destino do Rejeito da Planta de Beneficiamento do Processo Via Úmido (ADA 1 e ADA 2). .....	44
1.5.2.10	Aspectos Locacionais de Vias de Acesso Internas.....	46
1.5.2.11	Discussão sobre as Alternativas Locacionais.....	47
1.5.2.11.1	Alternativa Locacional das Estruturas – Opção 01:.....	49
1.5.2.11.2	Alternativa Locacional das Estruturas – Opção 02:.....	52
1.5.2.11.3	Alternativa Locacional das Estruturas – Conclusão.....	55
1.6	ÁREAS PROPOSTAS PARA A IMPLANTAÇÃO E ÁREAS DE ESTUDO..	56
1.6.1	Áreas de Estudo.....	57
1.6.1.1	Áreas de Estudo Local (AEL).....	58
1.6.1.2	Áreas de Estudo Regional (AER).....	58
1.7	CUSTOS DO EMPREENDIMENTO.....	61
1.7.1	Investimentos .....	61
1.7.2	Estimativa dos Custos Operacionais .....	64
1.8	GEOLOGIA E LAVRA .....	65
1.8.1	Geologia .....	65
1.8.2	Lavra.....	70
1.8.2.1	Reservas e Recuperação Média na Lavra.....	70
1.8.2.2	Relação Estéril / Minério.....	71
1.8.2.3	Método de Lavra .....	72
1.8.2.4	Fases da lavra .....	72
1.8.2.4.1	Supressão da Vegetação .....	72
1.8.2.4.2	Retirada da porção de solo orgânico .....	73
1.8.2.4.3	Operação de decapeamento do material estéril de cobertura .....	74
1.8.2.4.4	Operação de extração do caulim e areia.....	75
1.8.2.4.5	Reafeiçoamento topográfico e revegetação da área exaurida .....	75
1.8.2.5	Planejamento de Lavra .....	76
1.8.2.6	Capacidade de Produção Mineral da ADA 1 .....	80
1.8.2.7	Equipamentos Utilizados na Lavra .....	80
1.9	BENEFICIAMENTO.....	83
1.9.1	Descrição do processo .....	83
1.9.1.1	Usina de Processamento a Seco – Geração dos Produtos de Caulim e Areia.....	83

1.9.1.2	Usina de Desareamento (Processamento a úmido) – Geração dos Produtos de Caulim e Areia.....	87
1.9.1.3	Mineroduto .....	90
1.9.1.3.1	Descrição do processo .....	90
1.9.1.4	Usina de Beneficiamento (Processamento a úmido).....	91
1.9.1.4.1	Descrição do processo .....	91
1.9.1.5	Barragens de Rejeitos e Estéreis .....	101
1.9.1.5.1	Barragens de Contenção de Rejeitos .....	101
1.9.1.5.1.1	Introdução.....	101
1.9.1.5.1.2	Definições.....	101
1.9.1.5.1.3	Bacias Hidrográficas das Áreas de Influência e Localização e Características do Sítio dos Barramentos.....	102
1.9.1.5.1.3.1	Bacias Hidrográficas das Áreas de Influência.....	102
1.9.1.5.1.3.2	Localização e Características do Sítio dos Barramentos.....	103
1.9.1.5.2	Premissas e Critérios para a Construção das Barragens.....	109
1.9.1.5.3	Estudos Hidrológicos e Hidráulicos.....	111
1.9.1.5.4	Estudos Geológicos-Geotécnicos.....	115
1.9.1.5.5	Dados do Projeto - Recomendações para os Projetos de Barragens .....	116
1.9.1.5.5.1	Fundação .....	116
1.9.1.5.5.1.1	Construção dos Aterros .....	116
1.9.1.5.5.1.2	Preparação da Superfície de Fundação.....	117
1.9.1.5.5.2	Materiais de Construção:.....	119
1.9.1.5.5.3	Fundo das barragens.....	120
1.9.1.5.5.4	Caracterização dos Rejeitos .....	121
1.9.1.5.5.4.1	Rejeito do desareamento – Barragem D3: .....	121
1.9.1.5.5.4.2	Rejeitos do Beneficiamento – Barragem P2: .....	122
1.9.1.5.5.5	Descrição dos Barramentos.....	122
1.9.1.5.5.5.1	Elevação .....	122
1.9.1.5.5.5.2	Maciço das Barragens .....	122
1.9.1.5.5.5.3	Drenagem Superficial.....	124
1.9.1.5.5.5.3.1	Dados Pluviométricos .....	125
1.9.1.5.5.5.3.2	Vazão de Projeto .....	125
1.9.1.5.5.5.3.3	Drenagem Interna da Pilha.....	127
1.9.1.5.5.5.3.4	Drenagem Superficial Pilha .....	128

1.9.1.5.5.5.3.5	Drenagem da Plataforma Final da pilha .....	128
1.9.1.5.5.5.4	Drenagem dos Canais nas Bermas .....	128
1.9.1.5.5.5.5	Proteção dos Taludes.....	129
1.9.1.5.5.5.6	Sistema Extravasor.....	129
1.9.1.5.5.5.6.1	Sistema Pontão .....	130
1.9.1.5.5.5.6.2	Sistema Sifão.....	130
1.9.1.5.5.5.7	Vida Útil das Barragens e Pilhas.....	131
1.9.1.5.6	Lagoa de Decantação .....	131
1.9.1.5.6.1	Instrumentação de Controle .....	132
1.9.1.5.6.2	Inspeções Visuais Periódicas .....	132
1.9.1.5.6.2.1	Frequência das Inspeções .....	133
1.9.1.5.6.2.2	Instrumentação de controle .....	134
1.9.1.5.6.2.2.1	Indicadores de Nível d'Água e Piezômetros.....	134
1.9.1.5.6.2.2.2	Níveis d'Água Considerados.....	134
1.9.1.5.6.3	Marcos de Controle de Deformação.....	135
1.9.1.5.6.3.1	Frequência de Leitura.....	135
1.9.1.5.6.4	Filtros, Drenos e Transições:.....	136
1.9.1.5.6.5	Manutenção da barragem e pilha .....	136
1.9.1.5.6.6	Plano de Segurança da Barragem.....	137
1.9.1.5.6.7	Plano de Desativação .....	137
1.9.1.5.6.8	Dados das Características das Barragens. ....	137
1.10	ACESSOS AO EMPREENDIMENTO .....	139
1.11	FORMAS DE ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO.....	142
1.12	DEMANDA E SUPRIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA .....	144
1.12.1	Energia Elétrica .....	144
1.12.2	Energia Térmica .....	145
1.13	INSTALAÇÕES AUXILIARES E INFRAESTRUTURA.....	146
1.13.1	Fase de implantação .....	146
1.13.2	Fase de operação .....	149
1.14	INSUMOS E EQUIPAMENTOS .....	149
1.14.1	Produtos Químicos Utilizados no Processo .....	149
1.14.2	Reagentes de Laboratórios .....	151
1.14.3	Material para serviços de manutenção .....	152
1.14.4	Combustível e energia.....	152

1.14.4.1	Energia elétrica.....	152
1.14.4.2	Energia térmica .....	153
1.14.4.3	Cogeração e recuperação de energia .....	153
1.14.5	Captação e Consumo de Água .....	153
1.14.6	EQUIPAMENTOS.....	155
1.15	PRODUTOS.....	157
1.16	CARACTERIZAÇÃO DAS FONTES DE GERAÇÃO DE POLUENTES ....	158
1.16.1	Efluentes.....	158
1.16.1.1	Tratamento de Efluentes.....	158
1.16.1.2	Efluentes dos Processos Industriais.....	159
1.16.1.3	Efluentes Líquidos Oleosos.....	164
1.16.1.4	Efluentes Domésticos .....	164
1.16.1.5	Sistemas de Drenagem e Reuso de Águas de Chuva .....	166
1.16.1.6	Beneficiamento – Efluentes .....	166
1.16.1.7	Acessos.....	167
1.16.1.8	Mina .....	167
1.16.2	Resíduos Sólidos .....	168
1.16.3	Emissões Atmosféricas .....	173
1.16.3.1	Emissões Atmosféricas de Fontes Móveis .....	173
1.16.3.2	Emissões Atmosféricas nas Várias Etapas Operacionais.....	173
1.16.4	Ruído e/ou Vibração.....	176
1.16.4.1	Operação de lavra.....	176
1.16.4.2	Ruídos Gerados nos Processos Industriais.....	177
1.17	SUPRESSÃO VEGETAL.....	178
1.17.1	Abrangência .....	179
1.18	Planta Baixa.....	182
Capítulo 2: Legislação Aplicável .....		183
2	ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS APLICÁVEIS .....	183
2.1	LEGISLAÇÃO FEDERAL.....	186
2.1.1	Meio Ambiente e Licenciamento Ambiental .....	186
2.1.2	Fauna e Flora.....	192
2.1.3	Mineração.....	195
2.1.4	Recursos Hídricos .....	198
2.1.5	Resíduos .....	199

2.1.6	Terras e Povos Indígenas.....	200
2.1.7	Solo.....	202
2.1.8	Unidades de Conservação .....	203
2.1.9	Áreas de Preservação Permanente (APP's).....	203
2.1.10	Compensação Ambiental - SNUC.....	206
2.1.11	Patrimônio Histórico, Arqueológico E Artístico.....	207
2.1.12	Outras Resoluções do CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE).....	209
2.1.13	Normas de Outros Órgãos Federais .....	211
2.1.14	Outras Normas.....	212
2.2	LEGISLAÇÃO ESTADUAL.....	213
2.2.1	Meio Ambiente e Licenciamento Ambiental .....	213
2.2.2	Patrimônio Histórico, Arqueológico e Artístico .....	216
2.3	LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE MANAUS-AM.....	217
Capítulo 3: Metodologia Geral.....		222
3	METODOLOGIA GERAL.....	222
REFERÊNCIAS .....		226

## FIGURAS

Figura 1.2-1 – Localização dos principais depósitos de caulim na Amazônia.....	6
Figura 1.4.2-1 – Localização das áreas de reservas medidas e indicadas. ....	20
Figura 1.4.2-2 – Localização das áreas de reservas medidas e indicadas. ....	21
Figura 1.5.2.1.1-1 - Avanço da Cava ADA 1 para 5, 15 e 25 anos. ....	31
Figura 1.5.2.1.2-1 - Área total projetada para lavra na área do Beto e o avanço dos primeiros 5 anos. ....	32
Figura 1.5.2.3-1 - alternativas de pilhas de estéril.....	35
Figura 1.5.2.4-1 - Cava final total ADA 2 e Pilha de estéril total possível. ....	36
Figura 1.5.2.5-1 - alternativas para alocação da planta de desareamento contemplando o processo via seco e úmido. ....	38
Figura 1.5.2.6-1 - alternativas de barragens de areia.....	41
Figura 1.5.2.7-1 - alternativas para alocação do mineroduto. ....	43
Figura 1.5.2.8-1 - alternativas para alocação da planta de Beneficiamento do processo via úmido.....	44
Figura 1.5.2.9-1 - Alternativas de barragens de beneficiamento do processo via úmido.....	46
Figura 1.5.2.10-1 - Alternativas para alocação das estradas e acessos.....	47
Figura 1.5.2.11-1 - Formatação de todas as estruturas com suas alternativas locais possíveis. ....	48
Figura 1.5.2.11.1-1 - Configuração do arranjo das estruturas para a Opção 1.....	50
Figura 1.5.2.11.1-2 - Configuração do arranjo das estruturas para a Opção 1 em imagem de satélite.....	51
Figura 1.5.2.11.2-1 - Configuração do arranjo das estruturas para a Opção 2.....	53
Figura 1.5.2.11.2-2 - Configuração do arranjo das estruturas para a Opção 2 em imagem de satélite.....	54
Figura 1.6.1.2-1 – Localização das áreas do Projeto Caulim, conforme alvarás DNPM. ....	59
Figura 1.6.1.2-2 – Áreas de Estudo Local 1.....	60
Figura 1.6.1.2-3 – Área de Estudo Local 2.....	60
Figura 1.8.1-1 – Localização das áreas de pesquisa no contexto geológico regional. ....	66
Figura 1.8.1-2 – PETROBRÁS, Coluna estratigráfica da bacia do Amazonas.....	67

Figura 1.8.1-3 – Perfil litológico da Formação Alter do Chão na rodovia AM-010 / km 198.	68
Figura 1.8.1-4 – (a) Classificação de Arenitos terrígenos (modificado de Dott 1964) e (b) diagrama de classificação de arenitos feldspáticos.....	69
Figura 1.8.2.5-1 – Visão geral de exemplo de operações de lavra de minério de caulim. ....	76
Figura 1.8.2.5-2 – Sequenciamento de lavra .....	77
Figura 1.8.2.5-3 - Sequenciamento de lavra.....	78
Figura 1.8.2.5-4 - Sequenciamento de lavra.....	78
Figura 1.9.1.4.1-1 - (a) Caulim beneficiado armazenado e (b) Caulim beneficiado embalado em “big bags” .....	98
Figura 1.9.1.5.1.3.2-1 - Exemplo de localização de uma bacia de rejeitos. ....	104
Figura 1.9.1.5.1.3.2-2 - localização das barragens e pilha da ADA 1 para o empreendimento mineral Kalamazon.....	105
Figura 1.9.1.5.1.3.2-3 - localização da pilha da ADA 2 para o empreendimento mineral Kalamazon.....	106
Figura 1.9.1.5.1.3.2-4 - Acessos à Área 1 – Ramal do Areal, km 41 e ramal da União Km 43 da Am-010.....	107
Figura 1.9.1.5.1.3.2-5 - Acesso à ADA 2 – Km 53 Rodovia AM-010/Estrada ZF1A.....	108
Figura 1.9.1.5.5.1.2-1 - Aterro homogêneo. Operações de escarificação e de compactação. ....	119
Figura 1.9.1.5.5.2-1 - Latossolo, característico da Área de Influência.....	120
Figura 1.9.1.5.5.2-1 - Métodos de alteamento de barragens. ....	123
Figura 1.9.1.5.5.3.1-1 - Área de contribuição pluviométrica para as barragens D3 e P2. Fonte Kalamazon.....	125
Figura 1.9.1.5.5.3.3-1 - Tapete drenante em construção utilizando pedras calcárias.....	127
Figura 1.9.1.5.5.3.3-2 - Demonstração de uma pilha sendo feita sobre seu tapete drenante. ....	128
Figura 1.9.1.5.5.6-1 - Principais formas de entrada e saída d’água em reservatórios. ....	129
Figura 1.9.1.5.5.6.2-1 - Extravadores tipo pontão e sifão.....	131
Figura 1.10-1 - Acesso à <b>Área 1</b> – Ramal do Areal, km 41 da Am-010 e ramal da União, km 43 da Am-010.....	139
Figura 1.10-2 - Acesso à <b>Área 2</b> – Km 53 Rodovia AM-010/Estrada ZF1a.....	140
Figura 1.16.1.2-1 – Fluxograma Básico de Produção de Caulim.....	160

Figura 1.17.1-1 - Indicação das áreas onde ocorrerá supressão vegetal – ADA 1.....	180
Figura 1.17.1-2 - Indicação das áreas de supressão vegetal (Cava e pilha de estéril W3). ....	181
Figura 1.17.1-3 - Configuração do arranjo das estruturas em imagem de satélite. ....	182

## QUADROS

Quadro 1.5.2.11.1-1 - Alternativas localização/Estrutura descartadas.....	52
Quadro 1.5.2.11.2-1 - Alternativas localização/Estrutura descartadas.....	55
Quadro 1.8.2.4.3-1 – Especificação e dimensionamento de equipamentos de mina.....	74
Quadro 1.8.2.7-1 – Especificação e dimensionamento de equipamentos de mina.....	81
Quadro 1.9.1.4.1-1 - Lista de Principais Equipamentos de Processo (via seco e úmido). ....	99
Quadro 1.9.1.5.2-1 - Critérios para classificação de barragens.....	109
Quadro 1.9.1.5.2-2 - Pontuação para classificação de barragens.....	110
Quadro 1.14.6-1 – Relação de equipamentos de escavação, transporte e movimentação de material.....	155
Quadro 1.14.6-2 - Equipamentos Industriais (lista simplificada).....	156
Quadro 1.16.2-1 – Pontos de geração de resíduos.....	169
Quadro 1.16.2-2 - Cores da coleta seletiva.....	170
Quadro 1.16.2-3 - Classificação geral dos resíduos industriais e domésticos.....	171
Quadro 1.16.2-4 - Estrutura de Controle Ambiental.....	172
Quadro 1.17.1-1 - Alternativas localização.....	179

## TABELAS

Tabela 1.4.2-1 – Processos Minerários no DNPM-AM, 8ª Região.....	18
Tabela 1.4.2-2 – Resumo das reservas medidas, indicadas e inferidas de minério de caulim aprovados pelo DNPM.....	19
Tabela 1.5.1.1-1 - Parâmetros da mina para alternativa da escala de produção na área da ADA 1.....	27
Tabela 1.5.1.2-1 - Parâmetros da mina para alternativa da escala de produção na ADA 2.....	28
Tabela 1.5.1.3-1 - Consolidação dos volumes de produção, ROM, estéril e rejeitos para as ADA 1 e 2.....	29
Tabela 1.5.2.1.1-1 - Áreas de avanço de lavra para os 25 primeiros anos de operação para produção de 300 mil ton/ano na ADA 1.....	30
Tabela 1.5.2.1.2-1 - Área de avanço de lavra para os 5 primeiros anos de operação para produção de 50 mil ton/ano na ADA 2.....	32
Tabela 1.5.2.3-1 - Dados das alternativas de pilhas de estéreis para a ADA 1.....	36
Tabela 1.5.2.4-1 - Dados da alternativa de pilha para a ADA 2.....	37
Tabela 1.5.2.6-1 - Dados das alternativas de barragens de areia para as ADA 1 e 2.....	41
Tabela 1.5.2.9-1 - Dados das alternativas de barragens de beneficiamento para as ADA 1 e 2 em conjunto.....	45
Tabela 1.5.2.11.1-1 - Capacidade das Estruturas para a Opção 1.....	51
Tabela 1.5.2.11.2-1 - Capacidade das Estruturas para a Opção 2 para 25 anos.....	54
Tabela 1.7.1-1 - Investimentos para Atividade de Lavra.....	61
Tabela 1.7.1-2 - Planta de Processamento via seca.....	61
Tabela 1.7.1-3 - Planta de Desareamento - Processamento via úmida.....	62
Tabela 1.7.1-4 - Planta de Beneficiamento – Processamento via úmido.....	63
Tabela 1.7.1-5 - Outros.....	64
Tabela 1.7.1-6 - Totais investimentos.....	64
Tabela 1.7.2-1 - Estimativa de Custos Operacionais para produto via seca.....	65
Tabela 1.7.2-2 - Estimativa de Custos Operacionais para produto via úmida.....	65
Tabela 1.8.2.1-1 – Reservas lavráveis e recuperáveis considerando as áreas de reservas medidas dos processos DNPM.....	71

Tabela 1.8.2.7-1 - Parâmetros de produção por etapa dos processos via seco e via úmido. ....	81
Tabela 1.9.1.5.3-1 - Vazões de transbordo para a barragem P2 nas fases do empreendimento .....	114
Tabela 1.9.1.5.5.5.3.2-1 - determinação da vazão de projeto para as barragens D3 e P2. ....	126
Tabela 1.9.1.5.5.5.7-1 – Vida útil das barragens e pilhas.....	131
Tabela 1.9.1.5.6.8-1 - Dados de projeto das barragens D3 e P2.....	138
Tabela 1.12.1-1 - Potência Instalada de Produção.....	144
Tabela 1.14.5-1 - Consumo de água para cada fase do empreendimento .....	154
Tabela 1.16.1.1-1 - Geração de rejeito úmido para cada fase do empreendimento.....	159

## GRÁFICOS

Gráfico 1.9.1.4.1-1 - Fluxograma do processo, especificando os equipamentos, as entradas e as saídas (pontos de geração dos produtos, resíduos, efluentes e emissões). ..... 100

Gráfico 1.9.1.4.1-2 - Fluxograma esquemático das operações de lavra, beneficiamento, bombeamento e secagem do caulim. .... 100

## FOTOS

Foto 1.5.2.2-1 - Bacia de contenção de sólidos a jusante de pilha de estéril.....	33
Foto 1.5.2.2-2 - Canaleta de concreto para drenagem lateral em pilha de estéril.....	34
Foto 1.8.2.4.2-1 - Imagem ilustrativa de um trator de esteiras utilizado na retirada de solo orgânico. ....	73
Foto 1.8.2.4.3-1 - Imagem ilustrativa de uma escavadeira de 36 t a ser utilizada na operação de decapeamento e lavra.....	75
Foto 1.8.2.5-1 – Bacia de contenção de sólidos a jusante de pilha de estéril.....	79
Foto 1.8.2.5-2 - Canaleta de concreto para drenagem lateral em pilha de estéril.....	80
Foto 1.9.1.1-1 - Exemplo de tenda utilizada para armazenamento de minério ROM para secagem .....	84
Foto 1.9.1.1-2 - Exemplo de sistema de britagem. ....	85
Foto 1.9.1.1-3 - Planta de moagem e ciclonagem. ....	86
Foto 1.9.1.2-1 - Exemplo de tanque de escrubagem (Blunger) para dispersão do caulim. ....	88
Foto 1.9.1.2-2 – Imagem ilustrativa de um conjunto de hidrociclones. ....	89
Foto 1.9.1.2-3 - Imagem ilustrativa de um espessador.....	90
Foto 1.9.1.4.1-1 - Imagem ilustrativa de um espessador.....	92
Foto 1.9.1.4.1-2 - Imagem ilustrativa de um setor de separação magnética criogênica.....	94
Foto 1.9.1.4.1-3 - Exemplo de filtro prensa automatizado.....	95
Foto 1.9.1.4.1-4 - Exemplo de filtragem a tambor de vácuo.....	96
Foto 1.9.1.4.1-5 - Evaporador de simples estágio industrial.....	97
Foto 1.9.1.4.1-6 - Visão de um spray dryer industrial.....	98

## INTRODUÇÃO

A mineração é a base da sociedade industrial moderna, fornecendo matéria-prima para todos os demais setores da economia, sendo, portanto, essencial ao desenvolvimento socioeconômico dos países. A extração mineral é considerada de tal forma estratégica que no Brasil, como na maioria dos países, os depósitos minerais são bens públicos, extraídos por concessão do estado. Os efeitos ambientais e socioeconômicos do aproveitamento destes jazimentos dependem, principalmente, da forma na qual esta atividade será planejada e, principalmente, como será desenvolvida (MMA, 2005).

A empresa empreendedora tem consciência da necessidade de significativos investimentos relacionados ao controle ambiental do empreendimento, desde a fase de projeto até o seu fechamento, e que a aplicação de boas práticas socioambientais e a destinação adequada e segura dos resíduos e efluentes será o seu maior foco de atenção.

O Projeto Caulim/Kalamazon, para o qual se busca o licenciamento ambiental na fase de licença prévia (LP), Processo IPAAM nº. 2626/2008, objetiva a lavra e o beneficiamento de recursos minerais de caulim disponíveis em áreas do município de Manaus, cujos direitos minerários junto ao DNPM pertencem à empresa Kalamazon Estudos Geológicos Ltda.

A elaboração destes estudos procurou atender a legislação vigente nas esferas Federal, Estadual e Municipal e disponibilizar, ao público em geral e em especial ao Órgão Licenciador, as informações que permitam uma adequada avaliação dos impactos ambientais, positivos e negativos e correspondentes medidas potencializadoras e mitigatórias, de forma que possa concluir com segurança pela viabilidade do licenciamento do Projeto Caulim/KALAMAZON. Para tanto, oferecerá elementos para que as seguintes questões, entre outras não menos relevantes, sejam respondidas positivamente: i. Os impactos ambientais (inclusive os efeitos sinérgicos) a serem gerados pelo empreendimento estarão dentro dos limites permitidos pelas leis, normas e regulamentos aplicáveis? ii. As tecnologias mais indicada e mais eficiente para as características do empreendimento e do meio serão aplicadas? iii. Os impactos ambientais a serem gerados pelo empreendimento estarão em níveis tais que sejam assimiláveis ou estejam dentro da capacidade de auto regeneração do meio ambiente? iv. Os impactos gerarão passivos reabilitáveis com efeito estabilizado ou positivo sob o ponto de vista ambiental, para os meios físico, biológico e antrópico?

A condução dos Estudos e suas conclusões, bem como a elaboração do Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), seguem as diretrizes do Termo de Referência (TR) IPAAM/GEPE nº. 05/2015.

O EIA compreende o levantamento da literatura científica e legal pertinente, trabalhos de campo, análises de laboratório e a própria redação do relatório.

O RIMA se destina especificamente ao esclarecimento das vantagens e consequências ambientais do empreendimento. Assim, refletirá as conclusões do estudo e será apresentado de forma objetiva e adequada a sua compreensão. As informações serão traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as consequências ambientais de sua implementação, conforme preconiza a Resolução CONAMA 01/86.

Procurou-se construir esses documentos num formato como percebido por Herman Benjamin:

O EIA é o todo: complexo, detalhado, muitas vezes com linguagem, dados e apresentação incompreensíveis para o leigo. O RIMA é a parte mais visível (ou compreensível) do procedimento, verdadeiro instrumento de comunicação do EIA ao administrador e ao público.

O empreendimento prevê a operação de lavra e beneficiamento de caulim por um período de 25 anos, aplicando-se tecnologias modernas e que promovam melhores retornos sociais e econômico a partir dessa riqueza mineral, observando o que preconizam a legislação ambiental vigente no País e as recomendações inerentes às boas práticas ambientais.

O Plano de Produção Anual previsto pretende iniciar a produção anual de caulim seco com 150 mil toneladas, mas a estrutura a ser implantada ao longo das fases do empreendimento permite atingir até 600 mil toneladas ano, a depender do mercado. A projeção inicial, prevê um mix de produção, objetivando atender aos mercados que utilizam tanto o caulim oriundo do processamento via seca, que é um produto semiacabado para aplicações onde a alvura não é determinante, quanto o caulim processado pela via úmida, que é um produto com etapas de purificação, objetivando mercados altamente exigentes quanto aos parâmetros óticos de aplicação do caulim.

O EIA e o RIMA estão compostos na forma dos Volumes e Capítulos relacionados abaixo:

### **Volume 1**

Capítulo 1: Caracterização do Empreendimento;

Capítulo 2: Legislação Aplicável;

Capítulo 3: Metodologia Geral.

### **Volume 2**

Capítulo 4.1: Diagnóstico Ambiental da Área de Influência – Meio Físico

### **Volume 3**

Capítulo 4.2: Diagnóstico Ambiental da Área de Influência – Meio Biótico

### **Volume 4**

Capítulo 4.3: Diagnóstico Ambiental da Área de Influência – Meio Antrópico

### **Volume 5**

Capítulo 5: Prognóstico, Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais, Áreas de Influência.

Capítulo 6: Medidas Mitigadoras e Compensatórias

Capítulo 7: Vide o **Volume 6**: Relatório de Impacto Ambiental

Capítulo 8: Mapa Síntese de Sensibilidade Ambiental

Capítulo 9: Conclusões

Capítulo 10: Glossário e Lista de Siglas

### **Volume 6**

Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)

## Capítulo 1: Caracterização do Empreendimento

### 1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

#### 1.1 INFORMAÇÕES GERAIS

##### 1.1.1 Identificação e Qualificação do Empreendedor

**Razão Social:** Kalamazon Estudos Geológicos Ltda;

**CNPJ (MF):** 09.272.349/0001-57;

**Endereço:** Rua 1, Casa 03, Quadra A. Conjunto Parque Aripuanã, Manaus-AM;

**Telefone:** 92-3238.1593 **Fax:** 92-3238.1593 **Celular:** 92-8105.0033

**Representante Legal:** Geólogo Sr. Marcelo Pinto da Silva.

**CPF:** 397.810.110-68

**Endereço:** Rua 1, C3, Qd. A, Cd. Pq. Aripuanã

**Telefone:** 92-3238.1593 **Fax:** 92-3238.1593 **Celular:** 92-8105.0033

**E-mail:** marcelopinto@mapex.com.br

##### 1.1.2 Histórico do Empreendedor

Vide item 1.2.

##### 1.1.3 Identificação do Empreendimento

**Razão Social:** Kalamazon Estudos Geológicos Ltda;

**CNPJ (MF):** 09.272.349/0001-57;

**Endereço:** Rua 1, Casa 03, Quadra A. Conjunto Parque Aripuanã, Manaus-AM;

**Telefone:** 92-3238.1593 **Fax:** 92-3238.1593 **Celular:** 92-8105.0033

**Representante Legal:** Geólogo Sr. Marcelo Pinto da Silva.

**CPF:** 397.810.110-68

**Endereço:** Rua 1, C3, Qd. A, Cd. Pq. Aripuanã

**Telefone:** 92-3238.1593 **Fax:** 92-3238.1593 **Celular:** 92-8105.0033

**E-mail:** marcelopinto@mapex.com.br

### 1.1.4 Empresa responsável pelo EIA/RIMA

A coordenação executiva e o desenvolvimento dos estudos, visando ao licenciamento ambiental do Projeto Caulim/Kalamazon, estão sob a responsabilidade da **DD&L CONSULTORES ASSOCIADOS S/S LTDA.**

A DD&L é uma empresa de Consultoria que atua no Amazonas há 21 anos e conta com profissionais altamente capacitados e com larga experiência em licenciamento ambiental de empreendimentos na área industrial, mineral e logística.

**Cadastro no IPAAM:** 118/10

**Razão Social:** DD&L CONSULTORES ASSOCIADOS S/S LTDA

**Endereço:** Rua Rio Içá, nº 310, Edifício Celebration Smart Offices, 3º andar, Vieiralves. **Manaus – AM. CEP:** 69.053-100.

**CNPJ (MF):** nº 00.631.857/0001-00;

**Representantes legais:**

Dr. Átila de Oliveira Denys;

Dra. Cláudia Alves Lopes Bernardino; e

Dr. José Alberto Maciel Dantas.

**Telefone:** (92) 3622.8889

**E-mail:**

renato.bonadiman@ddlconsultores.com.br

lucio.rabelo@ddlconsultores.com.br

## 1.2 HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO

Há décadas são conhecidos os depósitos de bauxita e caulim que bordejam a calha do rio Amazonas. Especificamente para a região de Manaus a ocorrência de caulim foi reportada por Damião et al. (1972) no Projeto Argila Manaus do DNPM-CPRM. Parte das áreas já havia sido alvo de prospecção para caulim na década de 1990. Os trabalhos foram conduzidos pela empresa multinacional Rio Tinto (na época chamada de RTZ) e dados publicados (Pinto, 1999) demonstraram que aqueles trabalhos foram bem-sucedidos. Um grande número de furos de sondagem e testes em amostras de grande volume foram efetuados, um laboratório a nível internacional foi montado, e os resultados sempre foram animadores. No entanto a RTZ não desenvolveu o projeto apesar de ter descoberto em alguns locais um caulim de alta qualidade

na região. Isto frustrou as equipes nele envolvidas, pois as dificuldades na época eram muitas inclusive a BR 174 ainda não havia sido pavimentada. Razões de logística, mercado, ambientais, energia e competidores com projetos mais avançados foram os argumentos ouvidos na época para a não viabilização do projeto.

No final dos anos 2000 a Kalamazon se formou a partir de integrantes daquela equipe e que retomaram os trabalhos efetuados pela RTZ e expandiram a prospecção até Presidente Figueiredo, Rio Preto da Eva até Itacoatiara. A boa relação com a Rio Tinto permitiu que os dados anteriores fossem adquiridos. Investidores com vínculos na indústria mineral inclusive de projetos pioneiros no Brasil se associaram a empresa, e sócios chineses que detém a planta mais moderna atualmente no mundo de produção de caulim vieram a seguir para dar a sustentação tecnológica e de mercado a empresa.

A Kalamazon Estudos Geológicos (KEG) vem desde então conduzindo a pesquisa mineral do caulim e também de bauxita em toda a região. Desde então foram realizadas atividades de levantamento de dados, mapeamento geológico, análise de imagens de satélite, furos de trado, levantamentos planialtimétricos, testes de densidade, processamento de amostras de grande volume em planta piloto, análises físicas e químicas do minério, cálculo de reservas, entre outras.

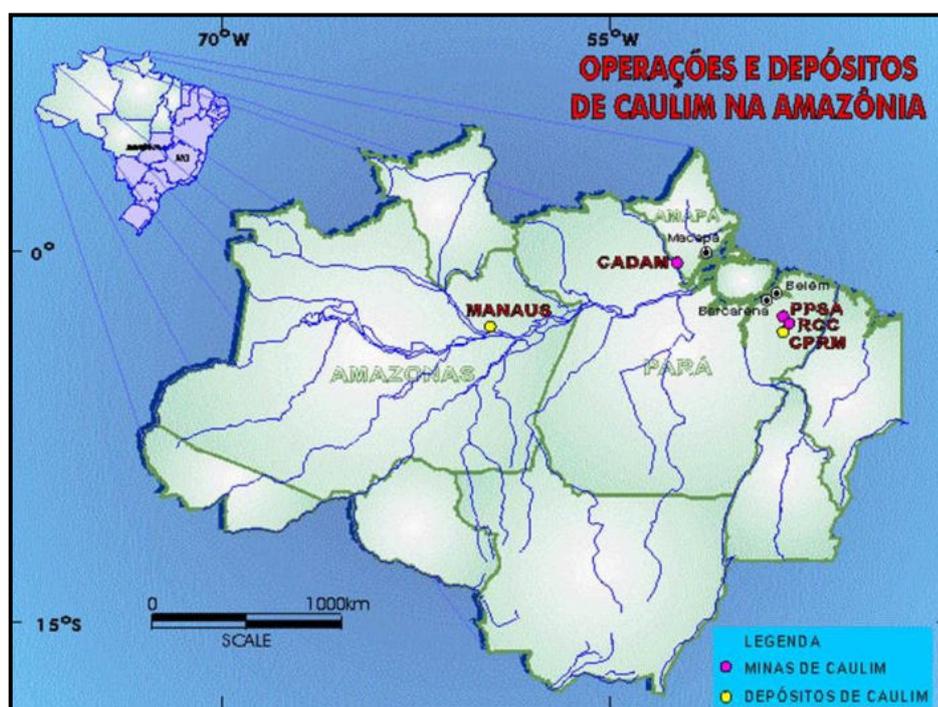


Figura 1.2-1 – Localização dos principais depósitos de caulim na Amazônia.  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

Os resultados obtidos foram permitindo que a empresa selecionasse quais processos em trâmite no DNPM seriam viáveis em termos de potencialidade econômica, jazimento e infraestrutura disponível. Atualmente, e para fins deste pedido de EIA/RIMA, os depósitos são aqueles encontrados no município de Manaus. Esses depósitos estão com relatório de pesquisa aprovado e plano de aproveitamento econômico aplicado (PAE).

### **1.3 ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS**

Vide Itens: 1.8 e 1.9.

### **1.4 OBJETIVO E JUSTIFICATIVA**

#### **1.4.1 Objetivo**

O objetivo do empreendimento é o aproveitamento econômico de recursos minerais por meio de lavra e beneficiamento do minério caulim no município de Manaus-Amazonas.

#### **1.4.2 Justificativa**

Este item abordará os aspectos socioeconômicos, locais, técnicos e ambientais da região onde será implantado o empreendimento e sua repercussão sobre o desenvolvimento da sua área de influência.

Antes de abordar os diversos aspectos, é importante esclarecer características socioeconômicas e geopolíticas da cidade de Manaus, destacando a Zona Franca e o Polo Industrial, o seu principal gerador econômico, visando à boa compreensão do ambiente no qual o Projeto será implantado. Os itens relativos ao Meio Antrópico aprofundam a abordagem sobre esse assunto.

Conforme citado pelo site da Wikipédia (WIKIPÉDIA, 2015), “Manaus é o principal centro financeiro, corporativo e econômico da região Norte do Brasil. É uma cidade histórica e portuária, localizada no centro da maior floresta tropical do mundo. Situa-se na confluência dos rios Negro e Solimões. É uma das cidades brasileiras mais conhecidas mundialmente, principalmente pelo seu potencial turístico e pelo ecoturismo, o que faz do município o décimo maior destino de turistas no Brasil. Destaca-se pelo seu patrimônio arquitetônico e cultural, com

notáveis museus, teatros, templos, palácios e bibliotecas. Está localizada no extremo norte do país, a 3 490 quilômetros da capital nacional, Brasília.

É a cidade mais populosa da Amazônia, com uma população de 2.020.301 (IBGE, 2014). Coloca-se como a 7ª mais populosa do Brasil, 2º maior em crescimento populacional entre as cidades com mais de 1 milhão de habitantes, 131ª mais populosa do mundo, 6º maior PIB do Brasil e citada como a 4º no Brasil e 125º no mundo como melhor lugar para se viver. É sede da região Metropolitana de Manaus, a mais populosa do norte do país e a décima-primeira mais populosa do Brasil, com 2.360.491 habitantes, representando 1,22% da população total brasileira. Apesar de registrar uma das maiores economias do país e ser um de seus municípios mais populosos, Manaus possui um dos menores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) entre as capitais brasileiras, com 0,737 pontos (considerado alto), o que a coloca na 23ª colocação entre as capitais estaduais do país, à frente somente de outras quatro capitais” (WIKIPÉDIA, 2015). Em termos de Índice de Progresso Social (IPS), a cidade ocupa 23ª colocação entre 772 municípios da Região Norte (IMAZON, 2014).

Originalmente fundada em 1669 pelos portugueses com o forte de São José do Rio Negro, foi elevada à vila em 1832 com o nome de Manaos, em homenagem à nação indígena dos manaós, sendo legalmente transformada em cidade no dia 24 de outubro de 1848 com o nome de Cidade da Barra do Rio Negro. Somente em 4 de setembro de 1856 voltou a ter seu nome atual. Ficou conhecida no começo do século XX, na época áurea da borracha, atraindo investimentos estrangeiros e imigrantes de algumas partes do mundo, sobretudo franceses. Atualmente seu principal movedor econômico é a Zona Franca de Manaus. Com a sexta maior economia do Brasil, a cidade aumentou gradativamente a sua participação na composição do setor econômico brasileiro nos últimos anos, passando a responder por 1,4% da economia brasileira. No ranking da revista “América Economia”, Manaus aparece como uma das 30 melhores cidades no ramo de negócios da América Latina, ficando à frente de capitais de países sul-americanos como Caracas, Assunção e Quito. Foi uma das doze cidades-sede brasileiras da Copa do Mundo de 2014 (WIKIPÉDIA, 2015) e será sub-sede dos Jogos Olímpicos de 2016.

Na década de 1960, por razões estratégicas, o governo brasileiro investiu na ocupação da região de Manaus, buscando seu desenvolvimento pela implementação de atividades ecologicamente compatíveis e dotar a região de "condições de meios de vida" e infraestrutura que atraíssem para ela a força de trabalho e o capital, nacional e estrangeiro, vistos como imprescindíveis para a dinamização das forças produtivas locais, objetivando instaurar na

região condições de "rentabilidade econômica global". De fato, sua criação e desenvolvimento, sempre estiveram atrelados a circunstâncias político-econômicas locais, nacionais e mundiais, visando a fixar os habitantes locais e, também, incentivando a migração para Manaus de habitantes de outras regiões do Brasil. Este panorama levou à idealização da Zona Franca de Manaus (ZFM), já em 1957, cuja estruturação foi reformulada em 1967 (SUFRAMA, 2012).

A Zona Franca de Manaus (ZFM) foi idealizada pelo Deputado Federal Francisco Pereira da Silva e criada pela Lei Nº 3.173 de 06 de junho de 1957, como Porto Livre.

Dez anos depois, o Governo Federal, por meio do Decreto-Lei Nº 288, de 28 de fevereiro de 1967, ampliou essa legislação e reformulou o modelo, estabelecendo incentivos fiscais por 30 anos para implantação de um polo industrial, comercial e agropecuário na Amazônia. Foi instituído, assim, o atual modelo de desenvolvimento, que engloba uma área física de 10 mil km<sup>2</sup>, tendo como centro a cidade de Manaus e está assentado em Incentivos Fiscais e Extrafiscais, instituídos com objetivo de reduzir desvantagens locacionais e propiciar condições de alavancagem do processo de desenvolvimento da área incentivada.

O histórico do modelo ZFM pode ser configurado em quatro fases distintas até chegar à fase atual.

A **primeira fase**, de 1967 a 1975, a política industrial de referência no país caracterizava-se pelo estímulo à substituição de importações de bens finais e formação de mercado interno.

Nesta fase, o modelo ZFM tinha como aspectos relevantes:

- A predominância da atividade comercial (sem limitação de importação de produtos, exceto armas e munições, fumos, bebidas alcoólicas, automóveis de passageiro e perfumes);
- Grande fluxo turístico doméstico, estimulado pela venda de produtos cuja importação estava proibida no restante do país;
- Expansão do setor terciário; e
- Início da atividade industrial, com atividade baseada em CKD – Completely Knocked Down e SKD – Semi Knocked Down (produtos totalmente ou semi-desmontados) e com liberdade de importação de insumos. O lançamento da pedra fundamental do Distrito Industrial ocorreu em 30 de setembro de 1968.

A **segunda fase** compreendeu o período de 1975 a 1990. Nesta fase, a política industrial de referência no país caracterizava-se pela adoção de medidas que fomentasse a indústria nacional de insumos, sobretudo no Estado de São Paulo.

O modelo ZFM passou a ter as seguintes características:

- Com a edição dos Decretos-Lei e 1455/76, foram estabelecidos Índices Mínimos de Nacionalização para produtos industrializados na ZFM e comercializados nas demais localidades do território nacional;
- Foram estabelecidos, ainda, limites máximos globais anuais de importação (contingenciamento);
- Cresce a indústria de montagem em Manaus, também contribuindo com o fomento de uma indústria nacional de componentes e insumo. Em 1990, a indústria de Manaus registrou um dos seus melhores desempenhos, com a geração de 80 mil empregos diretos e faturamento de US\$ 8,4 bilhões;
- O comércio permanece como vetor dinâmico;
- Os incentivos do modelo ZFM são estendidos para a Amazônia Ocidental;
- É criada a primeira das sete Áreas de Livre Comércio (ALC's), em Tabatinga, Amazonas, conforme a Lei nº 7.965/89; e
- É prorrogado, pela primeira vez, o prazo de vigência do modelo ZFM, de 1997 para 2007, por meio do Decreto nº 92.560, de 16 de abril de 1986. Em 1998, por meio do Artigo 40 do Ato das Disposições Transitórias da Constituição Federal, o prazo foi prorrogado para até 2013.

A **terceira fase** compreendeu os anos de 1991 e 1996. Nesta fase, entrou em vigor a Nova Política Industrial e de Comércio Exterior, marcada pela abertura da economia brasileira, redução do Imposto de Importação para o restante do país e ênfase na qualidade e produtividade, com a implantação do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBPQ) e Programa de Competitividade Industrial. A edição da Lei de 30 de dezembro de 1991 estabeleceu profundas mudanças no modelo ZFM.

O modelo ZFM foi obrigado a adaptar-se à nova política industrial de referência do país, vivenciando as seguintes características:

- Perda de relevância do comércio, que deixou de ter a exclusividade das importações como vantagem comparativa;

- Eliminação dos limites máximos globais anuais de importação, por meio do Decreto nº 205, de 5 de setembro de 1991;
- Adoção de redutor de 88% do Imposto de Importação para a ZFM, com a edição da Lei 8.387 de 30 de dezembro de 1991;
- Adoção do Processo Produtivo Básico (PPB), em substituição ao Índice Mínimo de Nacionalização;
- A Lei 8.387/91 também estabeleceu que as indústrias de produção de bens e serviços de informática, para fazer jus aos incentivos do modelo ZFM, devem aplicar, anualmente, no mínimo 5% do seu faturamento bruto em atividades de pesquisa e desenvolvimento a serem realizadas na Amazônia;
- Por meio do Decreto nº 783 de 25 de março de 1993, as indústrias ficaram obrigadas a implantar normas técnicas de qualidade, conforme padrões de entidades credenciadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO);
- As empresas do polo Industrial de Manaus deram início a um amplo processo de modernização industrial, com ênfase na automação, qualidade e produtividade. Em 1996, a reestruturação do parque fabril refletiu em faturamento recorde para aquela década, da ordem de US\$ 13,2 bilhões; e
- Foi criada a Área de Livre Comércio de Macapá-Santana, no Amapá, únicos municípios da Amazônia Oriental que integram a área de jurisdição da SUFRAMA.

A **quarta fase** compreende o período de 1996 a 2002, em que a política industrial de referência do país caracterizava-se por sua adaptação aos cenários de uma economia globalizada e pelos ajustes demandados pelos efeitos do Plano Real, como o movimento de privatizações e desregulamentação.

Nesta fase, o modelo ZFM tinha como principais características:

- A inclusão da função exportação como política intencional, com objetivo de estimular as vendas externas do polo Industrial de Manaus, que saíram de pouco mais de US\$ 140 milhões em 1996 para US\$ 2 bilhões em 2005;
- Esgotamento das ALC's como instrumentos de interiorização do modelo ZFM. Nos moldes em que foram criadas, com incentivos para importação, perderam relevância com a abertura da economia do país;

- Estabelecimento de critérios para repasse de recursos financeiros da SUFRAMA para promoção do desenvolvimento regional, por meio da Resolução nº 052, de 01 de agosto de 1997, tornando a distribuição mais equânime.
- Busca de ampliação da competitividade tecnológica das indústrias de Manaus, que teve como marco inicial a criação do Centro de Ciência, Tecnologia e Inovação do Polo Industrial de Manaus (CT-PIM); e
- Iniciativas para criação de um polo de bioindústrias na Amazônia que culminou com a implantação do Centro de Biotecnologia da Amazônia, inaugurado em 2002.

### **Fase atual**

Entra em vigor a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) em aprofundamento da Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), que prevê maior eficiência produtiva e capacidade de inovação das empresas e expansão das exportações. A PDP definiu macrometas para o país, até 2010, que previam o aumento da formação bruta de capital fixo, maior dispêndio do setor privado em pesquisa e desenvolvimento (P&D), e ampliação das exportações brasileiras, em especial, das micro e pequenas empresas.

Concentra-se nesta fase também a implementação estratégica do Processo Produtivo Básico (PPB) dos biocosméticos, estabelecendo as participações em valor agregado local e as quantidades mínimas de utilização de insumos regionais, por intermédio da Portaria Interministerial nº. 842, de 27 de dezembro de 2007.

Características atuais do modelo Zona Franca de Manaus:

- A definição de Processos Produtivos Básicos (PPBs) para produtos fabricados no PIM é orientada pelo maior adensamento de cadeias produtivas nacionais, inclusive dos biocosméticos;
- Há um esforço para ampliar a inserção internacional do modelo, sobretudo por meio de missões comerciais, participação em acordos de comércio exterior e realização de eventos de promoção comercial, a exemplo da Feira Internacional da Amazônia;
- Permanece a busca pelo aumento das exportações e maior equilíbrio da balança comercial;
- Há um esforço das indústrias do PIM em fomentar o adensamento tecnológico do parque industrial, por meio de investimentos em institutos de pesquisa regionais, sobretudo

advindos de recursos do percentual destinado à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), determinado pela Lei de Informática em vigor; e

- Ampliam-se os investimentos da SUFRAMA em projetos de modernização produtiva e infraestrutura nos municípios da sua área de atuação, envolvendo construção de aeroportos, estradas, estruturas turísticas, projetos pilotos de produção e capacitação de mão-de-obra.

A ZFM compreende três polos econômicos: o comercial, o industrial e o agropecuário, que recebem incentivos fiscais para desenvolver suas atividades. O industrial é considerado a base de sustentação da ZFM. O Polo Industrial de Manaus - PIM possui mais de 600 fábricas de alta tecnologia, gerando mais de 104 mil empregos diretos e um faturamento de R\$ 87,2 bilhões (US\$ 38,5 bilhões) em 2014. 1.044 projetos novos aprovados nos últimos 5 anos. O Polo Industrial de Manaus é o 3º maior polo industrial do Brasil.

Os produtos acabados e de alta tecnologia produzidos no distrito da Zona Franca de Manaus geram mais de US\$ 30 bilhões por ano, e são exportados para outros países ou para mercados domésticos chave (80% do que é produzido na região se destina ao abastecimento do mercado nacional). O transporte se dá por meio de caminhões em barcaças ou navios de cabotagem.

Como se pode notar, o expressivo desenvolvimento econômico de Manaus, fortemente vinculado ao Polo Industrial da Zona Franca de Manaus, decorre da atuação do Governo Federal, que, por meio dos incentivos fiscais e dos seus programas e políticas públicas, estabelece a sustentação e o ritmo do desenvolvimento. Essa estratégia se mostra um tanto preocupante na percepção de nomes importantes da economia local. O presidente do Conselho Regional de Economia do Amazonas (CORECON), Marcus Evangelista, afirma:

“Infelizmente a economia do Estado depende exclusivamente do setor industrial. O Estado do Amazonas tem grande potencial econômico em outros segmentos como mineral e agroindustrial. Temos a segunda maior área demográfica do País, mas permanece economicamente inexplorada. Excluindo a capital, as cidades do interior são economicamente subdesenvolvidas, em sua maioria, dependem exclusivamente dos repasses do Estado e dos contracheques da Prefeitura para movimentar suas economias”. (A CRÍTICA, 2013).

Concordando com a fragilidade do modelo, Denis Minev, Economista formado em Harvard e mestre em Administração pela Universidade de Wahrton (ambas nos EUA), Ex-

secretário de Planejamento do Estado, projeta uma visão obscura e fatalista sobre o modelo, que, em sua opinião, está entrando em um processo de decadência, como aconteceu com outras zonas industriais mundo afora.

“No processo de desenvolvimento econômico, é comum que as cidades passem por esse processo, como Detroit, nos Estados Unidos; e Glasgow e Manchester, na Inglaterra. Todas elas passaram por um processo de industrialização, mas depois, quando enriqueceram, as indústrias migraram para outros locais, fazendo as cidades entrarem em grande declínio. Glasgow tinha 800 mil habitantes, aproximadamente, e caiu para 300 mil depois disso. Isso pode acontecer com Manaus, caso não leve em conta mais inovação tecnológica, com a nossa vocação econômica que é a nossa floresta”, alerta. (A CRÍTICA, 2013).

Outros projetos relevantes instalados ou em instalação em Manaus que poderão ter repercussão sobre o Empreendimento:

- **Porto do Polo Industrial de Manaus** - EIA/RIMA em análise no IPAAM. Possui Licença Ambiental Prévia expedida pelo IPAAM e aguarda a Licença de Instalação. O porto destina-se à movimentação de carga em geral acondicionada em contêineres, relacionado à exportação e cabotagem. Visa aprimorar a estrutura logística de atendimento ao Polo Industrial de Manaus. Localizado na margem esquerda do rio Negro em Manaus e acesso pela BR-319 (IPAAM, 2014);
- **Porto Manaus Moderna** – Sob responsabilidade Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), Superintendência Regional do Amazonas – AM. Possui Licença Prévia do IPAAM. Encontra-se em fase licenciamento ambiental pelo IPAAM. O Porto Manaus Moderna está localizado no centro da cidade de Manaus, na margem esquerda do rio Negro, limitado a leste, pelo Igarapé do Educandos, margeando-se com a Avenida Manaus Moderna. Objetiva requalificar a Instalação Portuária Pública Manaus Moderna, implementando um moderno e eficiente terminal portuário público de uso misto (cargas e passageiros), já que as condições atuais oferecem riscos à integridade física dos passageiros, dos prestadores de serviço (carregadores) e das embarcações cujos banheiros podem levar ao naufrágio. Atenderá as demandas da população usuária das atuais instalações (Incluindo aspectos ambientais) e contribuirá com o reordenamento do sistema viário. (IPAAM, 2014);
- **Complexo Naval, Naval e Logístico do Estado do Amazonas** - Fortalecimento da Indústria Naval, Hub de Prestação de Serviços reparos Navais, atração de Estaleiros Âncoras, Estaleiro de Defesa, Navipeças. Projeto de Mineração (Caulim, mineroduto, terminal de carga mineral, cadeia produtiva do caulim). Terminal Portuário, Logísticos (Modais), Armazenamento e Distribuição. Buscando licenciamento ambiental (Audiências, embargo jurídico temporário do licenciamento). Ocupará área de 3.200 ha. 10 km de frente. Será localizado na zona rural de Manaus, no rio Amazonas. (SEPLAN, 2014);

- **Sistema de Transmissão de Energia Porto Velho a Manaus** - Extensão de 870 km. Tensão de 500 kV. Previsão para instalação não divulgado pelo Ministério das Minas Energia. Investimento de R\$ 3 bilhões (MME, 2015);
- **Usina Termelétrica Mauá III** – Em obras. Entrará em operação 2016. Capacidade Instalada 500 MW. Investimento final de R\$ 1,1 bilhões (MME, 2015);
- **Gasoduto Urucu-Coari-Manaus**. Fornecimento de gás natural à cidade de Manaus. Em operação;
- **Linha de Transmissão Elétrica “Tucuruí - Macapá - Manaus”** - 1800 km. Tensão de 500 kV. Operando desde 2014, porém em fase de teste e estruturação das linhas abaixadoras;
- **Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM)**. Recursos na ordem de US\$ 950 milhões. Financiamento 70% BID e 30% Governo do Amazonas. Trata-se da recuperação da qualidade ambiental de igarapés de Manaus e reassentamento de cerca de 18 mil famílias que residiam em situações precárias nas margens e leitos de igarapés;
- **Sistema de Proteção da Amazônia (SIVAM/SIPAM)**. Controle de tráfego área na região, defesa nacional e informações climáticas e meteorológicas. Em operação;
- **Termoelétricas de Gás Natural** (Manauara, Tambaqui, Jaraqui, Aparecida, Mauá, Cristiano Rocha e Ponta Negra). Capacidade de todas juntas: 760 MW. Em operação; e
- **Aterro Sanitário Privado para Resíduos Sólidos de Manaus** (Empresa Marquise). Capacidade para receber 2.400 toneladas de resíduos sólidos por 15 anos. Localizado no ramal do km13 da rodovia BR-174, cerca de 35 km da capital. Limita-se a leste com o igarapé do Leão, entre as rodovias Am-010 e BR-174. Encontra-se em fase de licenciamento (Licença de Instalação).

A justificativa do projeto deve ser situada em um contexto ainda mais amplo, o do setor mineral brasileiro, que tem grande importância social e econômica. Atualmente o setor responde por 4,2% do PIB e 20% das exportações brasileiras. Além disso, o setor é responsável por 1 milhão de empregos diretos (8% dos empregos da indústria) e também está ligado à base de várias cadeias produtivas.

O minério de caulim ocorre em uma ampla distribuição geográfica mundial, mas os principais produtores são os Estados Unidos (17,4 %), Uzbequistão (16,2%), Alemanha (13,2

%), República Tcheca (10,6%). O Brasil responde com 6,4% do total produzido, mas vem aumentando sua participação no mercado mundial pela qualidade de suas reservas.

Dados do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM, 2013) mostram que no ano de 2012 foram produzidas no país mais de 7.000.000 toneladas de caulim bruto e aproximadamente 2.200.000 toneladas de caulim beneficiado, com um faturamento total de aproximadamente R\$ 500.000.000,00 no setor.

No Brasil, das reservas classificadas como medidas e indicadas, 97% encontram-se em apenas três estados da região norte, Amazonas, Pará e Amapá, sendo que estes dois últimos estados respondem por mais de 90% da produção nacional, praticamente sua totalidade tem o destino para exportação. Apesar de o Amazonas deter consideráveis reservas deste importante bem mineral, até o momento ainda não se viabilizou nenhum projeto de grande porte neste setor.

O aproveitamento econômico do minério de caulim, surge como mais uma opção para a promoção do desenvolvimento socioeconômico da região metropolitana de Manaus, e quiçá do estado do Amazonas, desta vez sem a dependência direta dos incentivos fiscais da Zona Franca. Dessa forma espera-se que o Projeto Caulim/Kalamazon, ao lado dos Projetos existente e em implantação como: Potássio – Autazes; Cerâmica - Iranduba; Calcário – Urucará; Estanho - Presidente Figueiredo; Terras-Raras – Presidente Figueiredo; Tântalo – Presidente Figueiredo; Óleo e Gás - bacia do Solimões/Amazonas; entre outros projetos de mineração, colocará definitivamente o Amazonas no contexto econômico do setor mineral brasileiro.

O caulim tem uso industrial variado e abrangente. É utilizado, por exemplo, na produção de papel como cobertura e carga, na indústria de cerâmica branca, na produção de argamassas industriais e cimento branco, em plásticos, tintas, refratários, fármacos, cosméticos, preenchimento em pneus, fibra de vidro entre outros. Portanto sua produção e seus inúmeros derivados industriais podem servir de base para a verticalização e desenvolvimento de um novo polo industrial agregado ao Polo Industrial de Manaus (PIM), a partir de uma matéria prima regional de alta qualidade. Já a areia, subproduto, servirá para a construção civil, e por conter uma sílica de alta qualidade, poderá ser aplicada para a indústria de vidro e ótica e na fabricação em painéis solares e telas de computadores e televisão.

A meta é a implantação de um complexo mineiro que venha a produzir riquezas de maneira ambientalmente correto e economicamente viável, e que se constituirá num polo

catalizador de novos empreendimentos produtivos e de serviços, fortalecendo a geração de emprego e renda e alavancando a arrecadação de tributos e a geração de divisas para o Amazonas, ou seja, a atividade tem potencial para se constituir num verdadeiro polo de desenvolvimento regional.

O empreendimento pretende desenvolver este potencial de forma competitiva em relação aos demais produtores nacionais e internacionais e assim conquistar mercado para seus produtos, tendo como diferencial a variabilidade de produtos de alta qualidade, que pode ser colocado tanto no mercado interno quanto externo.

Os resultados obtidos nas análises do Projeto indicam a sua viabilidade econômica, além de serem atrativos a investidores devido boa Taxa Interna de Retorno apresentada. A condição de alta demanda do produto no mercado interno e externo e a localização favorável contribui para tornar o projeto economicamente atrativo. Por outro lado, a atividade mineral se constitui numa das mais importantes fontes de geração de receita pelo setor público por meio de impostos e contribuições.

O Projeto Caulim apresenta um Valor Presente Líquido (VPL), de R\$ 1.070.696.000,00 a uma taxa de oportunidade com 5% de desconto, em 25 anos – e R\$ a uma taxa de oportunidade com 10% de desconto, em 25 anos.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) do empreendimento é de 40,60% a.a., com estimativa de retorno sobre o capital investido em 4,51 anos.

### **Situação Legal dos Processos DNPM e Reservas**

### **Situação Legal dos Processos DNPM e Reservas**

Compreendem 8 processos DNPM-AM com total de 40.866,09 ha. Deste total um processo ainda se encontra na fase de pesquisa (com relatório preliminar apresentado) e os sete restantes estão na seguinte situação: um já apresentado o relatório final de pesquisa aguardando a vistoria e aprovação pelo DNPM, outros seis já foram apresentados o Plano de Aproveitamento Econômico - PAE. Conforme demonstrado na Tabela 1.4.2-1.

As operações de lavra estão previstas para serem concentradas nas áreas dos processos DNPM 880.141/2004, 880.052/2005 e 880.280/2008, que compõe a mesma jazida. Pretende-

se também lavrar a área do processo 880.096/2004, mas em menor escala de produção, onde possui um caulim de melhor qualidade para compor com a jazida das demais áreas a serem exploradas.

Tabela 1.4.2-1 – Processos Minerários no DNPM-AM, 8ª Região

Processo DNPM	Nº Alvará	RFP	DOU	FASE ATUAL	Área (ha)
880.096/2004	6167	Aprovado	11/07/2012	PAE APLICADO	5.457,00
880.141/2004	1773	Aprovado	11/07/2012	PAE APLICADO	2.501,02
880.052/2005	2957	Aprovado	11/07/2012	PAE APLICADO	6.469,02
880.280/2008	877	Aprovado	25/09/2015	PAE APLICADO	7.336,25

Fonte: KALAMAZON, 2015.

RFP = Relatório Final de Pesquisa

DOU = Data de Publicação da aprovação do RFP

PAE = Plano de Aproveitamento Econômico

## Reservas

As reservas totais para o conjunto das áreas do Projeto Caulim chegam atualmente a 1.658.821.310 toneladas de minério com 572.259.462 toneladas de caulim contido, conforme indicado na Tabela 1.4.2-1. A Figura 1.4.2-1 indica a localização das áreas de reservas medidas e indicadas, onde estão inseridos os alvarás objeto deste EIA.

Para os processos DNPM com Relatório Final de Pesquisa (RFP) aprovados pelo DNPM, são apresentadas as reservas medidas, reservas indicadas e reservas inferidas, já publicadas no Diário Oficial da União.

O subproduto do processo produtivo do caulim conforme já mencionado será a areia, que está em uma proporção média de 65 % das reservas de caulim.

Tabela 1.4.2-1 – Resumo das reservas medidas, indicadas e inferidas de minério de caulim aprovados pelo DNPM

Processo DNPM	RESERVAS MEDIDAS			RESERVAS INDICADAS			RESERVA INFERIDA			RESERVAS TOTAIS		
	Volume de Minério (m3)	Tonelagem de Minério	Tonelagem de Caulim Contido	Volume de Minério (m3)	Tonelagem de Minério	Tonelagem de Caulim Contido	Volume de Minério (m3)	Tonelagem de Minério	Tonelagem de Caulim Contido	Volume de Minério (m3)	Tonelagem de Minério	Tonelagem de Caulim Contido
880.096/2004	131.977.381	221.722.000	72.724.816	144.110.000	242.104.800	79.410.374	453.187.000	761.354.160	249.724.164	729.274.381	1.225.180.960	401.859.355
880.141/2004	39.117.262	65.717.000	22.343.780	117.448.000	197.312.640	67.086.298	291.703.000	490.061.040	166.620.754	448.268.262	753.090.680	256.050.831
880.052/2005	48.077.976	80.771.000	26.573.659	42.608.000	71.581.440	23.550.294	1.343.813.000	2.257.605.840	742.752.321	1.434.498.976	2.409.958.280	792.876.274
880.280/2008	46.123.432	77.487.366	26.851.221	50.128.874	102.488.494	35.591.501	366.423.525	615.591.522	184.677.457	462.675.831	795.567.381	247.120.178
TOTAL	265.296.051	445.697.366	148.493.476	354.294.874	613.487.374	205.638.467	2.455.126.525	4.124.612.562	1.343.774.696	3.074.717.450	5.183.797.301	1.697.906.638

Fonte: KALAMAZON, 2015.

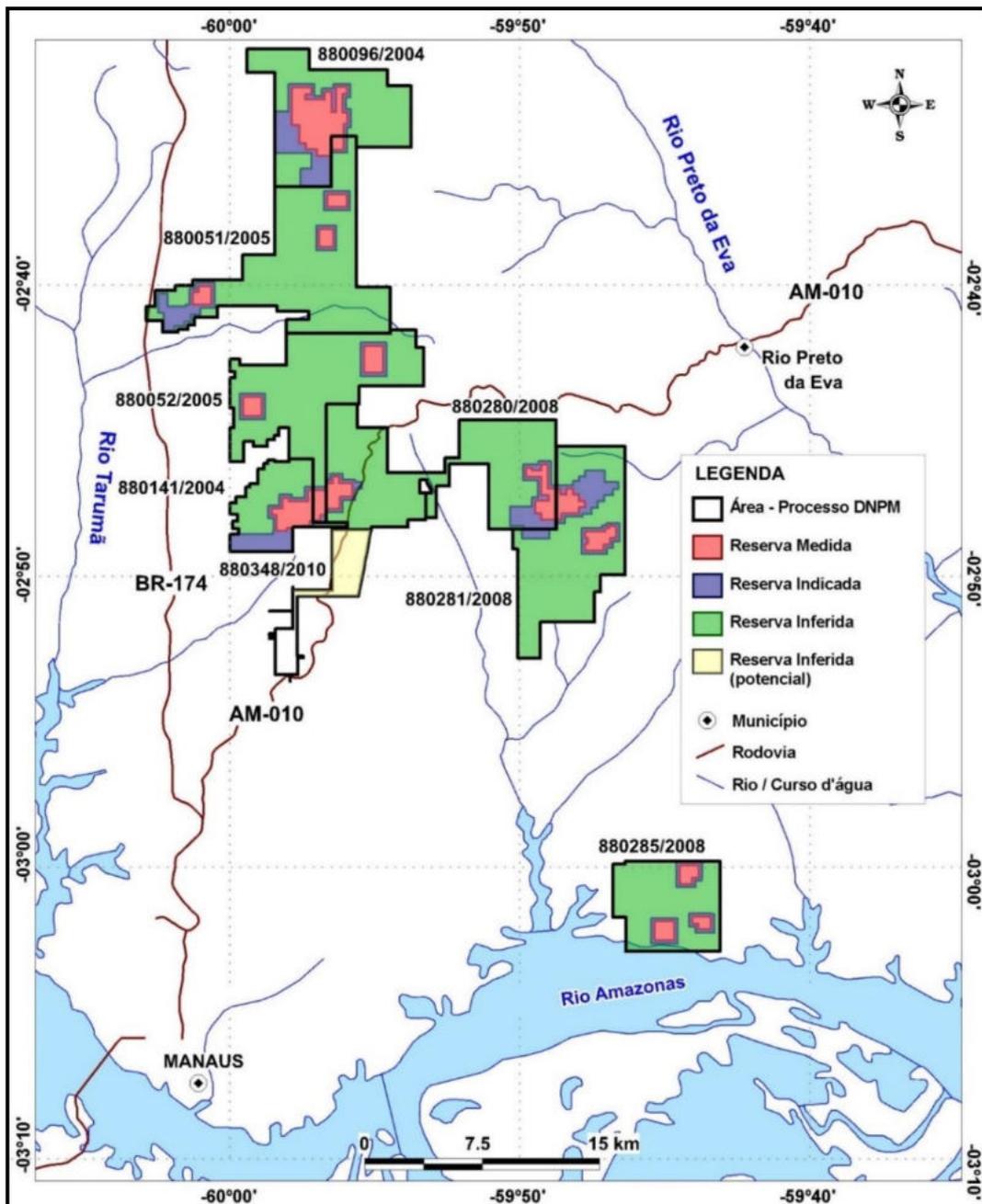


Figura 1.4.2-1 – Localização das áreas de reservas medidas e indicadas.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

A Figura 1.4.2-2 mostra as áreas de reservas somente nos locais cobertos por este pedido de Licenciamento.

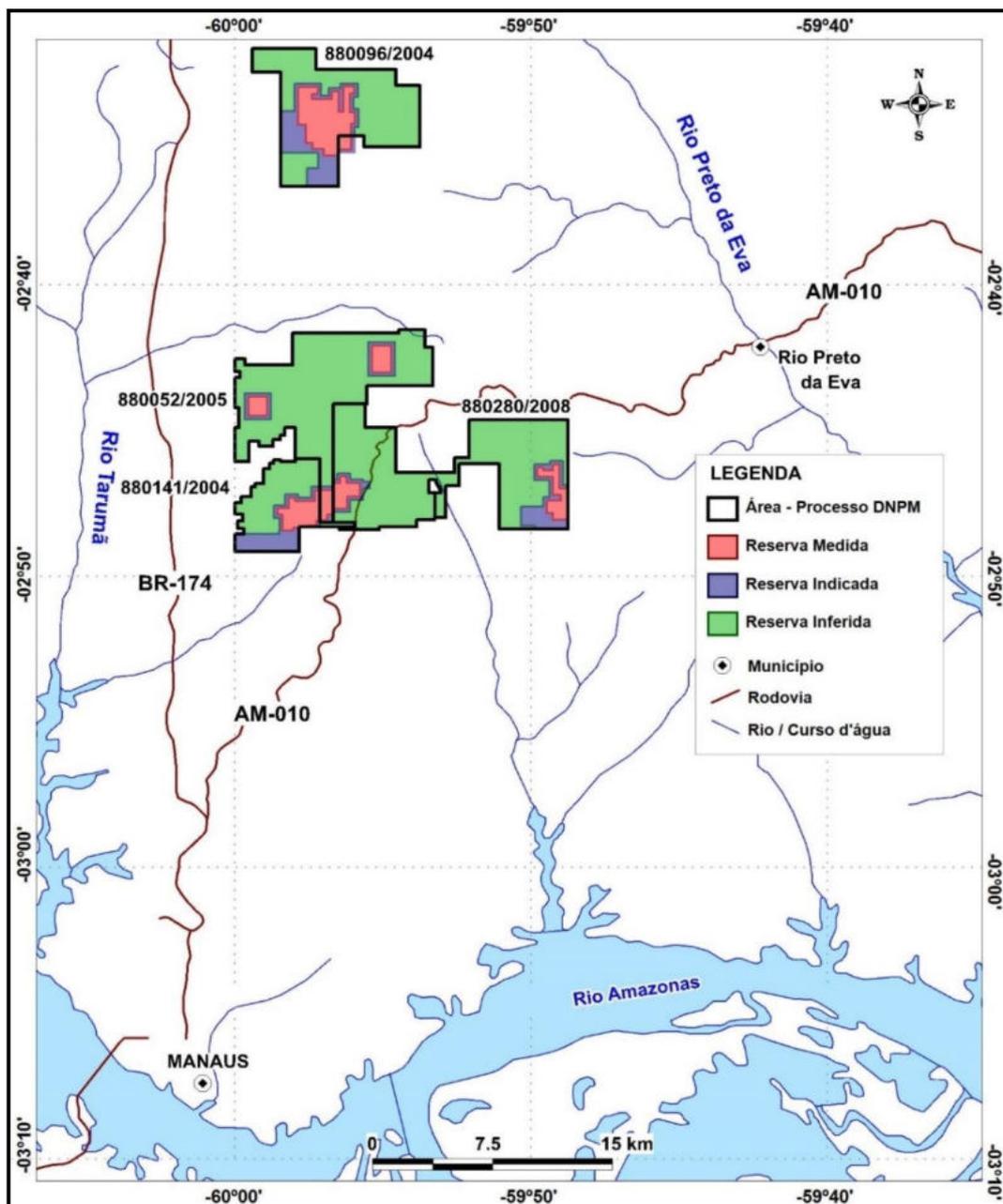


Figura 1.4.2-2 – Localização das áreas de reservas medidas e indicadas.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

## 1.5 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

### Introdução

A atividade minerária abrange todas as fases da indústria de produção mineral, associadas à pesquisa mineral, lavra, beneficiamento, sistemas de disposição de estéril, de rejeitos e de resíduos, distribuição e comercialização de bens minerais.

Entende-se por lavra o conjunto de operações coordenadas, objetivando o aproveitamento industrial das substâncias minerais existentes na jazida, desde sua exploração até seu beneficiamento.

O beneficiamento mineral do caulim normalmente ocorre devido a sua associação com diversas impurezas que, geralmente, no seu estado natural, não atendem às especificações de mercado, sendo necessário submetê-lo a processos de beneficiamento eficientes, para adequá-lo ao uso industrial (YOON; SHI, 1986; PRASADA et al., 1991). Os processos de beneficiamento empregados dependem do uso a que se destina. Existem basicamente dois processos de beneficiamento do caulim, o **beneficiamento via seca e o via úmida**.

### Beneficiamento a seco

O processo de beneficiamento a seco é mais simples, onde o caulim bruto é inicialmente fragmentado através de um britador ou equipamento com similar poder de fragmentação gerando partículas com diâmetro inferiores a uma polegada (1”), que são em seguida conduzidos para a secagem em secadores rotativos. Após seco, o caulim é pulverizado em sistema de moagem que podem utilizar diversos tipos de moinhos como: moinhos de rolos, moinhos autógenos ou moinhos de bolas para então ser classificado, por tamanho, através de um processo denominado flotação com ar (*air flotation*), onde as partículas mais finas são conduzidas para o topo do aero-separador (ciclones ou separadores dinâmicos) por uma corrente de ar quente, havendo assim a separação de partículas por tamanho (LUZ, et al., CETEM, 2008).

No beneficiamento a seco é possível combinar a secagem e moagem em um único equipamento onde o ar ou gases de combustão são insuflados quente dentro do moinho, o que permite uma boa redução no custo de instalação dos equipamentos quando possível.

Após a separação na etapa de ciclonagem teremos a fração grossa como sendo o rejeito do processo (areia e partículas de caulim de alto grau de dureza) e a fração fina que corresponde ao caulim de interesse como produto final com teor de umidade entre 3 e 6% e baixo teor de areia contido (inferior a 3%). O caulim será colocado em containers a granel e destinados aos clientes pelas rotas logísticas disponíveis à região.

Por se tratar de um produto intermediário para as indústrias que o irão utilizar como matéria prima, esse caulim não se submeterá aos processos posteriores de purificação, neste projeto, como ocorrerá no processo a úmido.

A areia rejeitada nesse processo, por ser seca, está pronta para ser utilizada como um produto para a construção civil, indústria de vidros ou outras que a utilizem, sendo assim, pretende-se disponibilizar essa areia para os mercados consumidores e seu excedente será destinado em áreas de contenção de rejeitos.

O Item 1.9.1.4.1 deste Capítulo, apresenta o fluxograma do processo a seco.

### **Beneficiamento a úmido**

No beneficiamento a úmido o caulim bruto é transformado em polpa em agitadores móveis (blungers), através da adição de água, dispersante químico e reagentes reguladores de pH que além de formar a polpa, provoca a dispersão do caulim devido as forças de cisalhamento físicas e químicas exercidas pelos blungers, que em seguida é bombeado para uma bateria de hidroseparadores (hidrociclones), onde ocorre o desareamento (remoção de areia da polpa dispersa de caulim). A polpa desareada é então centrifugada para termos a adequada classificação granulométrica desejada pelos consumidores finais.

Como o caulim necessita de um alto grau de pureza e de alvuras elevadas, a polpa centrifugada é submetida a etapa de separação magnética em separadores com campo magnético de até 50 kGauss, removendo impurezas magnéticas como: o anatásio, o rutilo, a hematita, a mica e a pirita. Na sequência temos a remoção dos óxidos de ferro não magnéticos, na etapa de branqueamento onde são utilizados agentes redutores enérgicos, capazes de provocar a redução do ferro presente, na forma de óxidos e/ou hidróxidos férricos, para uma valência +2 (ferroso), onde o ferro é solúvel em água, podendo ser removido em uma operação de filtragem.

Para remover as impurezas solubilizadas durante o branqueamento, a polpa é bombeada para filtros prensa ou filtros de tambor (etapa denominada filtragem), onde é retirada grande parte da água presente no caulim e, por consequência, o ferro reduzido ou a matéria orgânica destruída. Vale lembrar que essa etapa deverá ser realizada, mesmo que o caulim seja fornecido ao consumidor, na forma de polpa. Caso contrário, ao se elevar o pH do caulim, o ferro reduzido se oxida e volta a se precipitar na forma de hidróxido férrico, prejudicando a alvura do caulim.

Quando o caulim é fornecido para a indústria na forma de polpa, torna-se necessária a adição de biocidas, para retardar o crescimento de bactérias durante o transporte, o que pode vir a prejudicar a qualidade do produto (FINCH, 2002).

Após a etapa de filtragem o empreendimento utilizará a etapa de secagem que será dividida em duas etapas distintas. A evaporação e secagem em *Spray Drier*, ambos os processos visam a remoção de água para que se tenha o produto seco a umidade final de 6% e o uso combinado das duas tecnologias confere um melhor aproveitamento térmico do que, por exemplo, a secagem diretamente da filtragem para o *Spray Dryer*.

Na evaporação o material (polpa de caulim) é bombeado oriundo da filtragem, após a sua redispersão, utilizando agentes dispersantes, com uma concentração de sólidos em torno de 55% que é pré-aquecido em trocadores de calor para 80°C e em seguida sofre processo de evaporação em vasos de evaporação sob regime de vácuo elevando o sólido da polpa para faixa de 70% que é enviada ainda em estado fluído, devido a ação do agente dispersante, para a secagem final no *Spray Dryer* que consiste na atomização do material e o seu contato direto com ar aquecido a temperaturas em torno de 400°C, ocorrendo sua secagem instantânea para teores de umidade entre 5 a 7% sob regime controlado.

Após o produto seco o mesmo é envasado em big bags de 1 tonelada, que serão dispostos em containers de 20 ou 40 pés e transportados de acordo com a logística mais adequada para seus consumidores finais.

As estruturas previstas para atividades minerárias do empreendimento constam de: cavas a céu aberto, barragens de rejeitos, diques de contenção, pilhas de estéreis, vias de acesso e circulação, sistema de drenagem, usinas de desareamento (via processo seco e/ou processo úmido) e usinas de beneficiamento (via processo úmido), estruturas de manutenção de maquinários utilizados para extração e beneficiamento do mineral, edificações de áreas de apoio, tais como escritório, almoxarifado, dentre outros.

O Item 1.9.1.4.1 deste Capítulo, apresenta o fluxograma do processo a úmido.

Este Item contempla as alternativas locacionais de toda a estrutura a ser implementada, visando a lavra e beneficiamento das reservas minerais aprovadas no DNPM sob os números de processos 880.141/2004, 880.052/2005 e 880.280/2008 para a Área Diretamente Afetada 1 (ADA 1) e 880.096/2004 para a ADA 2. Detalhes sobre as ADA 1 e ADA 2, como localização, mapa, extensão, etc. serão apresentados no Item 1.6 e no Volume 5, Item 5.5 – Áreas de Influência.

## **1.5.1 Dimensionamento da Produção de Caulim, Cobertura de Estéril Removida e Rejeitos Gerados**

### **1.5.1.1 ADA 1**

#### **Produção de Caulim.**

Os estudos indicam que a **ADA 1** possui potencial para a produção anual de 1,2 milhão toneladas de *Run of mine* (ROM), que resultará numa produção de 300 mil toneladas de caulim, podendo atingir 2,4 milhões toneladas de ROM e uma produção anual de 600 mil toneladas de caulim. O volume da produção será estabelecido de acordo com a demanda do produto.

#### **Vida Útil das Reservas**

As reservas tanto na **ADA 1** quanto na **ADA 2**, para uma escala de produção de 300 mil toneladas ano devem exceder a 50 anos de vida útil, mas um horizonte tão distante não será tratado neste relatório. Portanto, para este estudo, será considerada a hipótese mais provável de produção de 300 mil toneladas de caulim por ano, por períodos mais realísticos de 5 em 5 anos, até um máximo de 25 anos. Se a produção chegar a 600 mil toneladas de caulim por ano, os parâmetros avaliados mudam de acordo (2x) do que foi projetado para 300 mil toneladas/ano.

#### **Quantidade de Estéril**

A quantidade de estéril decapeada para a produção anual de 300 mil toneladas será de, aproximadamente 852 mil toneladas (ou de 1,7 milhões toneladas para a opção de produção

anual de 600 mil toneladas de caulim), com uma relação estéril/minério 0,75/1 aproximadamente. O fator de empolamento usado para as pilhas de estéril foi de 40% que é utilizado para solo argiloso. Ou seja, as 852 mil toneladas a uma densidade de 1,68 ton/m<sup>3</sup> corresponde a 507 mil m<sup>3</sup> que empolados geram 710 mil m<sup>3</sup> aproximados de estéril na pilha.

## **Rejeitos**

Estima-se que a quantidade de rejeito do desareamento para uma produção de 300 mil toneladas de caulim será de aproximadamente 410 mil m<sup>3</sup> (base seca) de areia por ano, tomando-se como base um percentual médio de 65 % de areia no minério ROM.

Nesta mesma base, no restante do fluxo de beneficiamento, quando entrar em operação o processo de beneficiamento via úmido, onde serão juntados os rejeitos da centrifugação, do separador magnético, da filtração e do evaporador, estima-se uma quantidade de 68,8 mil m<sup>3</sup> (base seca) de rejeito de beneficiamento gerado para uma produção de 300 mil toneladas/ano por essa rota de processamento.

Para o processo de produção via seco, não há rejeitos de beneficiamento, visto que não se faz necessário a purificação do caulim, que sofrerá apenas o processo de desareamento, sendo assim, podemos entender que, ao falarmos de rejeito gerado no processo de desareamento, estamos falando tanto para o processo via seco, quanto para o processo via úmido com igual volumes gerados em base seca para uma produção de 300 mil toneladas/ano.

Para o processo de beneficiamento que se destina unicamente para produtos oriundos da rota de produção via úmida também demonstramos seus volumes em base seca para uma produção de 300 mil toneladas/ano por essa rota para o melhor dimensionamento das estruturas de contenção (barragens) dos rejeitos gerados e dos equipamentos necessários ao seu processamento.

Na Tabela 1.5.1.1-1 é apresentado um resumo dos valores de produção, ROM, estéril e rejeitos para a **ADA 1**.

Tabela 1.5.1.1-1 - Parâmetros da mina para alternativa da escala de produção na área da ADA 1

Produção (ton/ano)	ROM (ton/ano)	Estéril (ton/ano)	Estéril empolado (m <sup>3</sup> /ano)	Rejeito areia (ton/ano)	Rejeito areia (m <sup>3</sup> /ano)	Rejeito beneficiamento (ton/ano)	Rejeito beneficiamento (m <sup>3</sup> /ano)
300.000	1.200.000	852.000	710.000	738.000	410.000	115.500	68.800

Fonte: KALAMAZON, 2015.

### 1.5.1.2 ADA 2

Esta área possui um caulim de alta qualidade com característica de muito alta alvura, chamado *Highgloss*, que possui um percentual de caulim na fração menor que 2 microns, em maior quantidade que na jazida da ADA 1. As dificuldades de logística e infraestrutura impedem um melhor aproveitamento dessa jazida, no entanto seu maior valor econômico e um mercado mais específico, justificam a sua exploração. Neste sentido as operações previstas nesta área são apenas de decapeamento, recolocação da pilha de estéril e lavra deste minério. Como neste caso o minério é mais rico em caulim no ROM (50%), pretende-se transportá-lo até as instalações de desareamento e beneficiamento da ADA 1, evitando-se assim elevar os custos de investimentos.

#### Produção de Caulim

Estudos preliminares indicam que a produção anual nesta mina será de 117 mil toneladas de ROM para uma produção de 50 mil toneladas anuais de caulim.

#### Quantidade de Estéril

Os dados da jazida mostram que a quantidade de estéril a ser decapeada para a produção anual de 50 mil toneladas será de, aproximadamente 83 mil toneladas, a uma densidade de 1,68 ton/m<sup>3</sup>, correspondendo a 49,4 mil m<sup>3</sup> de volume, que empolados geram 69,2 mil m<sup>3</sup> aproximados de estéril na pilha, com uma relação estéril/minério 0,71/1 aproximadamente. O fator de empolamento e densidades usados aqui seguem os mesmos apresentados para a área ADA 1.

## Rejeitos

Estima-se que a quantidade de rejeito do desareamento para uma produção de 50 mil toneladas de caulim será de aproximadamente 32,5 mil m<sup>3</sup> (base seca) de areia por ano, tomando-se como base um percentual médio de 50 % de areia, conforme resumido na Tabela 1.5.1.2-1. O rejeito estimado da etapa de beneficiamento deste minério será de 6,8 mil m<sup>3</sup>. Como todo o processamento deste minério se dará na área **ADA 1**, todo o rejeito tanto de areia, quanto de beneficiamento, será armazenado junto as alternativas locacionais estudadas naquela área.

Raciocínio semelhante as operações da **ADA 1** se aplicam para o minério da **ADA 2** quando falamos em processo via seco e/ou processo via úmido, lembrando que, o processo via seco corresponde ao processo de desareamento apenas, e quando se fala de beneficiamento já se aplica exclusivamente ao processo via úmido.

O que vale lembrar e que fica implícito ao processo via seco e úmido, é a natureza do rejeito gerado no desareamento, onde, o processo via seco nos dará um rejeito arenoso seco e na via úmida esse rejeito arenoso estará com um teor de umidade na ordem de 50 a 70%.

Na Tabela 1.5.1.2-1 é apresentado um resumo dos valores de produção, ROM, estéril e rejeitos para a **ADA 2**.

Tabela 1.5.1.2-1 - Parâmetros da mina para alternativa da escala de produção na ADA 2

Produção (ton/ano)	ROM (ton/ano)	Estéril de cobertura (ton/ano)	Estéril empolado (m <sup>3</sup> /ano)	Rejeito areia (ton/ano)	Rejeito areia (m <sup>3</sup> /ano)	Rejeito beneficiamento (ton/ano)	Rejeito beneficiamento (m <sup>3</sup> /ano)
50.000	117.000	83.000	69.000	58.500	32.500	11.500	6.800

Fonte: KALAMAZON, 2015.

\* Os rejeitos de areia e de processamento da ADA 2 serão destinados para os depósitos da ADA 1.

### 1.5.1.3 Consolidação: Produção de Caulim, Cobertura de Estéril Removida e Rejeitos Gerados nas ADA 1 e 2

Na Tabela 1.5.1.3-1 se apresenta os dados consolidados das **ADA 1** e **ADA 2** com volume de produção, ROM, estéril e rejeitos.

Tabela 1.5.1.3-1 - Consolidação dos volumes de produção, ROM, estéril e rejeitos para as ADA 1 e 2.

Produção (ton/ano)	ROM (ton/ano)	Estéril (ton/ano)	Estéril empolado (m <sup>3</sup> /ano)	Rejeito areia (ton/ano)	Rejeito areia (m <sup>3</sup> /ano)	Rejeito beneficiamento (ton/ano)	Rejeito beneficiamento (m <sup>3</sup> /ano)
350.000	1.317.000	935.000	779.000	796.500	442.500	127.000	75.600

Fonte: KALAMAZON, 2015.

A partir destes parâmetros, as alternativas locacionais foram estudadas para cada uma das estruturas de depósito possíveis do projeto. A rigidez locacional é um fator intrínseco da indústria mineral, pois não se pode escolher onde a natureza colocou a jazida mineral, isto é, o aproveitamento desta riqueza só pode ser feito no local onde se encontra. Os impactos social e ambiental negativos que ocorrerem serão mitigados e compensados, enquanto os impactos positivos serão potencializados conforme previsto neste EIA/RIMA. As alternativas apresentadas procuram afetar o mínimo possível os componentes social e ambiental, sem perder de vista a viabilidade do projeto a ser implementado.

## 1.5.2 Alternativas Locacionais

### 1.5.2.1 Aspectos Locacionais das Cavas

A definição do local da mina e da cava inicial leva em consideração diversos parâmetros geológicos e econômicos, dentre eles, a qualidade e quantidade do minério de caulim, a relação estéril-minério, a topografia, custos operacionais e de capital para implantação do projeto, operacionalidade da lavra, a distância até os locais de melhor infraestrutura.

Os parâmetros geológicos são aqueles que refletem a jazida em si, e seus resultados normalmente são obtidos através de estudos estatísticos que interpolam os resultados obtidos nos furos de sondagem usados nos cálculos de reservas. Uma maior densidade de sondagem em uma determinada região dá maior confiabilidade em refletir as características do minério a ser extraído. No entanto, na natureza, há sempre incertezas, e que só no momento da própria lavra podem ser plenamente sanadas.

#### 1.5.2.1.1 Cava da ADA 1

Os estudos feitos pela Kalamazon indicaram que a alternativa de locação da cava apresentada na Figura 1.5.2.1.1-1 é a que apresenta uma quantidade satisfatória de caulim na

jazida e de qualidade maior aceita no mercado, fatores estes fundamentais, principalmente nos anos iniciais do empreendimento, onde a recuperação do capital investido é um dos parâmetros mais significativos no estudo de viabilidade do projeto.

Os dados de sondagem permitem fazer uma previsão de onde a **Cava** vai iniciar, com um planejamento inicial dos 5 primeiros anos. Com o desenvolvimento da mina, na abertura das frentes de lavra e novas sondagens é que se poderá conferir maior precisão no planejamento do médio e do longo prazo. Apresenta-se na Figura 1.5.2.1.1-1 um esboço mostrando as áreas de produção para os períodos de 1 a 5 anos, 6 a 15 anos e 16 a 25 anos de desenvolvimento da mina, considerando uma produção de 300 mil ton/ano. O contorno da cava estimado para os 25 anos também está indicado nessa Figura. Na Tabela 1.5.2.1.1-1 pode-se observar os dados numéricos para os avanços acima citados.

Tabela 1.5.2.1.1-1 - Áreas de avanço de lavra para os 25 primeiros anos de operação para produção de 300 mil ton/ano na ADA 1.

Avanço (anos)	Área avanço (m <sup>2</sup> )	ROM gerado (ton)	ROM gerado (m <sup>3</sup> )
ANOS 1 a 5	346.412	5.678.961	3.380.334
ANOS 6 a 15	681.387	11.357.923	6.760.668
ANOS 16 a 25	507.443	11.357.923	6.760.668
TOTAL	1.535.233	28.394.807	16.901.671

Fonte: KALAMAZON, 2015.

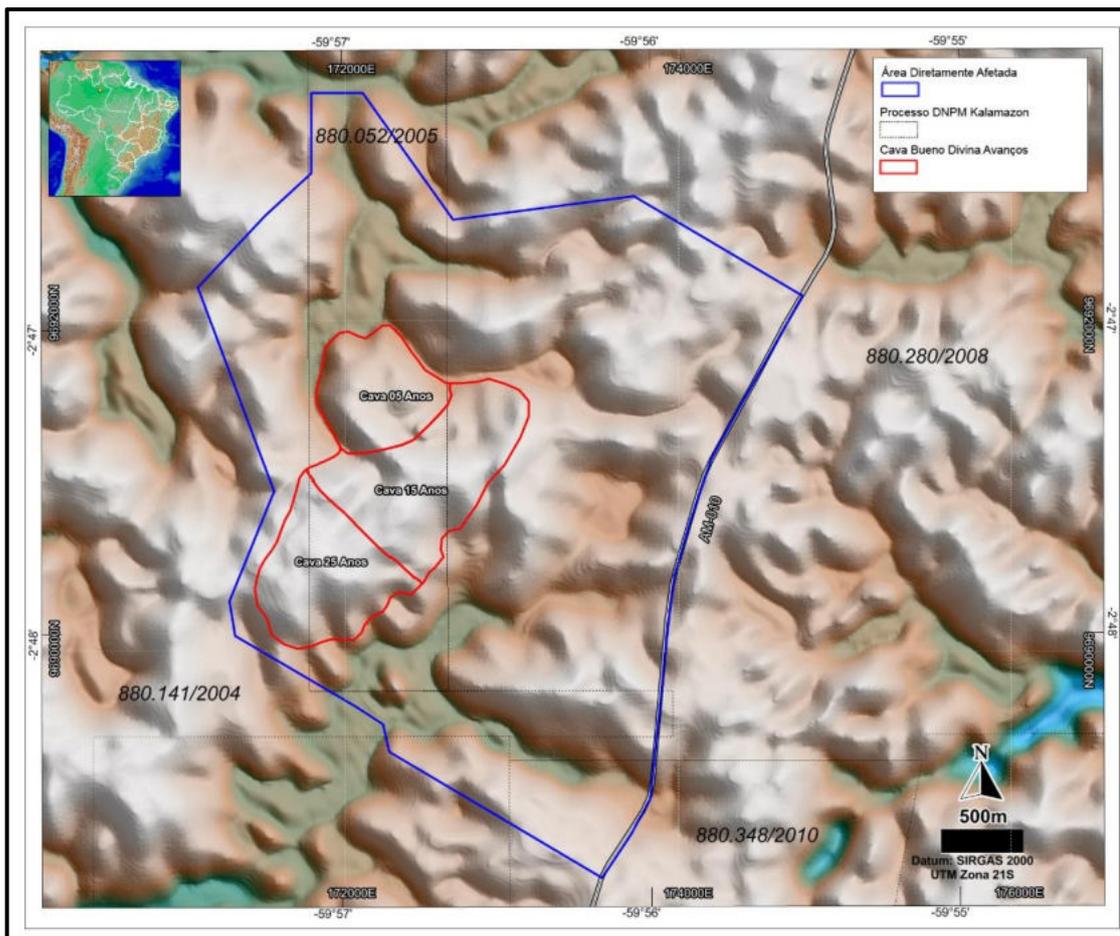


Figura 1.5.2.1.1-1 - Avanço da Cava ADA 1 para 5, 15 e 25 anos.  
 Fonte: KALAMAZON, 2015.

### 1.5.2.1.2 Cava da ADA 2

A escolha do local onde ocorrerão as operações de lavra na ADA 2 foi definida privilegiando as áreas onde o caulim apresenta melhor qualidade. Pretende-se trabalhar uma área equivalente aos 5 primeiros anos de operação do empreendimento com uma produção projetada de aproximadamente 50 mil ton/ano somadas. A área total da lavra projetada para essa área é estimada em 35,8 ha com uma reserva de 4,1 milhões de m<sup>3</sup> de minério ROM, porém, nos primeiros 5 anos, a área utilizada corresponderá a 2,4 ha.

A Figura 1.5.2.1.2-1 mostra o possível avanço de lavra para os primeiros 5 anos de operação.

A Tabela 1.5.2.1.2-1 mostra o quantitativo de área em m<sup>2</sup> para o avanço dos primeiros 5 anos de operação.

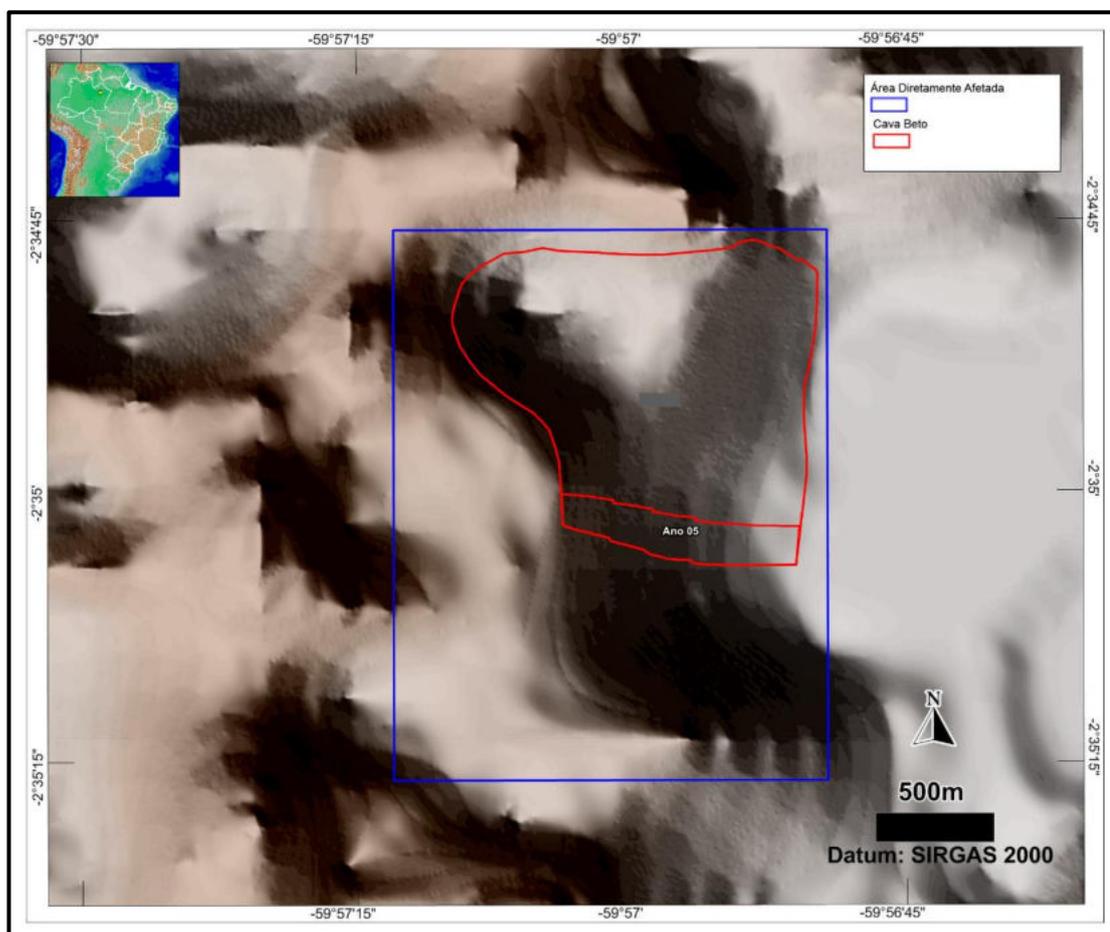


Figura 1.5.2.1.2-1 - Área total projetada para lavra na área do Beto e o avanço dos primeiros 5 anos.  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

Tabela 1.5.2.1.2-1 - Área de avanço de lavra para os 5 primeiros anos de operação para produção de 50 mil ton/ano na ADA 2

Avanço (anos)	Área avanço (m <sup>2</sup> )	ROM gerado (ton)	ROM gerado (m <sup>3</sup> )
ANO 1	4.477	117.000	69.600
ANO 2	2.716	117.000	69.600
ANO 3	4.071	117.000	69.600
ANO 4	7.449	117.000	69.600
ANO 5	5.394	117.000	69.600
TOTAL	24.107	585.000	348.000

Fonte: KALAMAZON, 2015.

A cava como um todo, nesta escala de produção, tem minério para mais de 58 anos. No entanto, não se extrapolou a produção para um período maior que 5 anos, pois as condições de mercado é que vão determinar se o caulim encontrado nesta área, e seu transporte para processar

até a ADA 1 será ainda viável. Uma avaliação mais consistente poderá ser feita quando do desenvolvimento do empreendimento.

### **1.5.2.2 Aspectos Locacionais para Destinação do Estéril de Cobertura**

A deposição do estéril gerado pelas operações de lavra é preferencialmente efetuada em vales, encostas e, assim que possível, em áreas dentro da cava exaurida. Normalmente as bancadas serão sobrepostas uma a uma, ascendentemente, com altura máxima de 10m, inclinações do ângulo de face de 45° e largura de berma de 5m.

Durante o início da formação dos depósitos de estéril (pilhas) será reservada uma área segregada para a deposição da camada orgânica, de forma a manter um fácil acesso a esse material que será utilizado para a recuperação/recoformação das áreas, incluindo os taludes da própria pilha de estéril gerada.

Serão implementados diques de contenção de sólidos a jusante da pilha, onde as partículas sólidas carregadas pela chuva e das drenagens ficarão retidas antes da água ser devolvida ao meio ambiente. Conforme exemplo ilustrado na Foto 1.5.2.2-1.



Foto 1.5.2.2-1 - Bacia de contenção de sólidos a jusante de pilha de estéril.  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

Para a drenagem da água contida no próprio estéril será implantado dreno de fundo, e para as águas de chuva serão usadas canaletas d'água nas bermas, descidas d'água, canais

laterais e bacias, visando reduzir a energia do fluxo d'água e evitar desenvolvimento de processos erosivos. A Foto 1.5.2.2-2 ilustra um exemplo de canaleta de concreto construída nas estruturas definitivas e tem como objetivo conduzir adequadamente o fluxo da drenagem para as bacias, sumps e diques.



Foto 1.5.2.2-2 - Canaleta de concreto para drenagem lateral em pilha de estéril.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

### 1.5.2.3 Aspectos Locacionais para Lançamento de Estéreis na ADA 1

A remoção do estéril de cobertura na fase de decapeamento do minério usa intensamente o transporte por caminhões destes materiais, e por isso mesmo, a sua relocação deve ser o mais próximo possível da área de lavra, quase um fator tão determinante para a economicidade do projeto quanto a própria qualidade do minério. Para evitar o máximo um maior impacto social e ambiental, o preferencial é que seja colocado em zonas despovoadas, já desmatadas, em encostas, formando pilhas que serão compactadas, e após isto, cobertas por vegetação que evitem a erosão e venham a assorear igarapés.

Estas alternativas propostas de recolocação do estéril de cobertura estão na Figura 1.5.2.3-1. Onde **W1** (Pilha de estéril) indica local com capacidade de receber todo o volume de estéril gerado nos 3,6 primeiros anos. O local indicado como **W3** apresenta a área onde poderá ser depositado o estéril por um período de até 9 anos. O local denominado **W14** apresenta área onde poderá ser depositado o estéril por um período de até 16 anos.

A Tabela 1.5.2.3-1 demonstra a extensão da área a ser ocupada e o volume de estéril armazenado, nos respectivos períodos. Os valores apresentados resultam do volume total estimado da cobertura, ou seja, sem considerar o seu possível uso em outras obras de infraestrutura do projeto (tais como barragens), ramais, ou mesmo atender obras de infraestrutura de outros empreendimentos, privados ou governamentais. Esse material pode ainda, no futuro, ser depositado nas cavas mineradas reduzindo assim, a necessidade de implantação de novas pilhas. Essa prática vem sendo aplicada em outras operações de caulim no norte do país, sendo necessário apenas uma área inicial suficiente para a manutenção da operação de lavra com deposição de estéril e/ou rejeitos na cava imediatamente exaurida nos anos anteriores. Estima-se que para o caso da lavra em questão essa prática seja possível a partir do 5º. ano de operação da lavra de forma sustentável, podendo ser confirmada durante a elaboração dos planos de lavra de curto, médio e longo prazo, previstos para a fase de licença de instalação (LI).

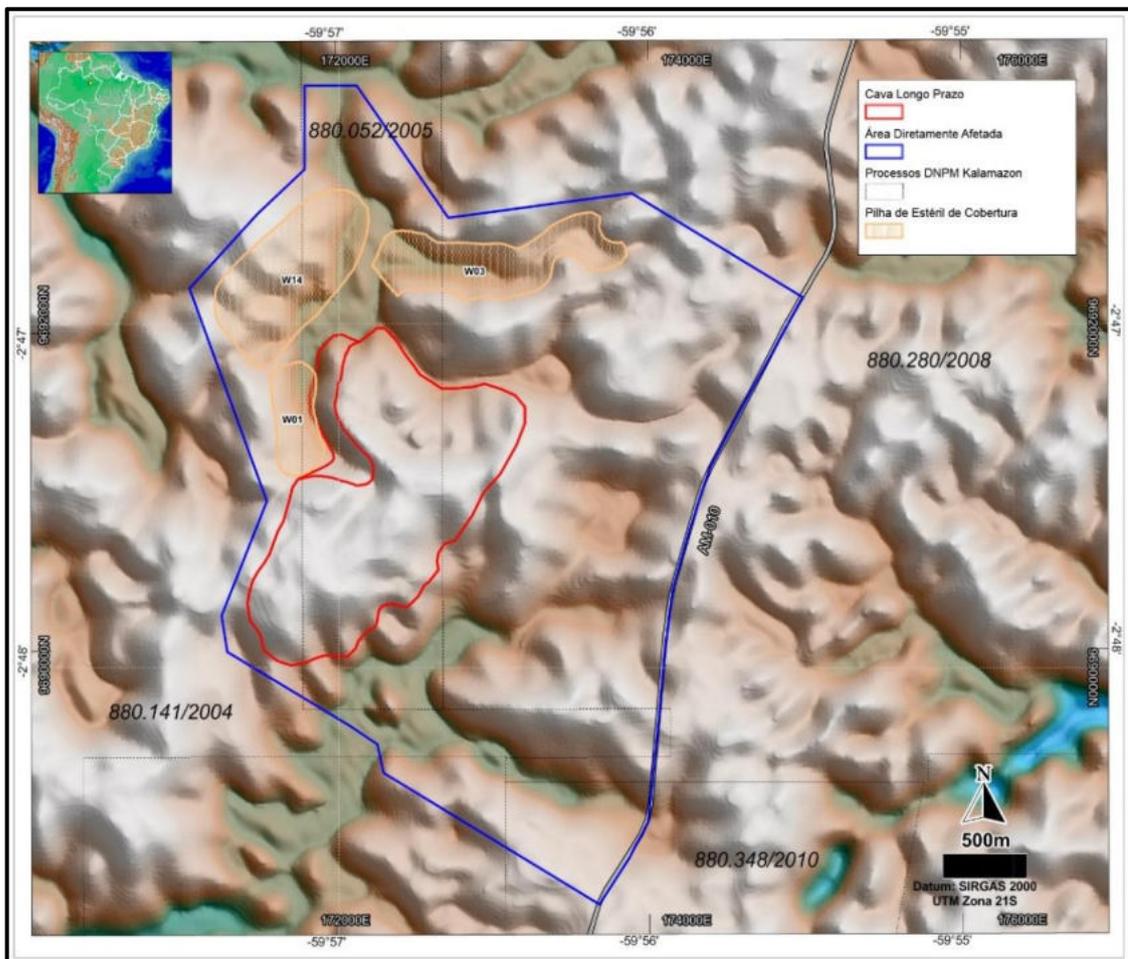


Figura 1.5.2.3-1 - alternativas de pilhas de estéril.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

Tabela 1.5.2.3-1 - Dados das alternativas de pilhas de estéreis para a ADA 1

Alternativa de pilha	Área total impactada (m <sup>2</sup> )	Capacidade da Pilha de Estéril (m <sup>3</sup> )	Vida útil (anos)
W1	158.679	2.584.027	3,6
W3	412.835	6.388.008	9,0
W14	538.754	12.000.644	16,9
Total	1.110.268		

Fonte: KALAMAZON, 2015.

#### 1.5.2.4 Aspectos Locacionais para Lançamento de Estéreis na ADA 2

Com uma produção pequena, foi escolhido locar a pilha de estéril bem próximo a cava, local com topografia favorável. A capacidade da pilha é de aproximadamente 3,2 milhões de m<sup>3</sup> e caso seja necessário utilizar seu volume total, a vida útil equivalente é de aproximadamente 46 anos a uma taxa produtiva de 50 mil ton/ano de produto final. Com essa projeção tem-se a capacidade de estocagem de estéril muito além do projetado, já que se planeja trabalhar nessa cava pelos primeiros 5 anos do empreendimento, como descrito anteriormente. A relação estéril/minério desta área é de 0,71/1. Na Figura 1.5.2.4-1 consta o desenho da cava e da pilha de estéril.

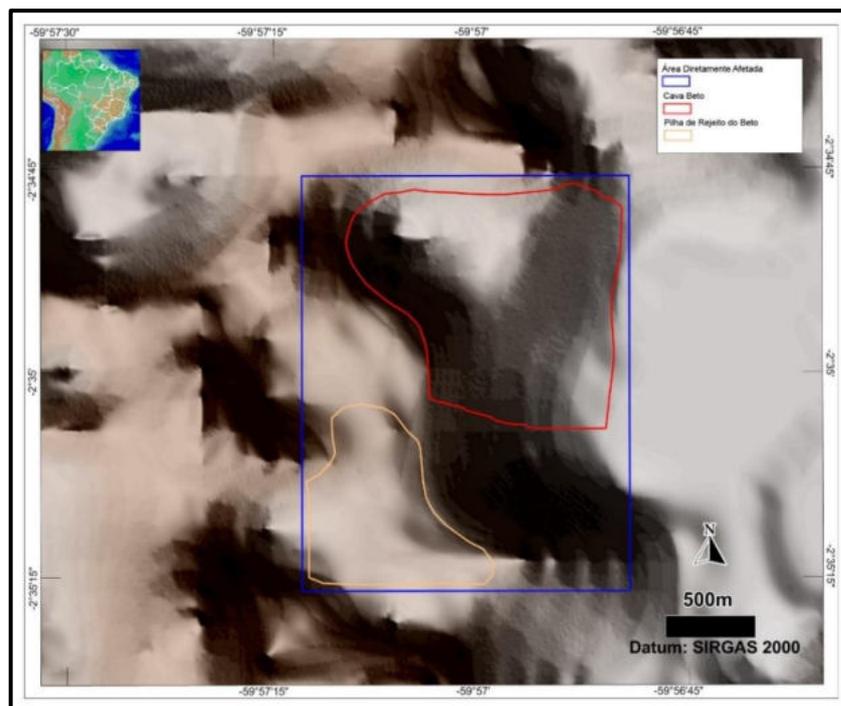


Figura 1.5.2.4-1 - Cava final total ADA 2 e Pilha de estéril total possível.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

Tabela 1.5.2.4-1 - Dados da alternativa de pilha para a ADA 2

Alternativa de pilha	Área total impactada (m <sup>2</sup> )	Capacidade da Pilha de Estéril (m <sup>3</sup> )	Vida útil (anos)
W-BETO	108.200	3.200.000	46,2

Fonte: KALAMAZON, 2015.

### 1.5.2.5 Aspectos Locacionais para a Planta de Desareamento

Toda a operação de desareamento ocorrerá na **ADA 1**. Estima-se que a planta de desareamento irá ocupar uma área de 12 mil m<sup>2</sup>, área essa que já inclui os processos via seca e via úmida, sendo 9 mil m<sup>2</sup> para a planta via úmida e 3 mil m<sup>2</sup> para a planta via seca. O ideal economicamente é que fique o mais próximo possível da lavra, pois o transporte de minério bruto tem um impacto grande no custo operacional do projeto. Será usado inclusive para o processamento via úmida um blunger móvel, que a partir de um determinado avanço da mina, ele poderá ser deslocado para dentro da cava.

Para o processamento via seco, toda planta prevista, ficará alocada na área destinada a planta de desareamento. Por se tratar de uma planta compacta ela não ocupará área maior do que 3 mil m<sup>2</sup> sendo a área restante para alocação da planta de desareamento via processo úmido.

O processamento a seco, como dito acima, ocorrerá na área da planta de desareamento em sua totalidade, onde o produto acabado (caulim desareado e seco) será armazenado a granel em containers que serão transportados até seus clientes finais de acordo com as rotas disponíveis logisticamente na região.

Para a planta de desareamento no processo via úmido, além da melhor proximidade possível da mina, a estação de desareamento não deve interferir no avanço da lavra, sendo necessário que ocupe uma posição que permita tanto bombear a areia para a bacia de rejeito de areia, quanto lançar o caulim recuperado no mineroduto em direção a planta de beneficiamento.

Para a planta de processamento via seco a disposição do rejeito (areia seca) obedece às mesmas premissas de não interferir no avanço de lavra e permitir sua disposição em área que se possa segregar a areia para revenda como produto à medida que esse mercado possa ser desenvolvido reduzindo em muito a geração de rejeito para a bacia de areia e contribuindo para a economia local. Para a areia que por ventura não seja possível comercializar nesse trabalho de verticalização do empreendimento, deverá ser depositada na bacia de rejeito de areia. Para o

caso da areia rejeitada no processo via seco o sistema de deslocamento até a bacia de rejeito de areia será composta por transportador tipo correia, elevadores de caneca e fitas transportadoras com o uso de caminhões para destinação final.

Pelo desenho atual da cava apresentado, as alternativas locais da planta de desareamento contemplando tanto o processo via seco e via úmido são apresentadas na Figura 1.5.2.5-1.

As áreas indicadas na Figura 1.5.2.5-1 como PD1 (Planta de desareamento – alternativa 1), PD2, PD3 e PD4 são as alternativas locais para as unidades móveis de desareamento. Para a definição da melhor alternativa privilegiou-se a unidade móvel que compreende o processo via úmida visto que o processamento à seco possui exigências locais bem menores e adaptáveis em termos de área ocupada.

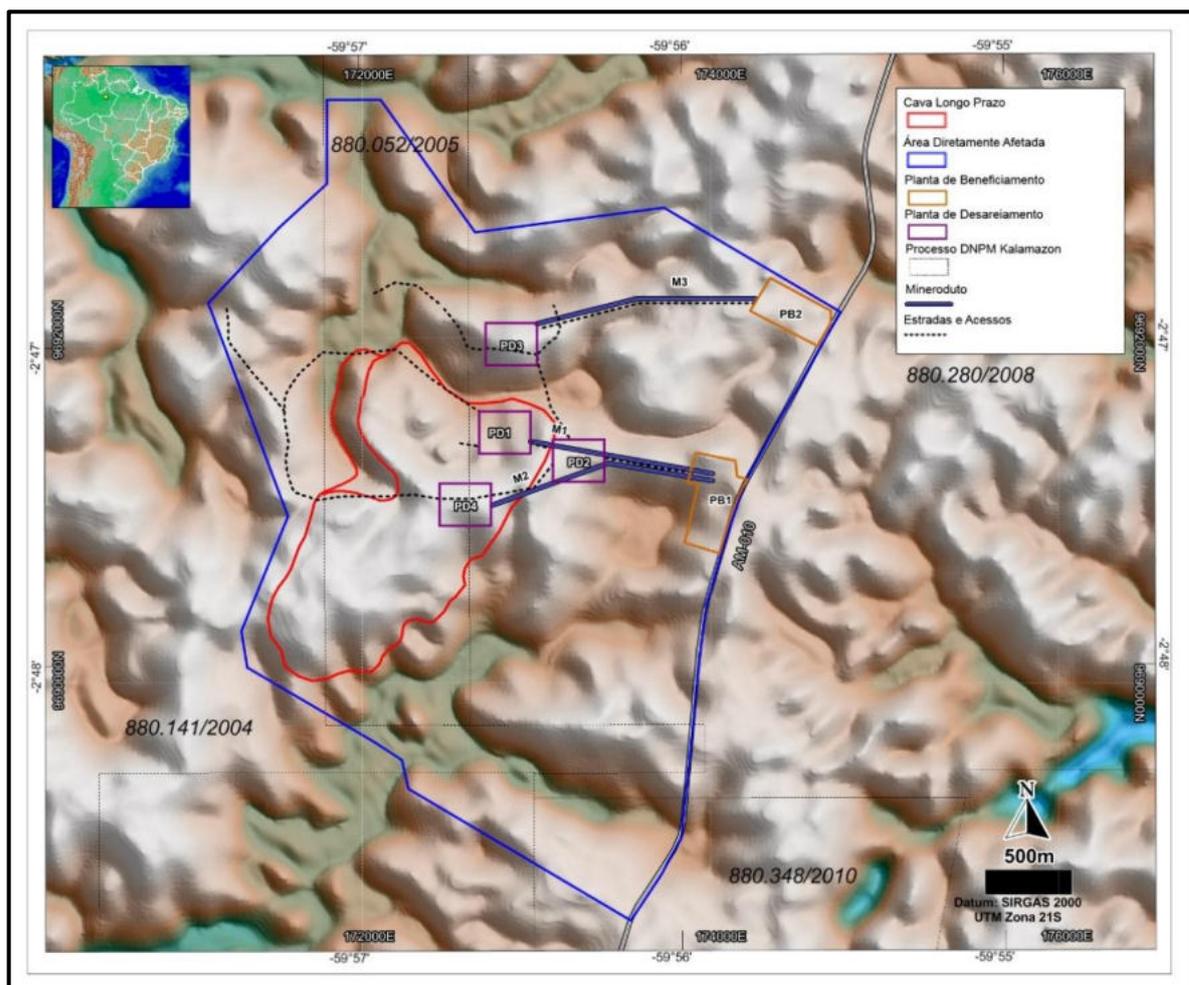


Figura 1.5.2.5-1 - alternativas para alocação da planta de desareamento contemplando o processo via seco e úmido.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

### 1.5.2.6 Aspectos Locacionais para Destinação do Rejeito de Areia (ADA 1 e ADA 2)

A expressiva quantidade de areia contida no minério é um dos aspectos que mais o diferencia das demais jazidas de caulim existentes no Brasil e no mundo. Há aspectos positivos, como a possibilidade de oferta desse produto para o setor da construção civil por meio dos fornecedores de areia de Manaus, diminuindo a sua disposição nas bacias de rejeitos e desestimulando a extração do produto de outras áreas pelo método convencional. Outro aspecto é sua alta qualidade, que pode permitir seu uso na indústria de vidro ou mesmo de óptica.

Ponto extremamente positivo para a utilização dessa areia é o processo de produção via seca, que por sua natureza operacional terá a areia rejeitada pela ciclonagem, já limpa e seca pronta para o carregamento se tornando extremamente atrativa para a região pois pode ter custos menores que uma lavra de areia convencional e evitar a necessidade de degradação de novas áreas de extração de areia.

Considerando apenas a relocação dessa areia como rejeito, ela será:

**Processo via seco** – Transportada da usina de desareamento via seco (sistema de moagem e separação aerodinâmica) até as bacias que comportem o volume gerado, através de sistema de transporte tipo correia, elevadores de caneca, pneumático e fitas transportadoras com a função de abastecer caminhões que transportarão o rejeito para destinação final.

A escolha do transporte basicamente efetuado em seu maior trajeto por caminhões utilizando-se dos sistemas de carregamento citados acima para carregar os caminhões se mostra como a alternativa técnica e econômica com menores riscos de impacto ao meio ambiente comparados por exemplo, a sistemas de correias transportadoras que oferecem maior impacto em área afetada e elevado custo de implantação.

**Processo via úmida** – Bombeada da usina de desareamento via úmida até as bacias que comportem o volume gerado, através de sistema de tubulação em PEAD (polietileno de alta densidade - material plástico de alta resistência), que ficará conformado junto ao relevo do solo, sendo necessário um mínimo de terraplanagem ou qualquer estrutura para sua sustentação.

Vale ressaltar que a escolha do PEAD como tubulação para o bombeamento de rejeito do desareamento via úmida se apresenta por ser uma alternativa economicamente viável e com

baixo impacto ambiental, já que não exige grandes obras para sua construção e também por ter alta resistência a abrasão reduzindo os riscos de possíveis vazamentos de rejeito ao meio ambiente.

O prazo estimado para a deposição da areia na cava exaurida é a partir do 5º ano de operação da lavra tanto para a operação via seco quanto via úmido, visto que os volumes de minério e capeamento removidos independem do tipo de processamento utilizado e seus volumes de rejeito arenoso gerado são os mesmos quando calculados em base seca. Os estudos de planejamento de lavra para as próximas fases poderão confirmar essa estimativa, permitindo projetar as áreas, os volumes e os desenhos para a formação de bacias dentro das cavas formadas na extração do minério.

Neste sentido são apresentadas as alternativas locais conforme a Figura 1.5.2.6-1 e a Tabela 1.5.2.6-1, que mostram a capacidade dessas barragens, as áreas impactadas, a altura do maciço e a vida útil de cada uma, considerando a produção estimada de rejeito. Valendo lembrar que a engenharia de cálculo para a barragem não fica afetada pelo tipo de processamento utilizado, seja via seca ou úmida, teremos os mesmos dados de trabalho calculados na base seca dos rejeitos.

A principal diferença para o tipo de processo utilizado é a utilização de água no processo via úmido, água essa, que será totalmente recuperada em circuito fechado no processamento via úmida.

Para um empreendimento conjugado com produção em duas rotas distintas sendo uma via seca e outra em via úmida, é interessante salientar, que a estrutura da barragem se torna muito mais simples quanto a necessidade de construção do seu barramento já que a maior parte da areia estará seca o que permite seu empilhamento nas áreas de encosta da bacia da barragem e mesmo reforçando o corpo do barramento que reduz consideravelmente os riscos inerentes de escoamento ou qualquer outro fenômeno negativo associado aos rejeitos líquidos.

Como citado anteriormente, quando entrar em operação o desareamento (processo via úmido), será possível, a partir das barragens de areia, reaproveitar a água para recircular na planta de desareamento, diminuindo a demanda de água.

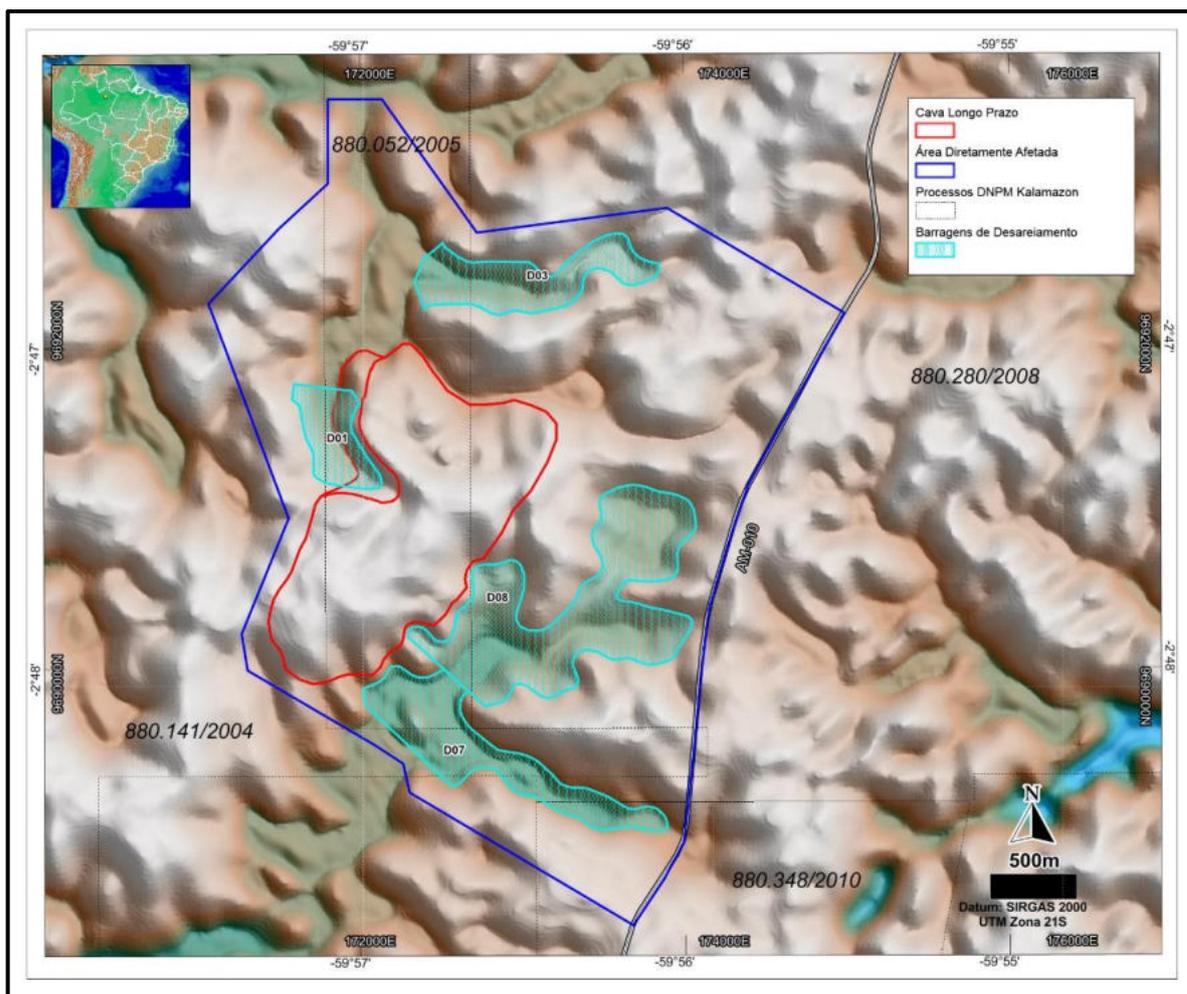


Figura 1.5.2.6-1 - alternativas de barragens de areia.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

Tabela 1.5.2.6-1 - Dados das alternativas de barragens de areia para as ADA 1 e 2.

Alternativa de Barragem de areia	Área total impactada (m <sup>2</sup> )	Capacidade da Barragem de areia (m <sup>3</sup> )	Altura do maciço (m)	Vida útil (anos)
D1	238.000	2.408.605	35	5,4
D3	331.000	4.141.022	30	9,4
D7	445.800	2.042.381	10	4,6
D8	905.400	8.166.339	25	18,48

Fonte: KALAMAZON, 2015.

### **1.5.2.7 Aspectos Locacionais para o Mineroduto**

A definição de locação do mineroduto está diretamente e exclusivamente relacionado ao processamento via úmido que contempla a planta de desareamento via úmida e as instalações da planta de beneficiamento do caulim desareado. Para a definição da locação e trajeto do mineroduto deve-se levar em conta seu elevado custo de implantação e, portanto, quanto menor sua extensão menor o custo de capital para implantação e melhor sua operacionalidade.

Para o processo via seco não será utilizado água em nenhum momento, e o produto final será obtido na área destinada a planta de desareamento sendo em seguida carregado em container e enviado já para a logística de destinação aos consumidores finais (clientes), portanto, não se faz necessário a utilização de minerodutos que serão utilizados apenas no momento do processamento via úmido.

O mineroduto deve transportar os produtos intermediários de caulim (fração <45 microns diluído em aproximadamente 70% de água) gerados na usina de desareamento, levando por bombeamento até a locação da planta de beneficiamento.

O mineroduto, preferencialmente, deverá seguir em paralelo aos acessos internos abertos pela empresa, evitando, portanto, criar novas áreas de desmatamento. Por esse motivo, sua indicação de uso é junto com estes ramais abertos. Uma vez definido a locação das plantas de desareamento e de beneficiamento, pode-se definir o melhor traçado para o mineroduto juntos aos acessos definidos na área de operação. Como a proximidade destas plantas não atingem neste período previsto (até 25 anos) mais que 3 Km, considerando já as várias alternativas locacionais, seu impacto é muito pequeno, e nem sequer comparável como outros projetos de caulim existentes no Brasil (com mais de 180 Km de Mineroduto).

Na Figura 1.5.2.7-1 pode-se visualizar os trajetos possíveis do mineroduto.

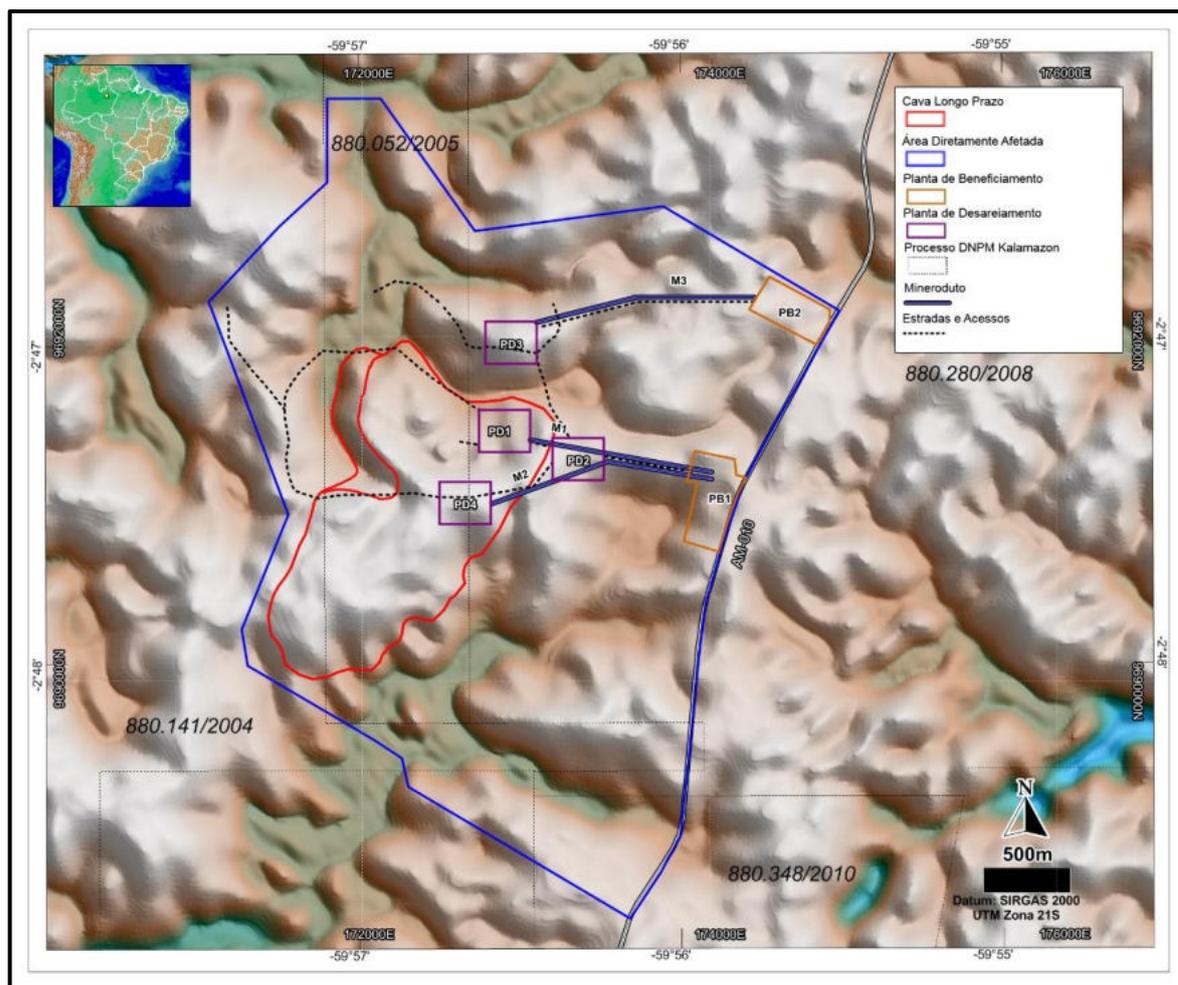


Figura 1.5.2.7-1 - alternativas para alocação do mineroduto.  
 Fonte: KALAMAZON, 2015.

### 1.5.2.8 Aspectos Locacionais para a Planta de Beneficiamento (PB), Incluindo Usina de Secagem e Despacho

Esse item é dedicado a descrever os aspectos locacionais ao restante do processamento via úmido que compreende as etapas de purificação do caulim em via úmida após a etapa de desareamento. Mais uma vez, é válido lembrar que o processamento via seco não objetiva ter um produto final totalmente purificado em termos de alvura, e sim, apenas desareiado para aplicações intermediárias que não necessitam de elevados teores de alvura.

Para o setor final do beneficiamento do processo via úmido deve por lógica ficar o mais próximo da infraestrutura de secagem e despacho do caulim, e claro não ser muito distante do

mineroduto. Ou seja, tanto próximo da energia pública disponível ou que venha a ser instalada e de uma rodovia pavimentada. Essa condição só ocorre próximo à rodovia AM 10. As estruturas podem vir a ocupar uma área de 120.000 m<sup>2</sup>.

Observando-se as áreas previstas para o empreendimento, margeando a rodovia AM 10, nota-se que há pouca disponibilidade de terrenos planos. Portanto, restam apenas as alternativas PB1 e PB2, ambas apresentadas na Figura 1.5.2.8-1.

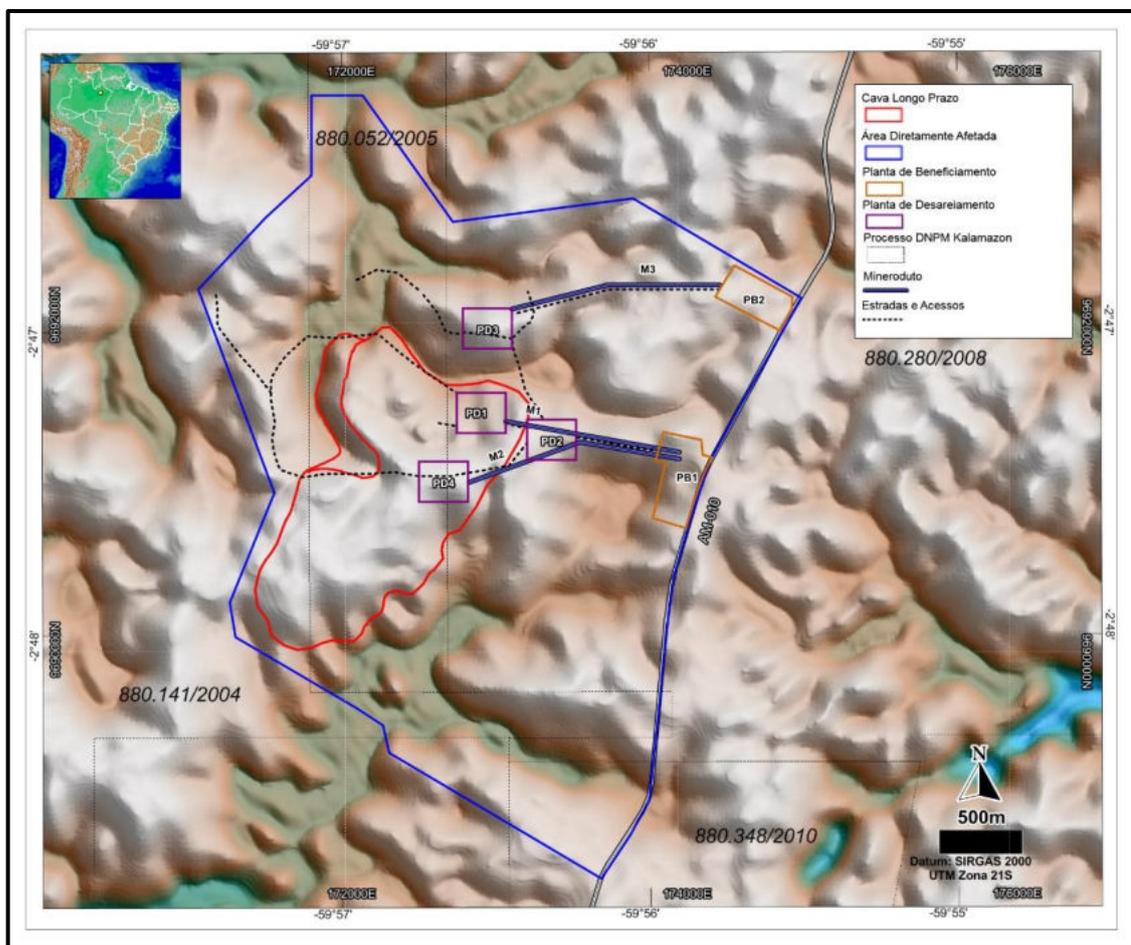


Figura 1.5.2.8-1 - alternativas para alocação da planta de Beneficiamento do processo via úmido.  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

### 1.5.2.9 Aspectos Locacionais para o Destino do Rejeito da Planta de Beneficiamento do Processo Via Úmido (ADA 1 e ADA 2).

Conforme visto nos efluentes da planta de beneficiamento, o rejeito de beneficiamento consta de partículas muito finas, que podem ser tanto de um caulim mais grosso, óxidos ou

hidróxidos de ferro e que podem estar com um teor de sólidos entre 35 a 50% (em geral 35 % no bombeamento) e que pode conter traços de: polímeros, íons de sódio, sulfetos e sulfitos, alumínio e titânio. Todos combinados em seus respectivos óxidos e sais.

O tipo ideal de colocação desses rejeitos é em barragens, em vales ou lagos de sedimentação onde podem ser drenados e secados à medida que são preenchidos. Seu tratamento se concentrará na água transbordada após a sedimentação dos particulados que ficarão contidos na área de deposição. A água sobrenadante dessas bacias normalmente não possui valores de metais e outros compostos químicos que venham a causar danos ao possível corpo receptor, todavia, será implementado os procedimentos de tratamento que objetiva seguir as normas de qualidade da água, como descrito no capítulo de efluentes deste mesmo relatório.

A alocação das barragens dos rejeitos da planta de beneficiamento, identificadas na Figura 1.5.2.9-1 com a letra “P”, deve levar em conta a distância da planta versos a área de barragem que melhor se adequem as condições de tratamento futuro desse rejeito. Esse cuidado se dá para obter a melhor relação entre cuidados ambientais e custos operacionais dessas barragens.

Tomando-se em conta as possíveis locações da planta de beneficiamento, as alternativas apresentadas para locação do rejeito do beneficiamento são apresentadas na Figura 1.5.2.9-1.

A estimativa do volume de rejeitos gerados encontra-se na Tabela 1.5.2.9-1. Estima-se também que a partir do 5º. ano de operação da lavra esse rejeito de beneficiamento possa ser destinado para o interior da Cava, após as adequações estruturais requeridas.

Tabela 1.5.2.9-1 - Dados das alternativas de barragens de beneficiamento para as **ADA 1 e 2** em conjunto

Alternativa de Barragem de beneficiamento	Área total impactada (m <sup>2</sup> )	Capacidade da Barragem de beneficiamento (m <sup>3</sup> )	Altura do maciço (m)	Vida útil (anos)
P2	300.000	1.863.000	10	24,6
P7	445.800	2.042.381	10	27,0
P8	905.400	8.166.339	25	108,0
P15	154.265	1.761.885	15	23,3

Fonte: KALAMAZON, 2015.

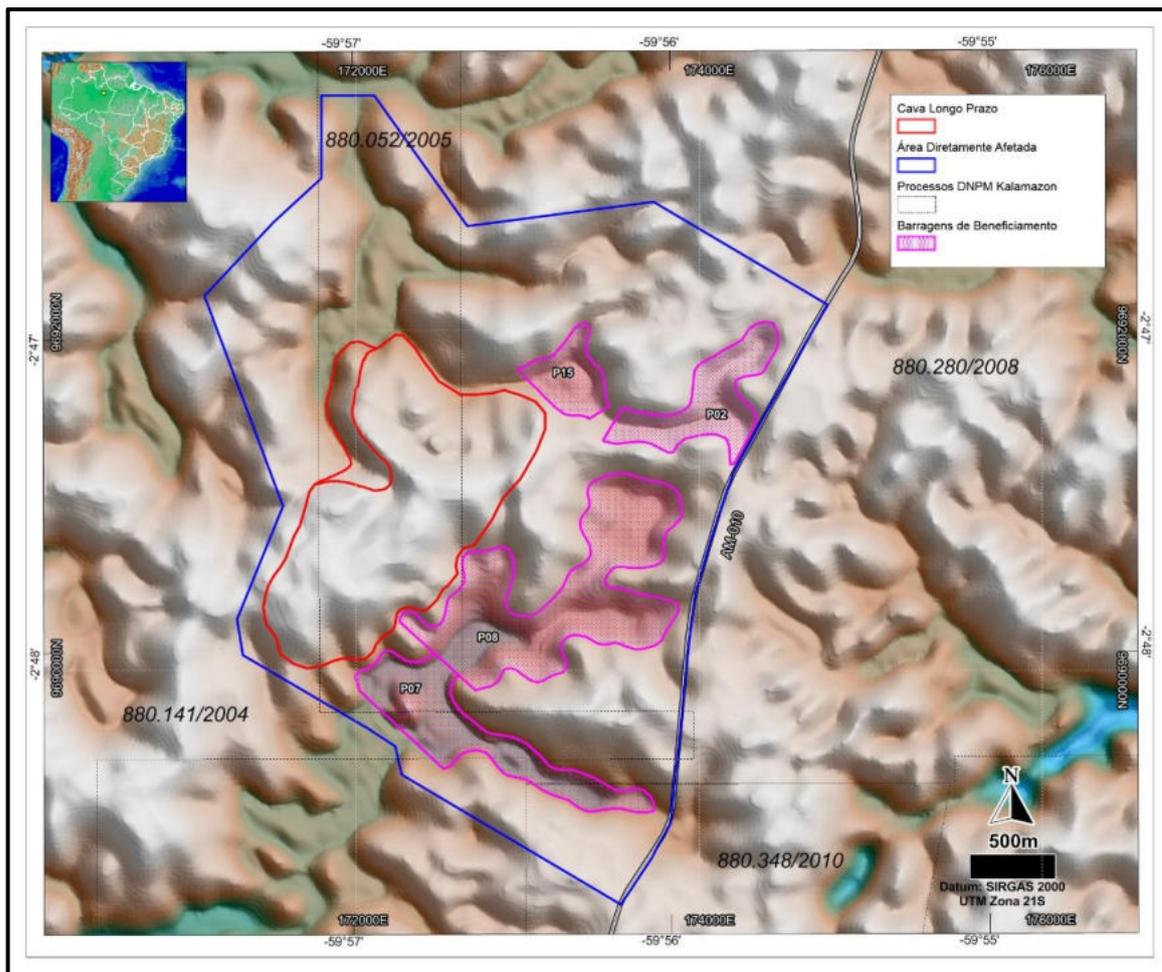


Figura 1.5.2.9-1 - Alternativas de barragens de beneficiamento do processo via úmido.  
 Fonte: KALAMAZON, 2015.

### 1.5.2.10 Aspectos Locacionais de Vias de Acesso Internas

As vias de acesso internas do projeto devem seguir a lógica de racionalidade do próprio fluxograma de beneficiamento e de onde forem definidas as melhores alternativas locais. Um plano diretor de trânsito será criado afim de otimizar as distâncias médias de transporte (DMT) para a movimentação do estéril e minério, bem como, definir o tráfego seguro dos demais equipamentos de apoio a lavra e das pessoas que ali atuarão.

As vias de acesso deverão levar em conta também, os pontos onde se instalarão os controles de barragem, pilhas, meio ambiente e demais necessários.

Ao longo da vida útil do projeto de acordo com o avanço da lavra e evolução das pilhas de estéril, os acessos deverão e serão revisados visando manter as características acima citadas.

Além dos ramais já existentes, estão previstos a abertura dos seguintes ramais mostrados na Figura 1.5.2.10-1 que cobrem as principais estruturas preferenciais a serem montadas. No entanto só após o plano diretor definido é que se desenhará os acessos finais para a obtenção da Licença de Instalação.

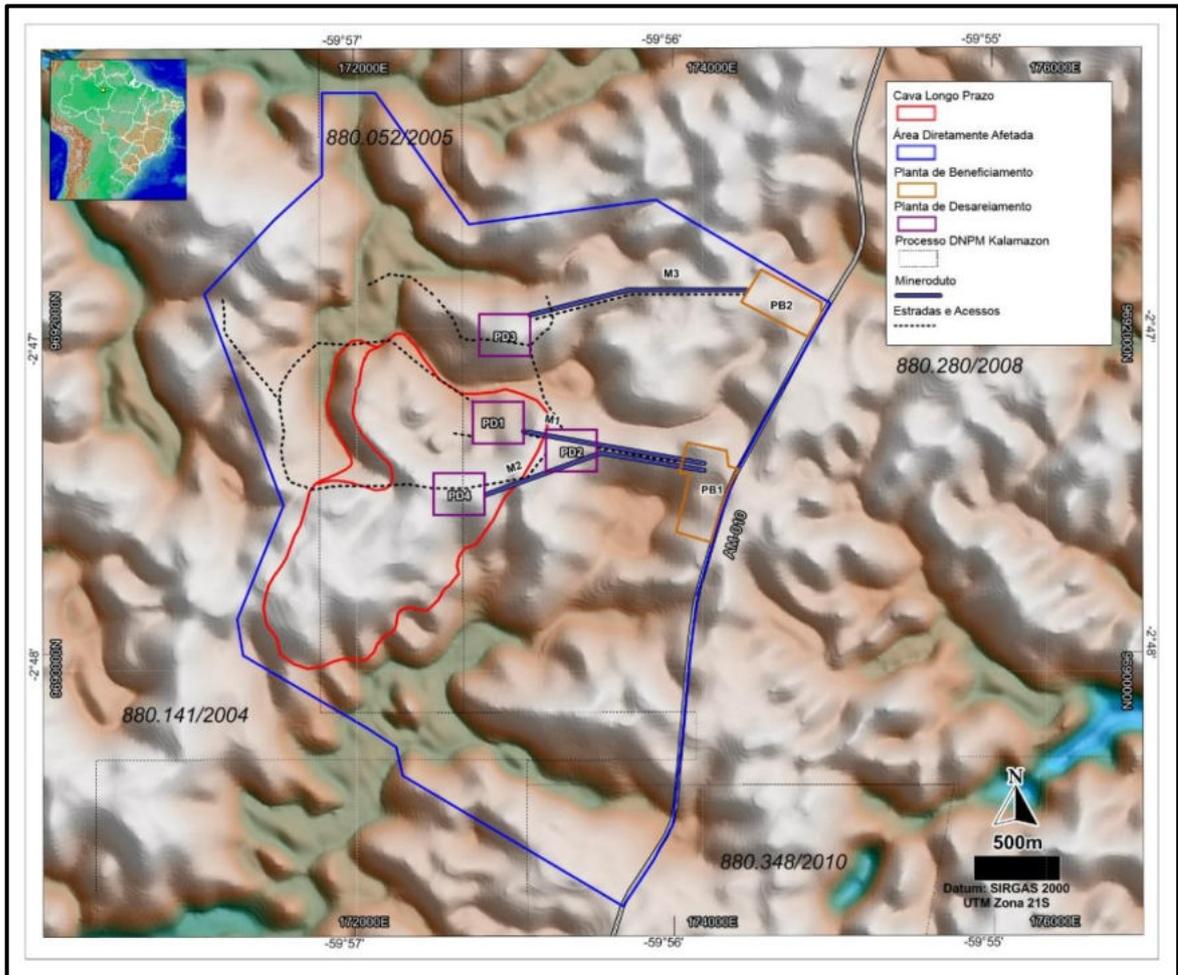


Figura 1.5.2.10-1 - Alternativas para alocação das estradas e acessos.  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

### 1.5.2.11 Discussão sobre as Alternativas Locacionais

Na Figura 1.5.2.11-1 são apresentadas todas as estruturas e suas alternativas locais possíveis, permitindo assim uma visão geral da configuração final para a tomada de decisão.

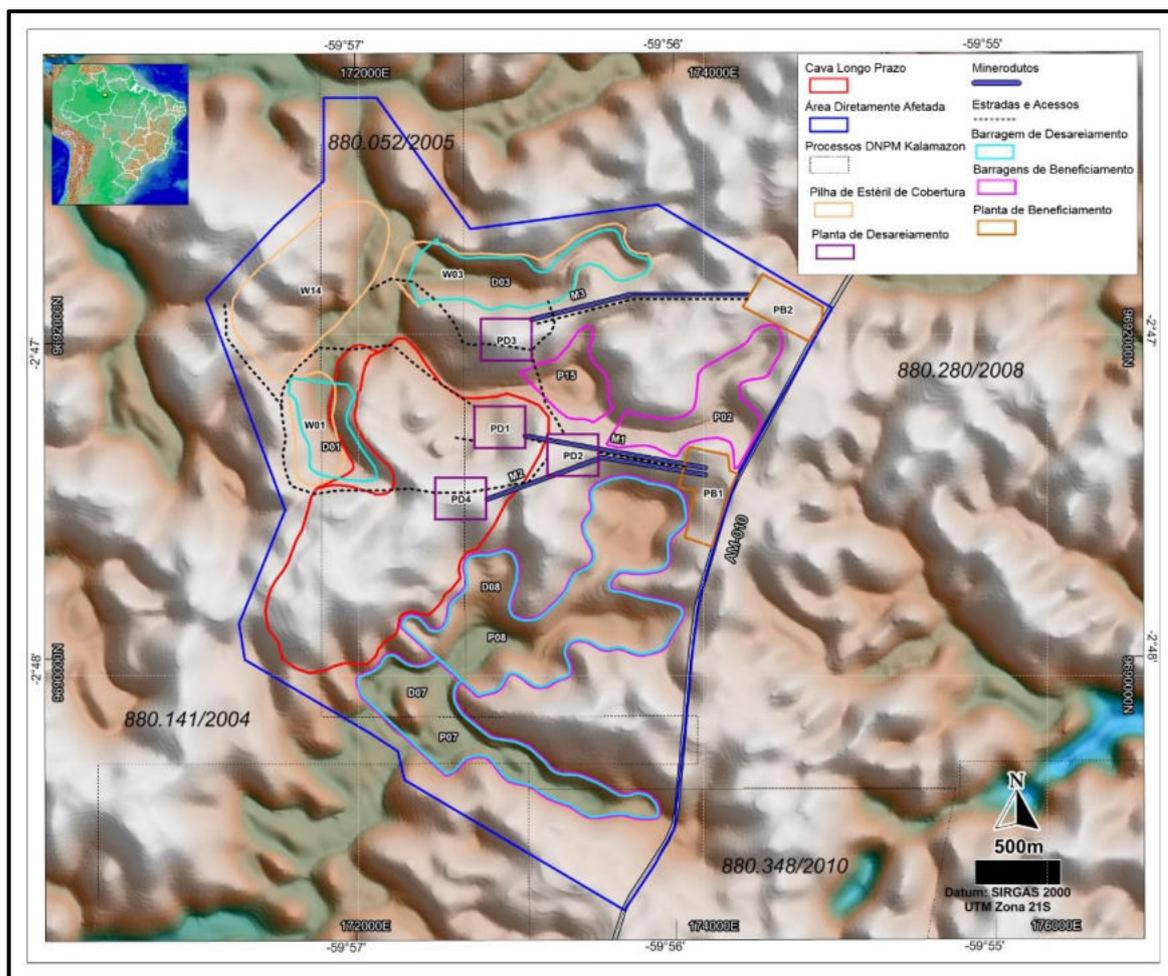


Figura 1.5.2.11-1 - Formatação de todas as estruturas com suas alternativas locais possíveis.  
 Fonte: KALAMAZON, 2015.

Após a apresentação das alternativas locais para cada uma das estruturas propostas na operação da mina de caulim propostas na **ADA 1** e **ADA 2**, e baseando-se nas melhores práticas técnico-ambientais, optou-se por duas configurações distintas que serão apresentadas e analisadas, contendo a definição da locação da cava, da planta de desareamento que contempla a alocação dos processos via seco e úmido, da planta de beneficiamento e do mineroduto, exclusivos para o processo via úmido e das estradas e acessos.

A análise pode ser conduzida em conjunto para os processos de produção via seco e úmido, visto que as etapas comuns aos processos não são afetadas pela sua natureza operacional e sim pelas questões de deposição dos seus rejeitos, questões de ordem logística para os produtos intermediários e finais e principalmente as questões socioambientais do empreendimento.

Para a tomada de decisão levou-se em consideração as duas configurações propostas a seguir. Pode-se enumerar uma série de fatores decisórios como:

- Menor impacto ambiental aos cursos de água naturais, evitando-se áreas de igarapés e/ou escolhendo a área que propicia melhor controle e tratamento dos rejeitos gerados;
- Menor impacto social, visto que se optou por áreas dentro do empreendimento e com menor incidência de ocupação;
- Vida útil da estrutura para que suporte os volumes gerados no mínimo até o 5º. ano de operação, onde se pretende criar planejamento para a deposição do estéril e/ou rejeitos dentro da área já lavrada;
- Rotas e acessos visando as melhores práticas de engenharia, incluído os aspectos econômicos e de segurança para a manutenção adequada das estruturas;
- Conformação das operações para suportar o crescimento e continuidade das operações a longo prazo;
- Condições de geologia e engenharia para aproveitamento dos recursos minerais; e
- Observação das melhores práticas operacionais atualmente aplicadas neste tipo de empreendimento.

#### **1.5.2.11.1 Alternativa Locacional das Estruturas – Opção 01:**

A **opção 1** se apresenta com o balanço equalizado com a vida útil de cada estrutura, que permite receber todo o volume de rejeitos/estéreis até o 15º ano de operação, período após o qual esse material passaria a ser depositado nas cavas exauridas. Com essa opção não haveria a necessidade de utilização de novas áreas para deposição ao longo da vida útil desta lavra (estimado em 25 anos). Para que se possa utilizar a cava exaurida como depósito para estéril e/ou rejeitos gerados, serão feitos estudos mais aprofundados levando em conta a taxa de geração de cada rejeito e a melhor disposição dos mesmos dentro da cava para maximizar sua utilização para esse fim.

Com a possibilidade de se operar com as estruturas propostas até o 15º. ano de vida de operação da cava, ter-se-á uma área lavrada exaurida de 1.027.800 m<sup>2</sup>, o que permite que a engenharia crie pilhas e barragens em seu interior, acomodando os anos restantes de operação protegendo a segurança ambiental e operacional do empreendimento, não exigindo barramentos

abusivos ou trabalhar em áreas com risco a segurança dos funcionários e demais pessoas que necessitem acessar o local de operação.

Com essa configuração seria até possível eliminar a barragem P2 (barragem de rejeitos da planta de beneficiamento 2), destinando-se o material também para a barragem D8 (barragem de rejeitos da planta de desareamento 8) e diminuindo a área impactada do projeto.

Nessa configuração está-se mantendo duas opções para a planta de desareamento (PD1 e PD2) em virtude de se avaliar melhor na fase executiva do processo a relação de custo benefício entre a instalação da planta vs. instalação do mineroduto em relação ao seu comprimento.

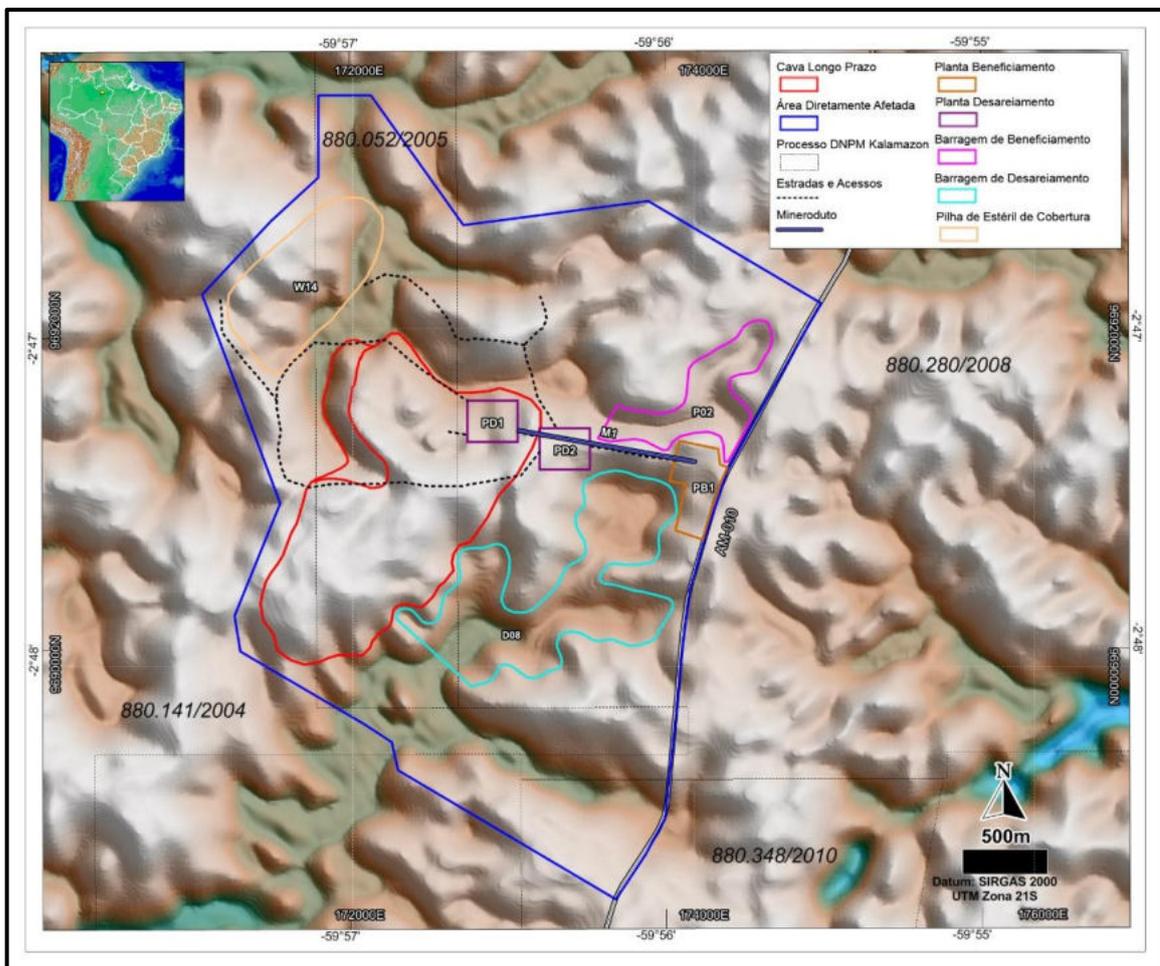


Figura 1.5.2.11.1-1 - Configuração do arranjo das estruturas para a Opção 1.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

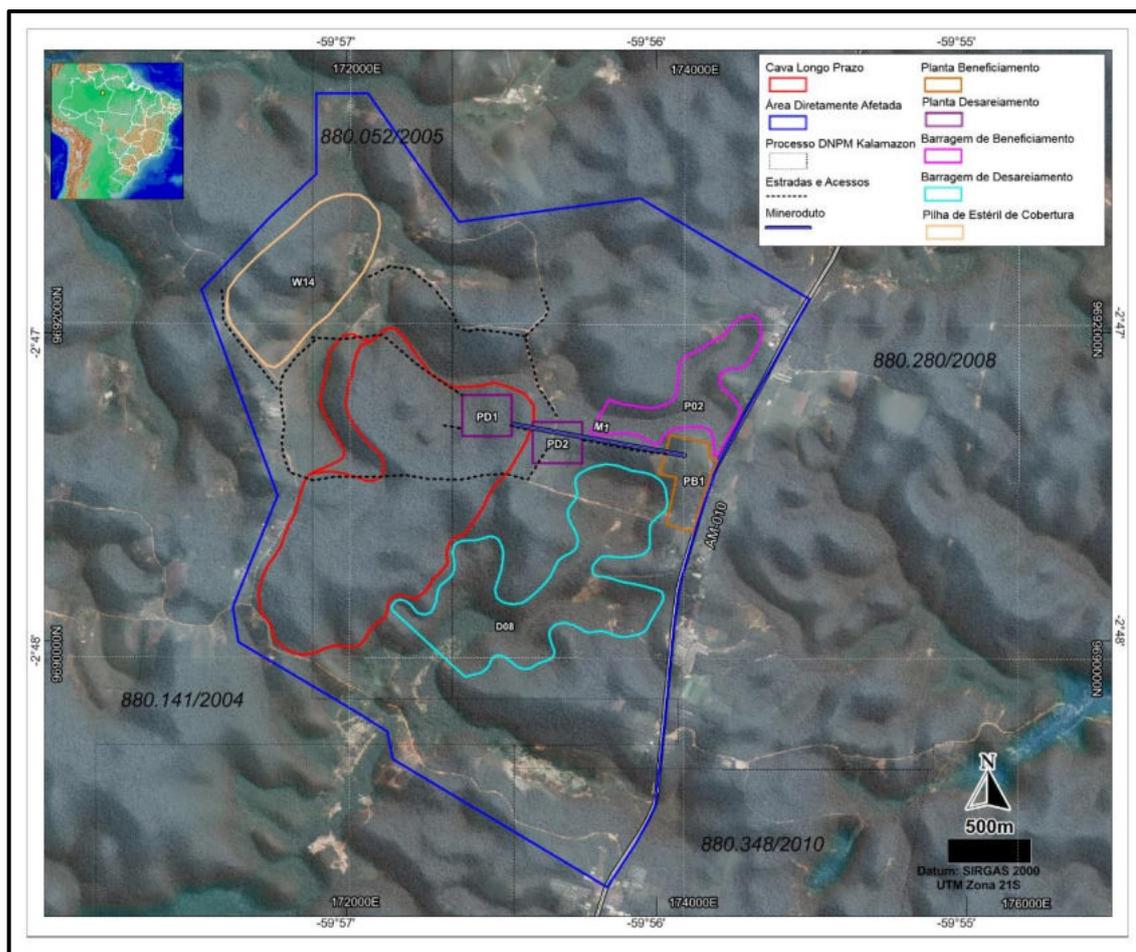


Figura 1.5.2.11.1-2 - Configuração do arranjo das estruturas para a Opção 1 em imagem de satélite.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

Tabela 1.5.2.11.1-1 - Capacidade das Estruturas para a Opção 1.

Estrutura	Tipo Estrutura	Área total impactada (m <sup>2</sup> )	Capacidade da estrutura (m <sup>3</sup> )	Altura do maciço (m)	Vida útil (anos)
W14	Pilha Estéril	538.754	12.000.644	NA	16,9
D8	Barragem Rejeitos de desareamento	905.400	8.166.339	25	18,4
P2	Barragem Rejeitos de beneficiamento	300.000	1.863.000	10	24,6
Cava	Cava	1.535.233	NA	NA	25
PD1/PD2	Plantas de desareamento	24.000	NA	NA	25
M1	Mineroduto	36.000	NA	NA	25
PB1	Planta de Beneficiamento	120.000	NA	NA	25
Acessos	Acessos	70.000	NA	NA	25
TOTAL		3.493.387	3.529.387	NA	NA

Fonte: KALAMAZON, 2015

Observa-se que a opção 1 descarta as estruturas listadas e justificadas no Quadro 1.5.2.11.1-1.

ESTRUTURA/LOCALIZAÇÃO DESCARTADA	MOTIVO DO DESCARTE DA ALTERNATIVA
D01 – Rejeito de desareamento	A manutenção da sua estrutura de contenção lateral reduziria área de cava
W01 - Pilha de estéril	A manutenção da sua estrutura de contenção lateral reduziria área de cava
W03 - Pilha de estéril	Baixa capacidade
D03 - Rejeito de desareamento	Baixa capacidade
P07 - Rejeito de beneficiamento	Inserida na bacia de nascente do igarapé do Leão
D07 - Rejeito de desareamento	Inserida na bacia de nascente do igarapé do Leão
P08 - Rejeito de beneficiamento	Inserida na bacia de nascente do igarapé do Leão
P15 - Rejeito de beneficiamento	Distância da planta de beneficiamento
PB2 - Planta de Beneficiamento	Maior distância do conjunto cava e planta de desareamento
M2 – Mineroduto	Maior extensão, topografia acidentada com elevação relevante.
M3 – Mineroduto	Maior extensão, topografia acidentada com elevação relevante e distância do conjunto cava/desareamento e planta beneficiamento
PD3/PD4 - Planta de desareamento	Topografia e distância do conjunto cava/desareamento e planta de beneficiamento

Quadro 1.5.2.11.1-1 - Alternativas localização/Estrutura descartadas.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

### 1.5.2.11.2 Alternativa Locacional das Estruturas – Opção 02:

Essa segunda opção, em termos operacionais, seria menos interessante que opção 01, devido a uma menor vida útil para a barragem de destinação de areia e por dificultar a lavra futura nos platôs que bordeiam a barragem D3 e P2.

Para essa alternativa, vale ressaltar que após o 5º ano de operação ter-se-ia condições de colocar o estéril e/ou rejeitos de areia/beneficiamento no interior da cava exaurida, reduzindo assim a necessidade de utilização de novas áreas para deposição de estéril/rejeitos. Para que se possa utilizar a cava exaurida para esse fim, serão feitos estudos mais aprofundados, levando em conta a taxa de geração de cada rejeito e a melhor disposição dos mesmos dentro da cava, visando a maximizar sua utilização para esse fim. Para se utilizar a cava como destino de estéril e rejeito, planejado a partir do 6º ano de operação, deverão ser construídas estruturas com barramentos elevados, afetando o espaço para operacionalização da lavra. Mas essas restrições deverão ser contornadas com soluções adequadas, de forma a se evitar impactos em outras áreas.

Nessa configuração, também está-se mantendo duas opções para a planta de desareamento, em virtude de se avaliar melhor, na fase executiva do projeto, a relação de custo/benefício entre a instalação da planta vs. extensão do mineroduto.

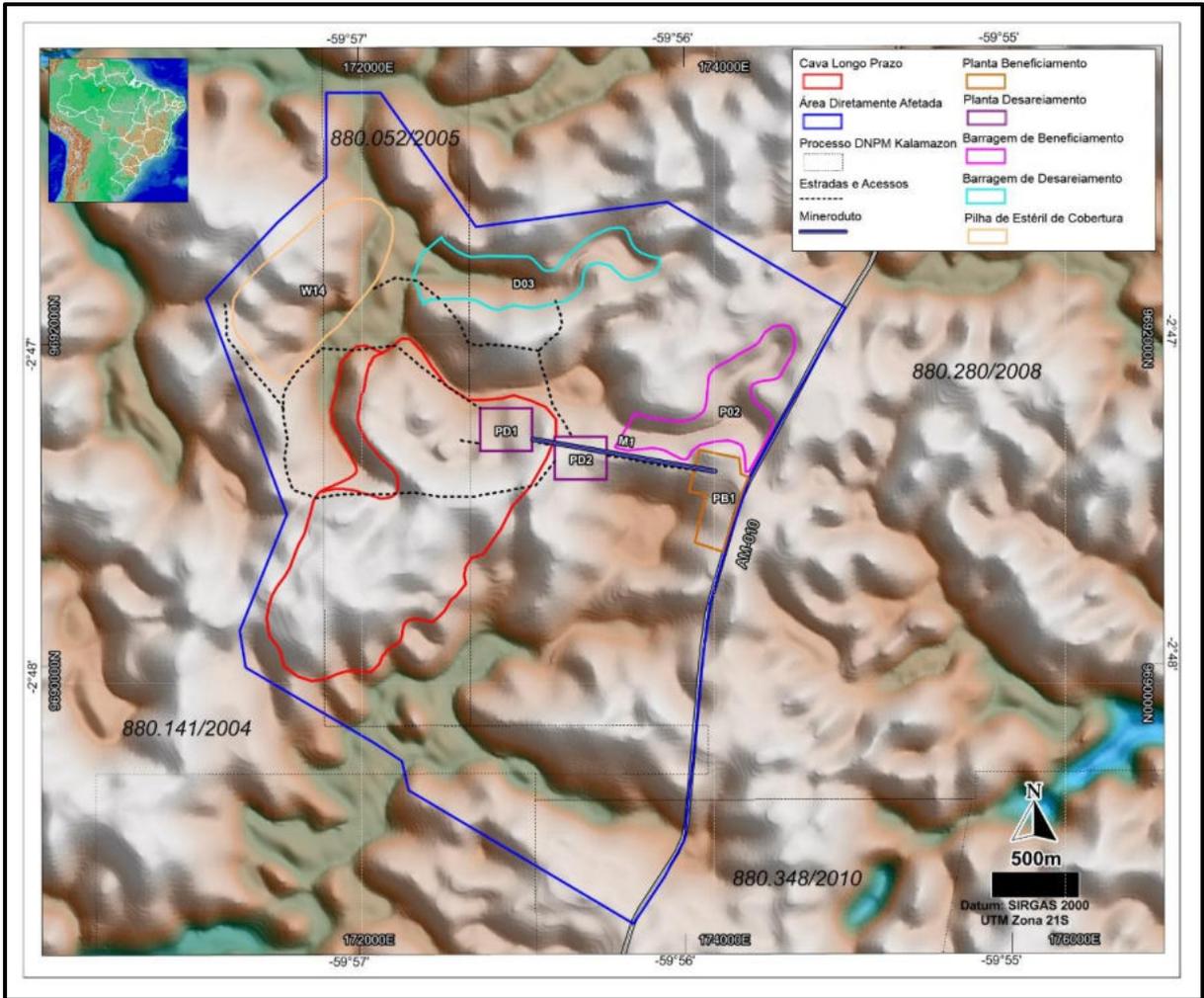


Figura 1.5.2.11.2-1 - Configuração do arranjo das estruturas para a Opção 2.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

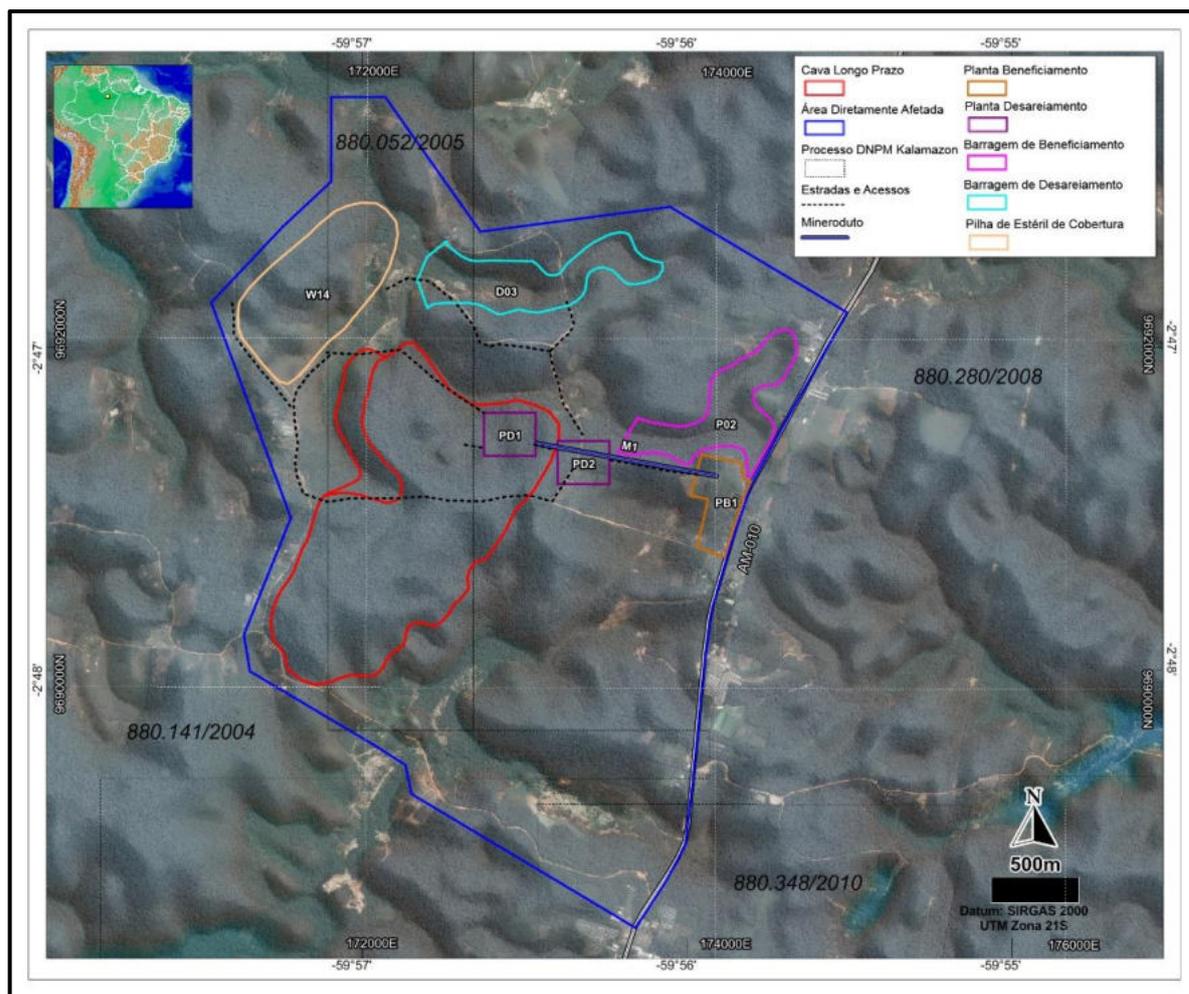


Figura 1.5.2.11.2-2 - Configuração do arranjo das estruturas para a Opção 2 em imagem de satélite.  
 Fonte: KALAMAZON, 2015.

Tabela 1.5.2.11.2-1 - Capacidade das Estruturas para a Opção 2 para 25 anos.

Estrutura	Tipo estrutura	Área total impactada (m <sup>2</sup> )	Capacidade da estrutura (m <sup>3</sup> )	Altura do maciço (m)	Vida útil (anos)
W14	Pilha	538.754	12.000.644	NA	16,9
D3	Barragem Rejeitos de desareamento	331.000	4.141.022	30	9,4
P2	Barragem Rejeitos de beneficiamento	300.000	1.863.000	10	24,6
Cava	Cava	1.535.233	NA	NA	25
PD1/PD2	Plantas de desareamento	24.000	NA	NA	25
M1	Mineroduto	36.000	NA	NA	25
PB1	Planta de beneficiamento	120.000	NA	NA	25
Acessos	Acessos	70.000	NA	NA	25
TOTAL		2.954.987	NA	NA	NA

Fonte: KALAMAZON, 2015.

Observa-se que a opção 2 descarta as estruturas listadas e justificadas no Quadro 1.5.2.11.2-1.

ESTRUTURA/LOCALIZAÇÃO DESCARTADA	MOTIVO DO DESCARTE DA ALTERNATIVA
D01 - Rejeito de desareciamento	A manutenção da sua estrutura de contenção lateral reduziria área de cava
W01 - Pilha de estéril	A manutenção da sua estrutura de contenção lateral reduziria área de cava
W03 - Pilha de estéril	Reduzir espaço para destino de rejeito de areia
P07 - Rejeito de beneficiamento	Inserida na bacia de nascente do igarapé do Leão
D07 - Rejeito de desareciamento	Inserida na bacia de nascente do igarapé do Leão
P08 - Rejeito de beneficiamento	Inserida na bacia de nascente do igarapé do Leão
D08 - Rejeito de desareciamento	Inserida na bacia de nascente do igarapé do Leão
P15 - Rejeito de beneficiamento	Distância da planta de beneficiamento
PB2 - Planta de Beneficiamento	Maior distância do conjunto cava e planta de desareciamento.
M2 – Mineroduto	Maior extensão, topografia acidentada com elevação relevante.
M3 – Mineroduto	Maior extensão, topografia acidentada com elevação relevante e distância do conjunto cava/desareciamento e planta beneficiamento
PD3/PD4 - Planta de desareciamento	Topografia e distância do conjunto cava/desareciamento e planta de beneficiamento

Quadro 1.5.2.11.2-1 - Alternativas localização/Estrutura descartadas.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

### 1.5.2.11.3 Alternativa Locacional das Estruturas – Conclusão.

Avaliando a **Opção 1**, considera-se que o arranjo das estruturas do empreendimento em termos técnicos e capacidade para o médio e longo prazo, poder-se-ia elegê-la como melhor opção. Mas, quando se considera o aspecto ambiental, essa alternativa perde a viabilidade, pois a localização da barragem D8 está inserida na bacia de nascente do igarapé do Leão, o que provocaria considerável impacto ambiental, sendo, portanto, descartada.

A **Opção 2**, onde a alternativa da barragem D08 é excluída e a barragem D03 incluída, embora com capacidade para uma vida útil menor, não afetará a bacia de nascente do igarapé do Leão. A questão da vida útil será compensada destinando-se os rejeitos para a parte da cava exaurida até o 5º ano de operação do complexo. Dessa forma, decidiu-se escolher **Opção 2**, cujo arranjo está demonstrado na Figura 1.5.2.11.2-1 e na Tabela 1.5.2.11.2-1.

## **1.6 ÁREAS PROPOSTAS PARA A IMPLANTAÇÃO E ÁREAS DE ESTUDO**

Após serem ratificadas, mediante a consolidação dos estudos de diagnósticos, identificação dos possíveis impactos e correspondentes medidas mitigadoras e compensatórias, as áreas propostas para implantação (ADA), principalmente de infraestrutura, e áreas de influência (AID e AII), constarão em item específico do **Volume 5, Item 5.9 – Áreas de Influência**.

Para a caracterização da área de inserção do Projeto Caulim buscou-se, previamente ao desenvolvimento do diagnóstico ambiental, a definição das áreas de estudo objetivando balizar os esforços de levantamento de dados primários e secundários. Nesta linha, foi estabelecida uma definição inicial dessas áreas, buscando representar o recorte territorial que permitisse a compreensão das interações e pressões que poderão ocorrer sobre os sistemas naturais, em razão, sobretudo, da implantação e operação do empreendimento. Foram delimitadas áreas geográficas para serem estudadas sob a ótica do desenvolvimento do diagnóstico ambiental, estabelecendo limites específicos às peculiaridades das variáveis que assim os exigissem para os meios físico, biótico, socioeconômico e cultural.

Para a elaboração do diagnóstico regional dos meios físico, biótico, socioeconômico e cultural na área de inserção do Projeto Caulim, realizou-se o levantamento de informações secundárias que pudessem permitir uma primeira aproximação com as variáveis consideradas fundamentais para identificação das características do ambiente.

Na sequência, para a elaboração do diagnóstico local, procedeu-se ao levantamento das informações primárias em campo, com o objetivo de consolidar e validar o conhecimento obtido através de dados secundários levantados em bibliografia diversa sobre a área de estudo local. Esse levantamento de campo foi realizado para os diferentes temas que compõem os meios físico, biótico, socioeconômico e cultural.

### 1.6.1 Áreas de Estudo

Para a realização dos diagnósticos foram selecionadas **Áreas de Estudo Local (AEL)** e **Áreas de Estudo Regional (AER)**, que, baseado nas conclusões dos estudos, servirão de subsídio para a definição das áreas de influência (ADA, AID e da AII).

A definição das áreas de estudo para o presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA), foi desenvolvida tendo-se como pressupostos:

- **A natureza do empreendimento:** trata-se de um empreendimento destinado à lavra, beneficiamento, processamento e, finalmente embarque de caulim;
- **As características do empreendimento:** O Projeto prevê a implantação de uma unidade operacional composta por uma mina, uma usina de desareamento, tanto para processamento em via seca como em via úmida, um mineroduto e instalações industriais para beneficiamento em via úmida de minério no município de Manaus, utilizando-se critérios e procedimentos operacionais consolidados e mundialmente aceitos. A descrição detalhada das características encontra-se no Item relativo à caracterização do empreendimento (Capítulo 1);
- **A identificação preliminar dos impactos:** O empreendimento foi considerado como potencialmente causador de impactos diretos e indiretos sobre os componentes ambientais dos meios físico, biótico e socioeconômico;
- **A interveniência com aspectos legais ou com projetos e atividades colocalizados:** o conhecimento prévio desses aspectos também condicionou a abrangência da área de estudo tendo-se em conta a existência de possíveis interações ou incompatibilidades; e
- **A pertinência das abordagens:** somente foram abordados e/ou aprofundados os aspectos considerados pertinentes ao empreendimento e região ou local afetados, evitando-se levantamentos extensos e desnecessários aos objetivos do EIA-RIMA.

A partir dessas considerações puderam-se delinear preliminarmente as áreas de estudo do empreendimento. As áreas de influência a serem definidas também servirão como diretriz para a proposição dos monitoramentos ambientais a serem executados na fase de Plano Básico Ambiental.

### **1.6.1.1 Áreas de Estudo Local (AEL)**

Na seleção das AEL, considerou-se as duas áreas indicadas pelo empreendedor para a implantação do empreendimento, que as escolheu em função da abundância e qualidade do minério e logística: A **Área 1** (DNPM 880.141/2004, 880.052/2005 e 880.280/2008), localizada entre os quilômetros 41 e 43 da rodovia AM 010 e a **Áreas 2** (DNPM 880.096/2004), localizada no Distrito Agropecuário da SUFRAMA (DAS), próxima à estrada ZF1, com acesso pelo quilômetro 53 da Am-010. Ambas as áreas estão indicadas na Figura 1.6.1.2-1. A **Área 1** serve de referência para a **AEL 1** e a **Área 2** para a **AEL 2**. As Figura 1.6.1.2-2 Figura 1.6.1.2-3 indicam as **AEL 1 e 2**.

O diagnóstico nos meios físico, biótico e antrópico foram consideradas as mesmas Áreas de Estudo Local, havendo uma diferença para o meio antrópico da **AEL 1**, que para esse meio se estende por 10 quilômetros ao longo da rodovia AM-010 no sentido Manaus e por 5 quilômetros no sentido Rio Preto da Eva.

### **1.6.1.2 Áreas de Estudo Regional (AER)**

A Área de Estudo Regional (AER) abrange os territórios dos municípios de Manaus e Rio Preto da Eva, este com sede que dista cerca de 34 km da Área de Influência Direta 1 (**ADA 1**), via a rodovia AM-010. Nesses municípios poderão ocorrer impactos indiretos no meio socioeconômico, decorrentes de atividades relacionadas à construção e operação do empreendimento, envolvendo os aspectos sociais, econômicos, finanças públicas, político e cultural, com repercussão na geração de emprego e renda, arrecadação tributária, fluxo de veículos, oferta e demanda de bens e serviços, serviços públicos em geral (atendimentos nas áreas de saúde, educação, segurança, assistência social), energia, comunicação, transportes, entre outros. Também foi feito diagnóstico regional sobre os temas de geomorfologia, geologia, cobertura vegetal, hidrologia, uso e ocupação do solo e fundiário.

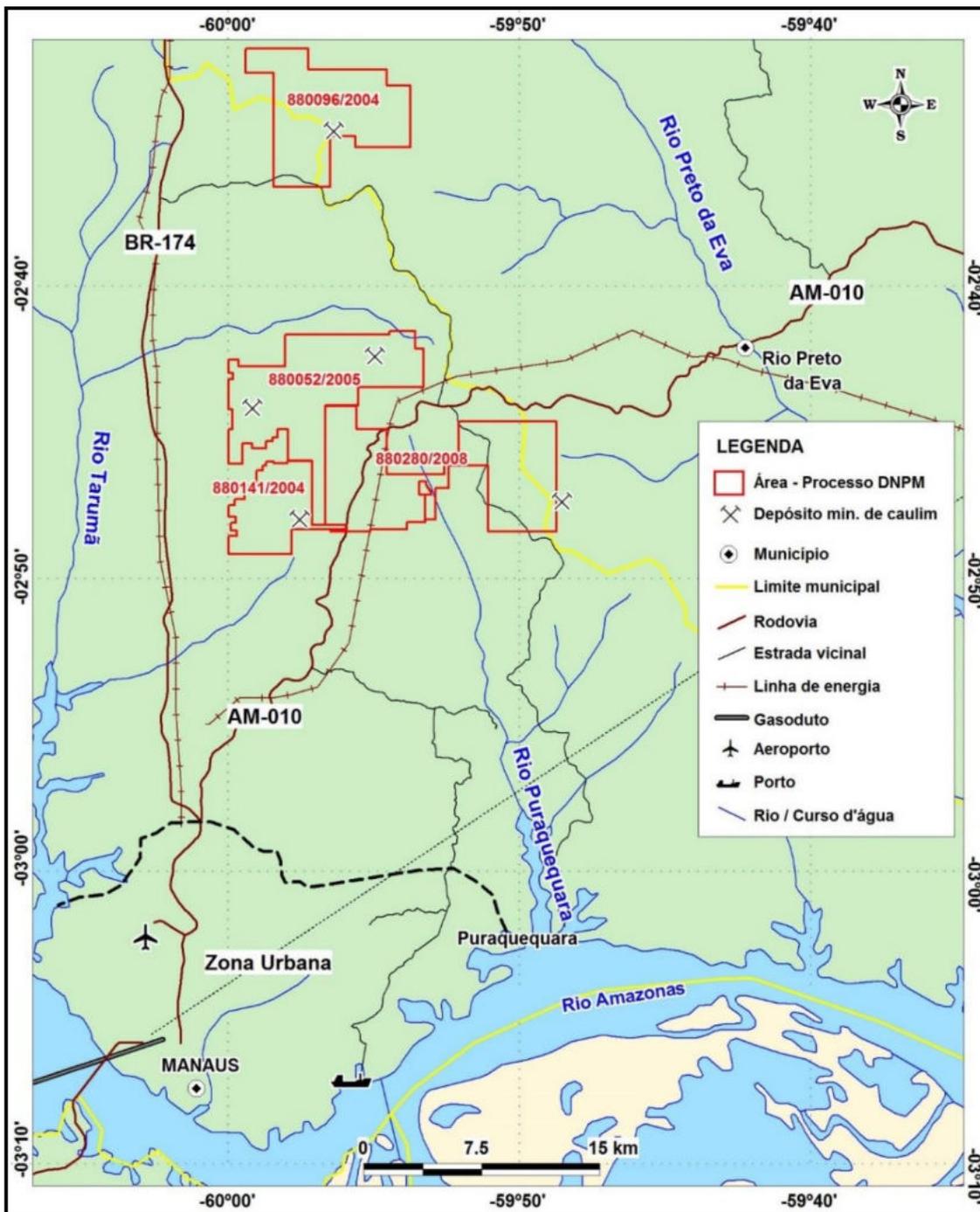


Figura 1.6.1.2-1 – Localização das áreas do Projeto Caulim, conforme alvarás DNPM.  
 Fonte: KALAMAZON, 2015.

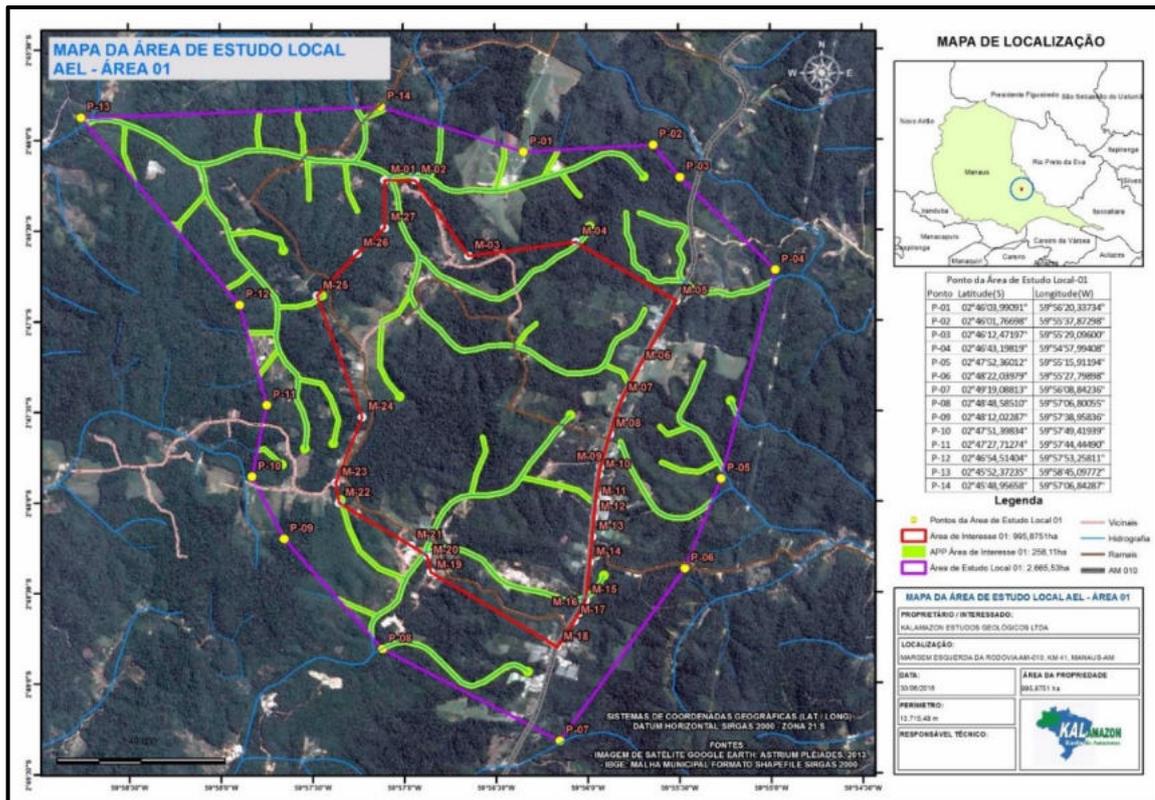


Figura 1.6.1.2-2 - Áreas de Estudo Local 1.  
Fonte: IBGE, Malha Municipal Formato Shapefile SIRGAS, 2000.

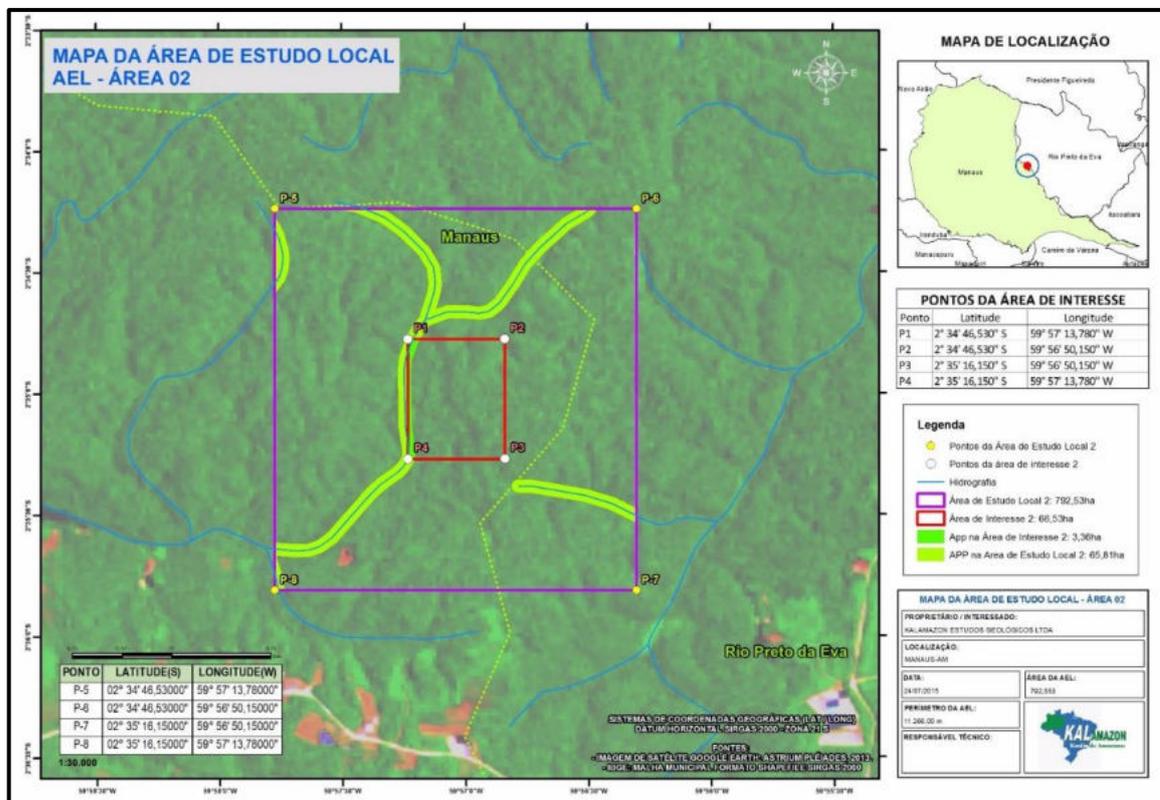


Figura 1.6.1.2-3 – Área de Estudo Local 2.  
Fonte: IBGE, Malha municipal Formato Shapefile SIRGAS, 2000.

## 1.7 CUSTOS DO EMPREENDIMENTO

### 1.7.1 Investimentos

Tabela 1.7.1-1 - Investimentos para Atividade de Lavra

LAVRA	FASE 1		FASE 2		FASE 3	
	QUANT.	R\$	QUANT.	R\$	QUANT.	R\$
	LAVRA					
Preparação e desenvolvimento	1	500.000,00	1	200.000,00	1	200.000,00
Sistema de bombeamento mina	1	83.000,00	1	50.000,00	1	50.000,00
Escavadeira EC 360 VOLVO	2	1.028.000,00			1	514.000,00
Pá-carregadeira Volvo L150	1	705.000,00			1	705.000,00
Caminhão basculante 16 m <sup>3</sup>	4	1.208.000,00	3	906.000,00	5	1.510.000,00
Caminhão guincho	1	300.000,00				
Caminhão-pipa	1	286.000,00			1	286.000,00
Motoniveladora 140 K	1	615.000,00			1	615.000,00
<i>Bull dozer</i> CAT D8T	1	1.190.000,00			1	1.190.000,00
Caminhão comboio	1	300.000,00			1	300.000,00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>6.215.000,00</b>		<b>1.156.000,00</b>		<b>5.370.000,00</b>

Fonte: PLANO DE APROVEITAMENTO ECONÔMICO/KALAMAZON, 2013.

Tabela 1.7.1-2 - Planta de Processamento via seca

PLANTA DE PROCESSAMENTO A SECO	FASE 1	
	QUANT.	R\$
Galpão de estocagem de ROM	3	500.000,00
Silo com alimentador de sapatas	1	252.000,00
Desagregador tipo britador de mandíbulas	1	200.000,00
Sistema de queima de GN e insuflamento de gás quente	1	350.000,00
Sistema de moagem horizontal tipo bolas	1	700.000,00
Sistema de areseparador tipo ciclone	2	200.000,00
Silo para armazenagem de caulim com 200m <sup>3</sup>	1	100.000,00
Transportador de correia radial	1	280.000,00
Armazém para sistema de carregamento de containers a granel	1	250.000,00
Sistema de carregamento de containers	1	450.000,00
Instalações elétricas e hidráulicas	1	800.000,00
Instalações civis (Incluindo terraplenagem)	1	800.000,00
Oficinas	1	300.000,00
Montagem da planta	1	1.000.000,00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>6.182.000,00</b>

Fonte: ENGENHARIA KALAMAZON, 2015.

Tabela 1.7.1-3 - Planta de Desareamento - Processamento via úmida

PLANTA DE DESAREIAMENTO A ÚMIDO	FASE 1		FASE 2		FASE 3	
	QUANT.	R\$	QUANT.	R\$	QUAN T.	R\$
Silo com alimentador de sapatas	1	252.000,00			1	252.000,00
Tanque misturador <i>Blunger</i> 30 m <sup>3</sup> x 200 RPM	3	301.500,00	1	100.500,00	3	301.500,00
Peneira vibratória	2	210.000,00	1	105.000,00	2	210.000,00
Tanque agitado 80 m3 x 30 RPM x 12,5 CV	1	140.500,00			1	140.500,00
Sistema de hidrociclonagem	8	123.200,00	8	123.200,00	16	886.400,00
Bomba de polpa 6x4, 50 CV	3	107.400,00	3	107.400,00	4	143.200,00
Transportador de correia radial	1	280.000,00				
Tanque de estocagem 1.000 m3	2	1.560.000,00		-	2	1.560.000,00
Mineroduto de 6" x 50 CV x 2000 m	2000	240.000,00		-	2000	190.000,00
Instalações elétricas e hidráulicas	1	1.000.000,00	0,5	500.000,00	0,8	800.000,00
Instalações civis (Incluindo terraplenagem)	1000	1.000.000,00	250	250.000,00	400	400.000,00
Oficinas	500	500.000,00			200	200.000,00
Montagem da planta		1.500.000,00		400.000,00		600.000,00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>7.214.600,00</b>		<b>1.586.100,00</b>		<b>5.683.600,00</b>

Fonte: PLANO DE APROVEITAMENTO ECONÔMICO/KALAMAZON, 2013.

Tabela 1.7.1-4 - Planta de Beneficiamento – Processamento via úmido

PLANTA DE BENEFICIAMENTO A ÚMIDO	FASE 1		FASE 2		FASE 3	
	QUANT.	R\$	QUANT.	R\$	QUANT.	R\$
Peneira vibratória circular 2 m <sup>2</sup>	1	45.500,00			1	45.500,00
Tanque de estocagem 1.000 m <sup>3</sup>	2	1.560.000,00		-	2	1.560.000,00
Tanques de lixiviação/alvejamento de 50 m <sup>3</sup> revestidos	2	800.000,00	2	800.000,00	2	800.000,00
Bombas de polpa variadas	8	240.000,00	2	60.000,00	4	120.000,00
Centrifugas tipo <i>Decanter</i> Andritz D4L ou similar	2	1.960.000,00	2	1.960.000,00	4	3.920.000,00
Separador magnético criogênico Outotec/Carpco	1	7.860.000,00			1	7.860.000,00
Tanque misturador 30 m <sup>3</sup> , 200 RPM, 20CV	1	100.500,00	2	201.000,00	2	201.000,00
Filtro prensa de 22m <sup>2</sup> de placas x 7 bar ou filtro a vácuo rotativo	1	696.000,00	1	696.000,00	2	1.392.000,00
Evaporador de duplo estágio	1	1.500.000,00				
Compressor elétrico 400 PCM x 7 bar	2	295.000,00			2	295.000,00
Transportador helicoidal	2	300.000,00			2	300.000,00
Spray dryer - cap. 4 MMBTU/h - mod. AST4215	1	2.280.000,00			1	2.280.000,00
Silos com capacidade de 20.000 t	3	1.050.000,00		-	3	1.050.000,00
Sistema de ensacamento e manuseio de big bag	1	895.000,00			1	895.000,00
Instalações elétricas e hidráulicas	2	2.000.000,00	0,9	900.000,00	2	2.000.000,00
Instalações civis (incluindo terraplenagem)	4000	4.000.000,00	1500	1.500.000,00	2000	2.000.000,00
Oficinas	500	500.000,00	300	300.000,00	200	200.000,00
Montagem da planta		4.000.000,00		2.000.000,00		3.000.000,00
Controle de processo e instrumentação		500.000,00		200.000,00		300.000,00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>30.582.000,00</b>		<b>8.617.000,00</b>		<b>28.218.500,00</b>

Fonte: PLANO DE APROVEITAMENTO ECONÔMICO/KALAMAZON, 2013.

Tabela 1.7.1-5 - Outros

SETOR	FASE 1		FASE 2		FASE 3	
	QUANT.	R\$	QUANT.	R\$	QUANT.	R\$
Compra de terras	100	500.000,00	50	250.000,00	50	250.000,00
Projetos de engenharia	1	1.000.000,00		300.000,00		1.000.000,00
Estudos ambientais		800.000,00		300.000,00		1.000.000,00
Veículos leves em geral/pick ups	10	950.000,00			4	380.000,00
Construção subestação e linhas de transmissão		1.050.000,00		350.000,00		480.000,00
Sistema de armazenamento de gás natural		830.000,00		240.000,00		370.000,00
Sistemas de controle de efluentes		310.000,00		150.000,00		310.000,00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>5.440.000,00</b>		<b>1.590.000,00</b>		<b>3.790.000,00</b>

Fonte: PLANO DE APROVEITAMENTO ECONÔMICO/KALAMAZON, 2013.

Tabela 1.7.1-6 - Totais investimentos

VALORES	FASE 1	FASE 2	FASE 3
	R\$	R\$	R\$
SOMA	55.633.600,00	12.949.100,00	43.062.100,00
CONTINGENCY (10%)	5.563.360,00	1.294.910,00	4.306.210,00
TOTAL	61.196.960,00	14.244.010,00	47.368.310,00
TOTAL CUMULATIVO	61.196.960,00	75.440.970,00	122.809.280,00

Fonte: PLANO DE APROVEITAMENTO ECONÔMICO/KALAMAZON, 2013.

## 1.7.2 Estimativa dos Custos Operacionais

A Tabela 1.7.2-1 e Tabela 1.7.2-2 contém uma estimativa dos custos operacionais mensais incluindo mão de obra para o empreendimento para cada Fase do Plano de Produção nas rotas de produção via seca e via úmida respectivamente.

Tabela 1.7.2-1 - Estimativa de Custos Operacionais para produto via seca

CUSTOS	FASE 1	FASE 2	FASE 3
	R\$/mês	R\$/mês	R\$/mês
Combustível	173.648,18	173.648,18	173.648,18
Pessoal	313.866,67	313.866,67	313.866,67
Produtos químicos			
Energia elétrica	68.071,67	68.071,67	68.071,67
Gás natural (secagem)	108.750,00	108.750,00	108.750,00
Manutenção, materiais e outros	80.000,00	80.000,00	80.000,00
Custos administrativos	66.248,00	66.248,00	66.248,00
Custo do frete até Manaus*	250.000,00	250.000,00	250.000,00
Custo porto**	175.000,00	175.000,00	175.000,00
Total (R\$/mês)	1.235.584,49	1.235.584,49	1.235.584,49

Fonte: ENGENHARIA KALAMAZON, 2015.

Tabela 1.7.2-2 - Estimativa de Custos Operacionais para produto via úmida

CUSTOS	FASE 1	FASE 2	FASE 3
	R\$/mês	R\$/mês	R\$/mês
Combustível	173.648,18	225.428,37	225.428,37
Pessoal	941.600,00	1.157.800,00	1.475.200,00
Produtos químicos	134.647,92	269.295,83	538.591,67
Energia elétrica	136.143,34	208.103,85	353.631,75
Gás natural (secagem)	899.281,91	1.798.563,83	3.597.127,66
Manutenção, materiais e outros	120.000,00	150.000,00	240.000,00
Custos administrativos	132.496,00	176.436,00	246.064,00
Custo do frete até Manaus*	250.000,00	500.000,00	1.000.000,00
Custo porto**	175.000,00	350.000,00	700.000,00
Total (R\$/mês)	2.962.817,34	4.835.627,89	8.376.043,45

Fonte: PLANO DE APROVEITAMENTO ECONÔMICO/KALAMAZON, 2013.

Observações:

\*Foi considerado o custo de frete de R\$ 20,00/t transportada pelos 56 km entre a carga e o porto.

\*\*Foi considerado o valor de R\$ 14,00/t movimentado no Porto de Manaus ou Chibatão.

## 1.8 GEOLOGIA E LAVRA

### 1.8.1 Geologia

A geologia da região é representada basicamente pela Formação Alter do Chão, de idade Cretáceo/Terciária, localização na Figura 1.8.1-1 a formação recobre discordantemente o Grupo Trombetas da Bacia Amazônica (CAPUTO et al., 1972), conforme a carta estratigráfica da Figura 1.8.1-2. A Formação Alter do Chão é constituída por sub-arcóseos, arcóseos, arcóseos wackes e lamitos caulínicos. O ambiente de sedimentação da Formação Alter do Chão é fluvial, e é interpretado nas áreas de pesquisa como de fácies de leques aluviais e canal braided.

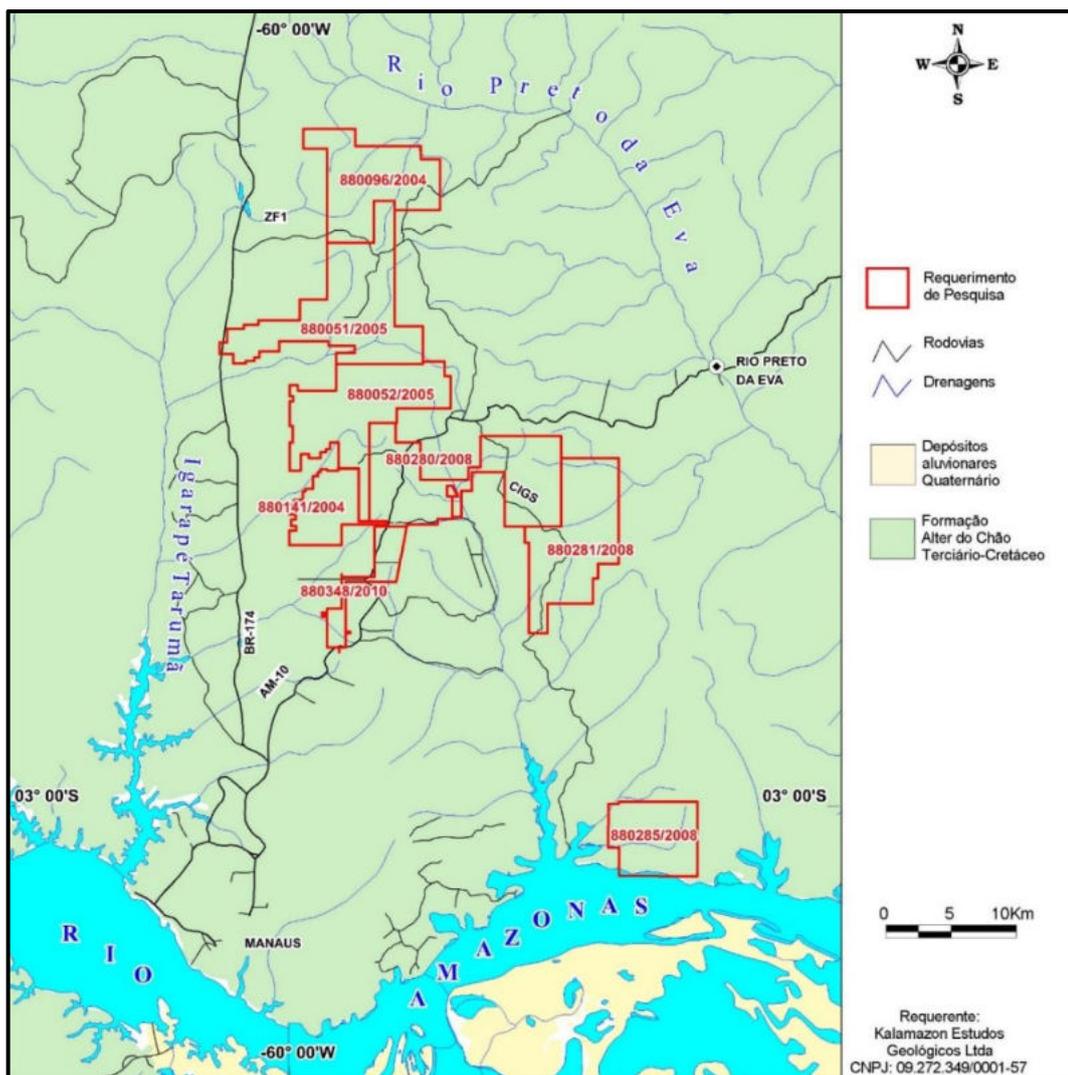


Figura 1.8.1-1 – Localização das áreas de pesquisa no contexto geológico regional.  
 Fonte: CPRM, Mapa Geológico da Amazônia, 2000.

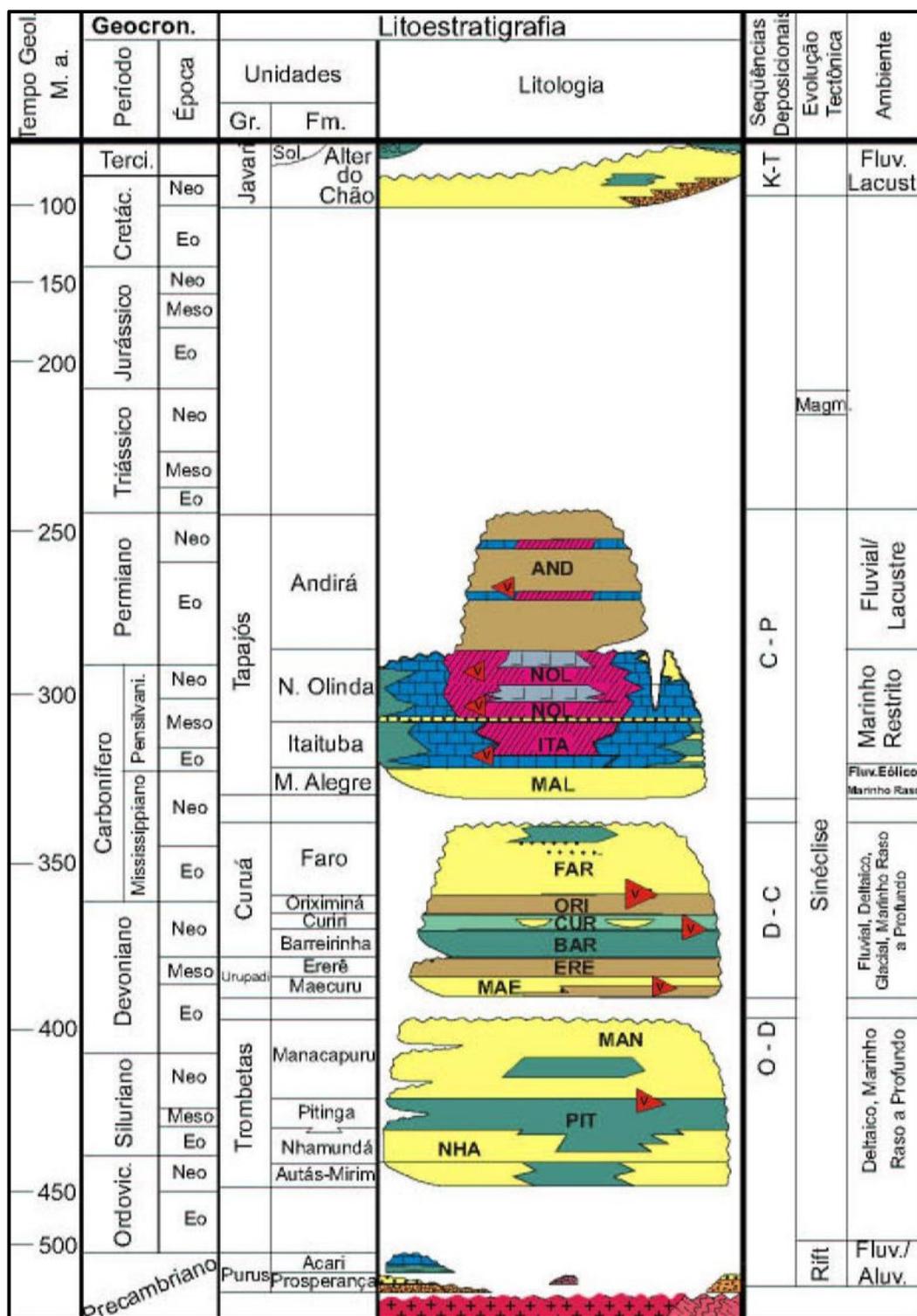


Figura 1.8.1-2 – PETROBRÁS, Coluna estratigráfica da bacia do Amazonas.

Fonte: PETROBRÁS, 1998.

Um perfil litológico parcial da formação Alter do Chão pode ser visto em alguns afloramentos de corte de estradas ao longo das rodovias BR-174 e AM-010, e nas margens de igarapés e barrancos de rios, onde a erosão mais profunda favorece a exposição das rochas

sedimentares. A Figura 1.8.1-3 apresenta o perfil litológico da Formação Alter do Chão na rodovia AM-010 / km 198.

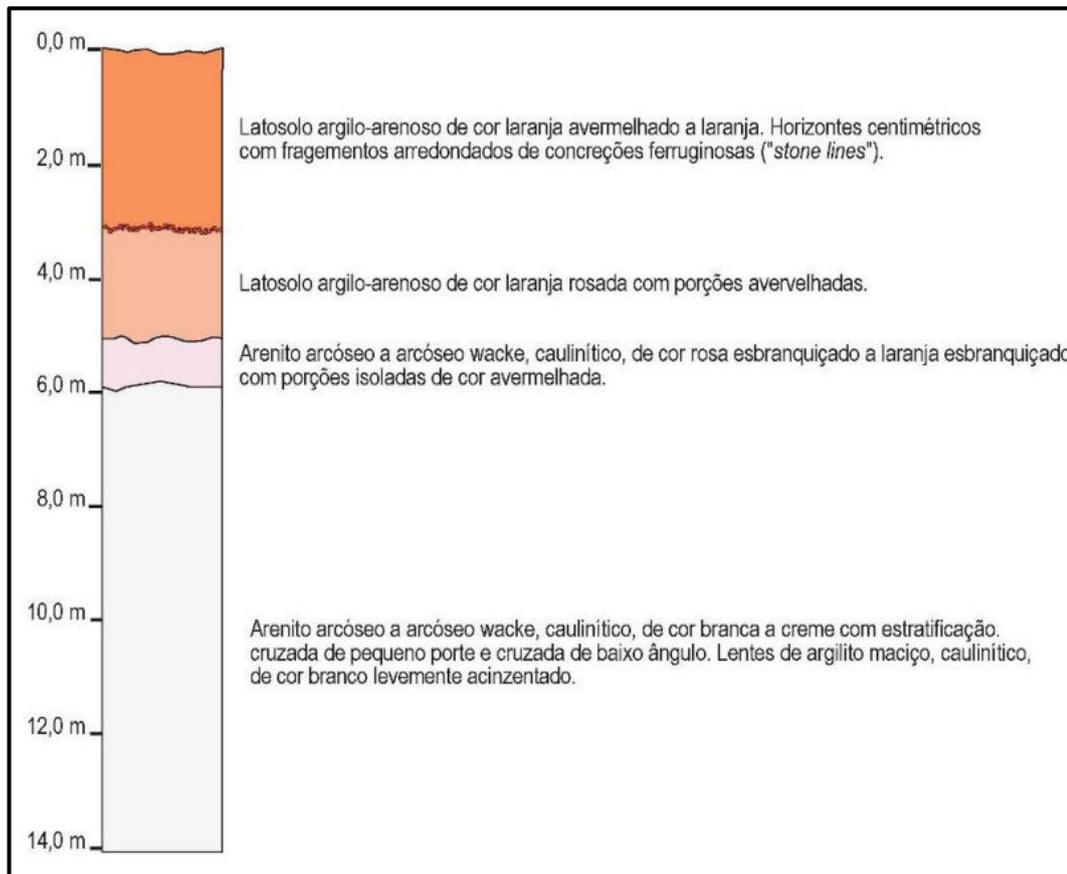


Figura 1.8.1-3 – Perfil litológico da Formação Alter do Chão na rodovia AM-010 / km 198.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

Nos perfis ao longo da BR-174 e rodovia AM-010, bem como em sondagens feitas pela empresa Kalamazon, observa-se na parte superior da Zona Pálida a presença de rochas alteradas da Formação Alter do Chão. Normalmente são encontrados arenitos arcóseos (**ARK**), arcóseos wackes (**AW**), conglomerados Intraformacionais (**IC**) e argilitos caulínicos (**KM**). Na parte inferior da PZ predominam arcóseos (**ARK**) ou sub-arcóseos (**SAR**) e que se aprofunda até a rocha alterada, em torno dos 40m. A presença de grãos de quartzo nesses arenitos varia de 40-75%. A classificação petrográfica descrita acima se baseia na classificação de Pettijohn (1975) conforme Figura 1.8.1-4.

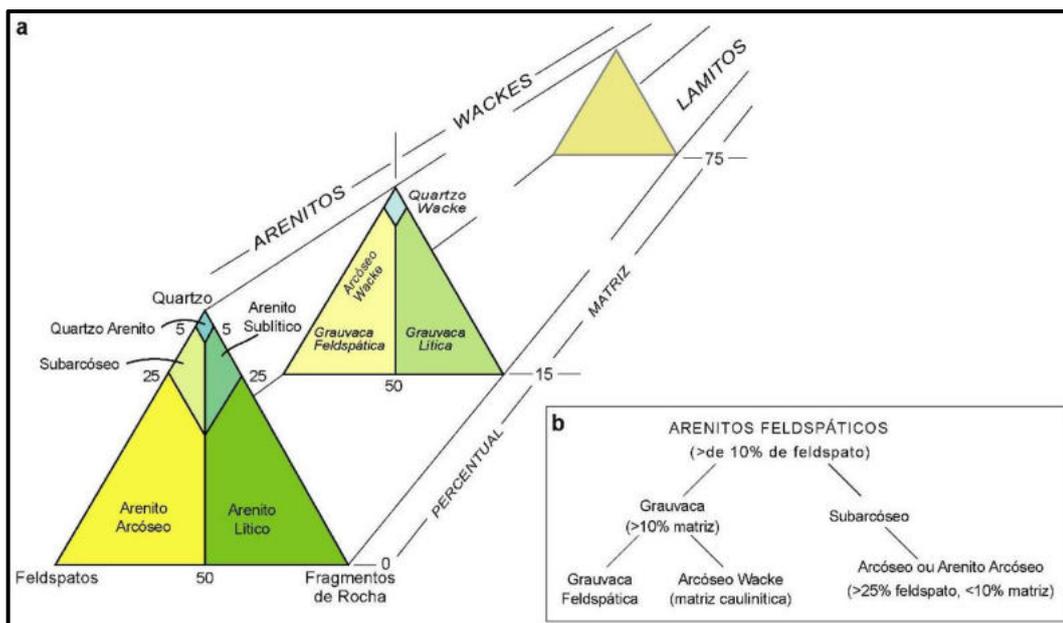


Figura 1.8.1-4 – (a) Classificação de Arenitos terrígenos (modificado de Dott 1964) e (b) diagrama de classificação de arenitos feldspáticos.

Fonte: PETTIJOHN, 1975.

O fato de serem mapeados arcóseos e wackes (arenitos com matriz), seleção granulométrica pobre e outras fácies com composição predominante arcoseana são indicativos de um ambiente deposicional subaquoso próximo da área fonte. As camadas com geometria predominantemente tabular e com boa continuidade lateral, muitas vezes estendendo-se centenas de metros como observado nos afloramentos, sugerem um fluxo pouco canalizado de sistema deposicional fluvial. A forte presença de feldspatos, caulinizados, indica a imaturidade dos sedimentos, e um ambiente proximal provavelmente de leques aluviais.

Embora se note uma tendência a acamamento gradacional decrescente da base para o topo (“*fining upward*”), os perfis de trado mostraram uma intensidade maior de intercalação (“*interfingering*”) entre as fácies do que os perfis da BR que estão mais a WNW.

Regionalmente, conforme é mencionado por Horbe *et al.* 2005, a presença de estratificação cruzada acanalada, que diminui o porte para o topo dos ciclos, sugere a migração de dunas subaquosas em canais entrelaçados, parcialmente erodindo planícies de inundação. Planícies de inundação são indicadas pela presença de deposição por suspensão, alternados com correntes trativas associados à migração de pequenas formas de leito.

Conforme descrito, o caulim ocorrente na área de pesquisa é derivado principalmente do intemperismo de feldspatos presentes nos arenitos e também de argilas cauliniticas

depositados como lama. A combinação entre os grãos depositados já como caulinita e dos grãos provenientes da alteração dos feldspatos certamente colaborou para a distribuição granulométrica composta por grãos de caulim de tamanhos variados.

## **1.8.2 Lavra**

### **Conceito Geral**

Na escolha do método de lavra, foram consideradas as condicionantes geomorfológicas da jazida, principalmente relacionadas à sua disposição espacial/topográfica, as condições geomecânicas do capeamento estéril e do minério (material mecanicamente escavável) e também pelas experiências na lavra deste tipo de depósito na região amazônica, inclusive para outros projetos de mineração de caulim.

O método de lavra a ser empregado na extração do caulim do presente estudo é a céu aberto, com desmonte mecânico convencional por bancadas em cava e em tiras. Os taludes terão 10 m de altura, ângulo de face de 45° e bermas com 5 m de largura na conformação final da cava.

### **1.8.2.1 Reservas e Recuperação Média na Lavra**

Foi estimado no cálculo das reservas explotáveis uma recuperação média de 90% na lavra, em função de condições topográficas locais adversas, perdas entre cavas, dentre outras. Essas perdas estão relacionadas principalmente pelas dificuldades técnicas de alcançar-se toda a jazida e também pelas perdas eventuais devido à implantação de instalações civis e de infraestrutura para o empreendimento.

Considerando a recuperação na lavra citada, é apresentado na Tabela 1.8.2.1-1 o sumário de reservas lavráveis considerando as áreas de reservas medidas dos respectivos processos DNPM com RFP e/ou Plano de Aproveitamento Econômico (PAE) apresentado.

Tabela 1.8.2.1-1 – Reservas lavráveis e recuperáveis considerando as áreas de reservas medidas dos processos DNPM.

DNPM	Minério Bruto (ton)	Caulim Contido (ton)	Lavrável (ton)	Relação Estéril/Minério	Caulim Vendável
880.096/2004	221.722.000	72.724.816	65.452.334	0,71	58.907.101
880.141/2004	65.717.000	22.343.780	20.109.402	0,75	18.098.462
880.052/2005	80.771.000	26.573.659	23.916.293	0,75	21.524.664
880.280/2008	91.054.854	33.861.211	30.475.090	0,66	27.427.581

Fonte: KALAMAZON, 2015.

### 1.8.2.2 Relação Estéril / Minério

Este parâmetro é fundamental na avaliação dos custos de lavra e trata-se de componente importante na avaliação econômica do empreendimento como um todo.

O capeamento estéril da cobertura possui em média 9 a 10 m de espessura, podendo chegar a 13 m, e a camada de minério de caulim bem abaixo possui de 15 a 25 m de espessura.

Este material de cobertura pode ser utilizado para construção de barragens, nivelamento de terreno e recuperação de rodovias, sendo um aspecto positivo, pois poderá ser utilizado na recuperação de estradas e ramais. Em outros locais do empreendimento devem ser deslocados, formando novas encostas e serem revegetados para que não sejam erodidas.

A quantidade de estéril decapeada para a produção anual de 300 mil toneladas será de, aproximadamente 852 mil toneladas (ou de 1,7 milhões toneladas para a opção de produção anual de 600 mil toneladas de caulim), com uma relação estéril/minério 0,75/1 aproximadamente. O fator de empolamento usado para as pilhas de estéril foi de 40% que é utilizado para solo argiloso. Ou seja, as 852 mil toneladas a uma densidade de 1,68 ton/m<sup>3</sup> corresponde a 507 mil m<sup>3</sup> que empolados geram 710 mil m<sup>3</sup> aproximados de estéril na pilha.

Para a **ADA 2**, os dados da jazida mostram que a quantidade de estéril a ser decapeada para a produção anual de 50 mil toneladas será de, aproximadamente 83 mil toneladas, a uma densidade de 1,68 ton/m<sup>3</sup>, correspondendo a 49,4 mil m<sup>3</sup> de volume, que empolados geram 69,2 mil m<sup>3</sup> aproximados de estéril na pilha, com uma relação estéril/minério 0,71/1 aproximadamente. O fator de empolamento e densidades usados aqui seguem os mesmos apresentados para a área **ADA 1**.

### 1.8.2.3 Método de Lavra

Conforme mencionado, as operações de lavra dar-se-ão a “céu aberto” através de desmonte mecânico sendo a lavra por método combinado em tiras (*strip mining*) e em cava. Neste tipo de operação o decapeamento de material estéril de um bloco, após o 5º. ano poderá ser enviado para o corte anterior facilitando desta maneira a recuperação paisagística e reabilitação topográfica concomitante com as operações de lavra, com grandes ganhos operacionais e ambientais.

Nas operações de desmonte e carregamento serão utilizados equipamentos usuais utilizados neste tipo de lavra, como escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes convencionais com suporte de equipamentos de apoio, como trator de esteiras e motoniveladora.

As rampas serão projetadas com inclinações em torno de 10% possibilitando o trânsito regular de caminhões basculantes e largura mínima de 10 m para rampas e acessos. A abertura de acessos internos será de acordo com o desenvolvimento e as necessidades da lavra. Os acessos internos deverão possuir sistema de drenagem para a interceptação e escoamento das águas pluviais de maneira adequada.

### 1.8.2.4 Fases da lavra

A lavra do caulim envolverá as seguintes etapas:

#### 1.8.2.4.1 Supressão da Vegetação

A área onde ocorrerá a lavra possui cobertura vegetal predominante dos tipos primária e secundária, que será suprimida conforme a necessidade de extração mineral. Estima-se que o avanço das áreas para atender as operações de lavra na **ADA 1**, ano a ano, para um período de 5 anos, perfaz um somatório de 34,6 ha.

O trabalho de supressão vegetal só poderá ser realizado mediante licença específica expedida pelo IPAAM. O material lenhoso, não madeireiro, será destinado para uso como lenha, enquanto o de uso madeireiro será utilizado nas construções previstas para o empreendimento. Esta operação é realizada com a utilização de tratores de esteira, "skids" e também moto-serra manual. O restante do material orgânico será empilhado lateralmente a

cava, auxiliando na preservação da fauna e flora. O Plano de Supressão de Vegetação, integrante deste EIA, indica todos os cuidados e precauções quantos às operações de supressão vegetal, inclusive sobre a destinação dos materiais dela resultante.

Para os anos seguintes, após o 5º ano, deverá ser solicitado um novo licenciamento de supressão vegetal para o conjunto de áreas que será objeto de lavra durante os próximos 5 anos.

Estima-se que ao final da extração mineral, a cava da **ADA 1** abranja uma área de cerca de 154 hectares, e, portanto, esta será a extensão da área que sofrerá supressão vegetal durante a vida útil da mina.

#### **1.8.2.4.2 Retirada da porção de solo orgânico**

A porção de solo orgânico superficial será removido e adequadamente estocado para no futuro servir de substrato para vegetação que será plantada durante a etapa de recuperação das áreas degradadas.

Esta operação será realizada com tratores de esteiras (tipo CAT D8 ou similar) (Foto 1.8.2.4.2-1). O material será empilhado lateralmente à futura cava ou carregado por pá-carregadeira (ou escavadeira hidráulica) em caminhões basculantes convencionais com destino às áreas em reabilitação.



Foto 1.8.2.4.2-1 - Imagem ilustrativa de um trator de esteiras utilizado na retirada de solo orgânico.  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

### 1.8.2.4.3 Operação de decapeamento do material estéril de cobertura

O decapeamento consistirá na remoção da camada de estéril que sobrepõe a zona mineralizada. Esse decapeamento será realizado paulatinamente conforme o avanço da frente de lavra. A operação utilizará escavadeira hidráulica e caminhão basculante. Durante essa fase, no primeiro ano de operação, o material extraído será utilizado para a construção do maciço da barragem de rejeito e/ou depositado na pilha de estéril. Este material é principalmente constituído de argila composta por óxidos e hidróxidos de ferro e areia. A profundidade desta camada é variável, sendo em média próxima de 8 a 13 metros conforme já descrita acima.

O decapeamento, assim como a retirada de estéril e de minério, será realizado com escavadeira hidráulica Volvo EC 360 ou similar, que possui uma caçamba de 2,6 m<sup>3</sup> (Foto 1.8.2.4.3-1). O transporte do material até a pilha de estéril e do minério até as instalações de desareamento será realizado por caminhão basculante traçado 6x4, com caçamba de 25 t ou 16 m<sup>3</sup>. O Quadro 1.8.2.4.3-1 contém a lista dos equipamentos.

Quadro 1.8.2.4.3-1 – Especificação e dimensionamento de equipamentos de mina

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
Trator de esteiras tipo CAT D8 ou similar, com 231 kW de potência e 38 t de peso total, com lâmina de 3,9 x 1,68 m e capacidade de 8,7 m <sup>3</sup> .	2
Escavadeira Hidráulica tipo Volvo EC360 ou similar com potência 265 CV, caçamba de 2,6 m <sup>3</sup> .	3
Caminhão basculante traçado 6x4 e caçamba 16 m <sup>3</sup> , modelo MB 2831K com potência de 306 CV ou similar.	13
Caminhão pipa	2
Pá carregadeira tipo Volvo L150, com caçamba de 4,0 m <sup>3</sup> , motor de 273 CV ou similar.	2
Motoniveladora tipo CAT 140G ou similar.	2
Caminhão Comboio	2

Fonte: KALAMAZON, 2015.



Foto 1.8.2.4.3-1 - Imagem ilustrativa de uma escavadeira de 36 t a ser utilizada na operação de decapeamento e lavra.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

#### **1.8.2.4.4 Operação de extração do caulim e areia**

Após a exposição da camada de minério, o material será lavrado por método de escavação mecânica convencional, sendo transportado às instalações de desareamento localizadas nas proximidades da mina. Uma vez que cerca de 60% do material será constituído de fração arenosa, até o 5º. ano de operação, essa areia será destinada às pilhas de rejeitos da planta de desareamento e possivelmente para o comércio da construção civil de Manaus. Após esse período, grande parte será devolvida à cava já lavrada, visando o reafeiçoamento do terreno.

#### **1.8.2.4.5 Reafeiçoamento topográfico e revegetação da área exaurida**

Parte do volume do rejeito de desareamento, constituído basicamente de areia quartzosa, será enviado à cava cujo minério já fora lavrado, visando o seu preenchimento. Na sequência, haverá a deposição do material estéril, o qual será espalhado com trator de esteiras para reafeiçoamento topográfico. Em seguida haverá a sobreposição de porção de solo vegetal sobre toda essa área, de forma a criar substrato apropriado à revegetação com espécies nativas. Essas operações estão descritas e detalhadas no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), integrante deste EIA.

### 1.8.2.5 Planejamento de Lavra

Para a escolha do método de lavra foram consideradas as condicionantes geomorfológicas da jazida, principalmente relacionadas à sua disposição espacial/topográfica, as condições geomecânicas do capeamento estéril e do minério.

O método de lavra a ser empregado é a céu aberto, com desmonte mecânico convencional por bancadas em cava e em tiras. Os taludes terão 10 m de altura, ângulo de face de 45° e bermas com 5 m de largura na conformação final da cava. (Figura 1.8.2.5-1).



Figura 1.8.2.5-1 – Visão geral de exemplo de operações de lavra de minério de caulim.  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

No planejamento de lavra foi concebido o bloqueio da jazida em Blocos de 200 x 100 metros, sendo que o avanço anual estimado de aproximadamente 7 hectares, com a lavra realizada em cava de 4 bancadas sendo uma inicial de 8 a 10 metros (com sub-bancadas em passes de 4 a 5 metros de altura), no capeamento e com taludes de 45° de mais 3 bancadas de 5 a 6 metros cada no minério (em passes ou sub-bancadas de 2,5 metros), igualmente com taludes de 45° de forma a conferir estabilidade geotécnica ao maciço.

O sequenciamento da lavra segue segundo as operações já mencionadas, sendo que ao alcançar o piso do jazimento, inicia-se então a redeposição de materiais, iniciando-se pelo rejeito da planta de desareamento regularizado na cava por trator de esteiras, seguindo-se pela

re deposição do capeamento estéril previamente estocado e finalmente, após a regularização topográfica deste, segue a colocação de solo vegetal.

A partir do 5º. ano, é previsto que todo o material do capeamento (estéril) já será redepositado no corte anterior, sendo estas operações de extração e redeposição no corte, simultâneas.

O sequenciamento de lavra planejado se dará conforme as Figura 1.8.2.5-2, Figura 1.8.2.5-3 e Figura 1.8.2.5-4, que mostram a disposição geral das instalações.

### **Detalhamento da Sequência de Lavra**

Avanço ANO 1 – Estocagem de solo, estocagem de estéril e lavra de caulim – área de cava.

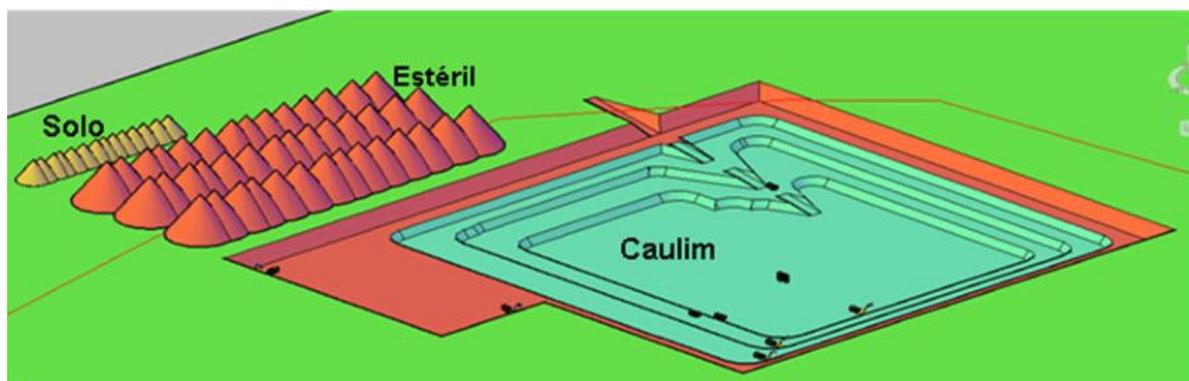


Figura 1.8.2.5-2 – Sequenciamento de lavra  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

**Avanço ANO 5 em diante** – Reafeiçoamento topográfico da cava, com retorno do rejeito arenoso, estéril e recomposição de solo.

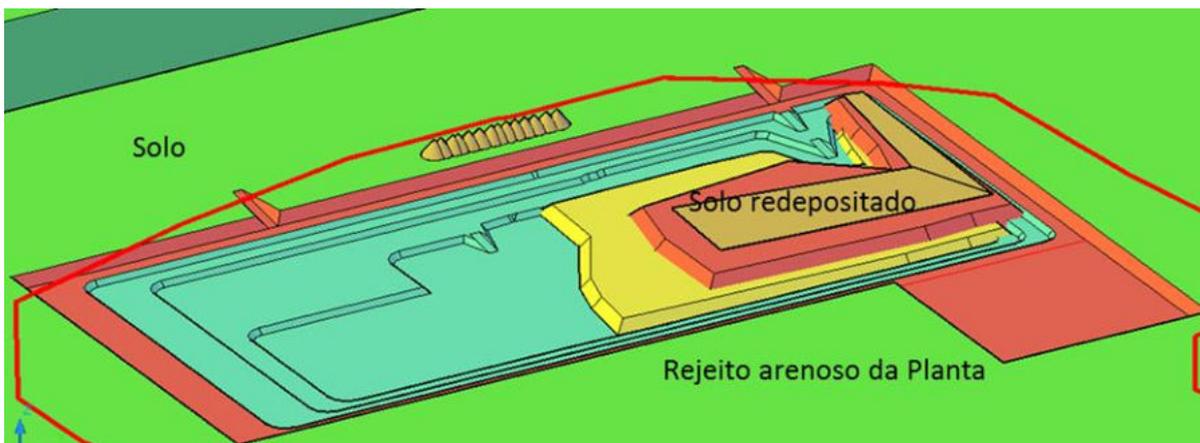


Figura 1.8.2.5-3 - Sequenciamento de lavra  
 Fonte: KALAMAZON, 2015.

### Detalhamento das Operações de Lavra após o 5º ano – Layout

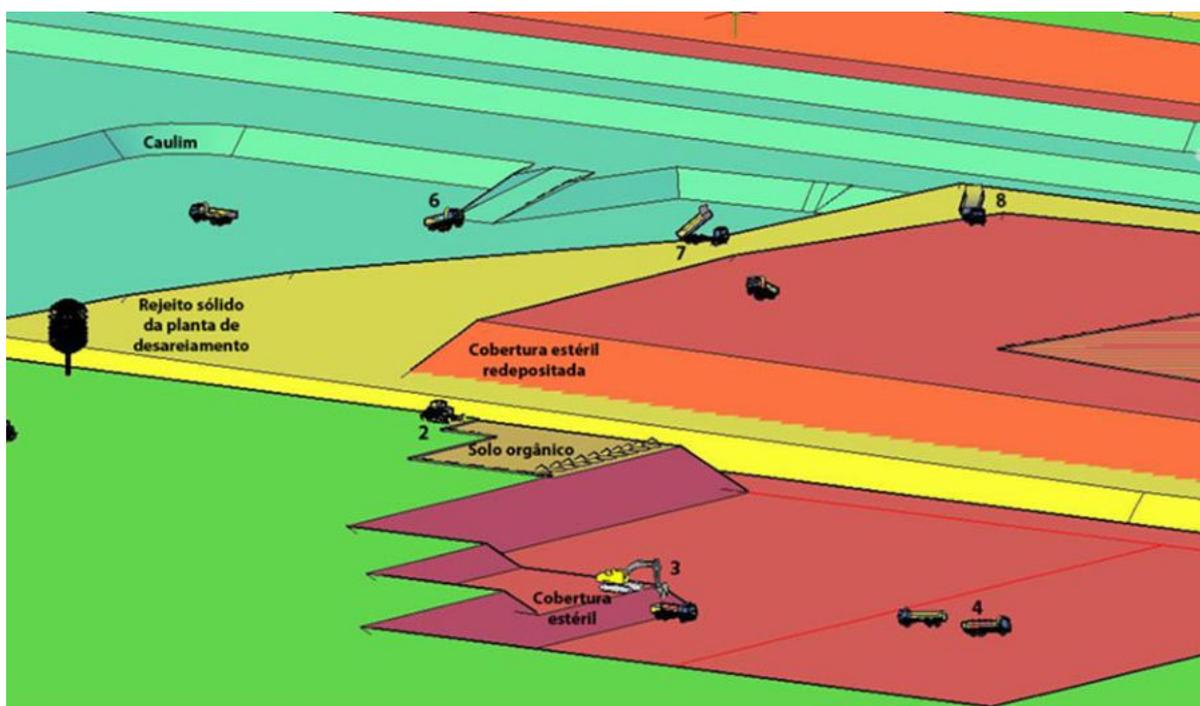


Figura 1.8.2.5-4 - Sequenciamento de lavra.  
 Fonte: KALAMAZON, 2015

#### Convenções:

- 1 – Operação de supressão vegetal;
- 2 – Retirada e armazenamento do solo superficial;
- 3 – Operação de decapeamento (extração do estéril) e transporte do estéril para a área em reafeição topográfica;
- 4 – Transporte do estéril para reafeição da área já lavrada;

- 5 – Lavra do caulim;
- 6 – Transporte do caulim para planta de desareamento;
- 7 – Descarga do rejeito sólido da planta para reafeição da área já lavrada;
- 8 – Descarga do estéril extraído para reafeição da área já lavrada;
- 9 – Descarga do solo retirado e espalhamento para reabilitação da área já reafeçada topograficamente.

Para controle das drenagens durante a fase de lavra, os bancos serão desenvolvidos com um caimento em direção ao pé do talude e uma inclinação longitudinal de 2% para direcionamento das águas para fora das praças, acessos, bermas operacionais e das pilhas. Leiras de proteção das bermas servirão ainda como dispositivo para evitar o escoamento da água por sobre a face dos taludes. Sumps, bacias ou diques de contenção de sólidos serão escavadas no terreno à jusante dos pontos de lançamento das drenagens, com a função de reter sedimentos carreados pela chuva e melhorar a infiltração das águas no solo. O transbordo dessas bacias (água isenta de material sólidos e qualquer material contaminante) será reintegrado à drenagem natural. A Foto 1.8.2.5-1 mostra novamente uma típica bacia de contenção de sólidos, construída à jusante de uma pilha de estéril, para sedimentação e retenção de sólidos carreados pelas águas pluviais.

Outra estrutura de proteção é mostrada na Foto 1.8.2.5-2, que ilustra novamente um exemplo de canaleta de concreto construída nas estruturas definitivas e tem como objetivo conduzir adequadamente o fluxo da drenagem para as bacias, sumps e diques.



Foto 1.8.2.5-1 – Bacia de contenção de sólidos a jusante de pilha de estéril.



Foto 1.8.2.5-2 - Canaleta de concreto para drenagem lateral em pilha de estéril.

As rampas serão projetadas com inclinações em torno de 10% possibilitando o trânsito regular de caminhões basculantes e largura mínima de 10 m para rampas e acessos. A abertura de acessos internos será de acordo com o desenvolvimento e as necessidades da lavra. Os acessos internos deverão possuir sistema de drenagem para a interceptação e escoamento das águas pluviais de maneira adequada, evitando erosões.

### **1.8.2.6 Capacidade de Produção Mineral da ADA 1**

A capacidade da produção mineral para as ADA 1 e ADA 2 está demonstrado no Item 1.5.1.

### **1.8.2.7 Equipamentos Utilizados na Lavra**

Na seleção de equipamentos, considerou-se a experiência adquirida no setor, além das tecnologias disponíveis e condições operacionais da lavra.

O dimensionamento dos equipamentos levou em consideração as condições climatológicas adversas durante parte do ano, e que impactam profundamente as operações de lavra a “céu aberto” neste período. Para realização das operações de lavra os equipamentos foram dimensionados para atender a produção anual durante 10 meses mesmo que o objetivo seja operar durante os 12 meses do ano. Em outras palavras operaremos durante os 10 meses

do ano, todavia, se as condições do clima permitirem, diluiremos as operações pelos 12 meses anuais.

Considerando-se que a lavra seja realizada em 2 turnos de 8h/dia durante 26 dias por mês e que a produção anual de minério ROM seja realizado ao longo de ~~10~~2 meses/ano tem-se no Tabela 1.8.2.7-1 os parâmetros de produção requeridos.

Tabela 1.8.2.7-1 - Parâmetros de produção por etapa dos processos via seco e via úmido.

PERÍODOS	LAVRA	PROCESSO VIA SECO	DESAREIAMENTO VIA ÚMIDO	BENEFICIAMENTO VIA ÚMIDO
MESES/ANO	10	10	10	10
DIAS/MÊS	26	26	26	26
TURNO/DIA	2	2	2	2
HORAS/TURNO	8	8	8	8

Fonte: KALAMAZON, 2015.

Será utilizado um trator de esteiras para retirada do solo orgânico, que fará a raspagem do material para depósito em área adequada para utilização posterior em recuperação das áreas lavradas. A sugestão do modelo de trator é um CAT D8T (ou similar com 231 kW e peso operacional aproximado de 38t) com lâmina angular de 8,7 m<sup>3</sup> de capacidade SAE. O trator será utilizado para outras atividades, portanto, foi dimensionado um trator maior. As outras atividades serão espalhamento de material em pilha de estéril, entre outras necessárias durante a operação.

A operação de decapeamento, retirada de estéril e de minério serão realizadas com escavadeira hidráulica Volvo EC 360 ou similar, possui uma caçamba de 2,6 m<sup>3</sup>. O transporte do material até a pilha de estéril e do minério até as instalações de desareamento será realizado por caminhão basculante traçado 6x4, com caçamba de 25 t ou 16 m<sup>3</sup>. O Quadro 1.8.2.7-1 contém a lista dos equipamentos.

Quadro 1.8.2.7-1 – Especificação e dimensionamento de equipamentos de mina

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
Trator de esteiras tipo CAT D8 ou similar, com 231 kW de potência e 38 t de peso total, com lâmina de 3,9 x 1,68 m e capacidade de 8,7 m <sup>3</sup> .	2
Escavadeira Hidráulica tipo Volvo EC360 ou similar com potência 265 CV, caçamba de 2,6 m <sup>3</sup> .	3
Caminhão basculante traçado 6x4 e caçamba 16 m <sup>3</sup> , modelo MB 2831K com potência de 306 CV ou similar.	13

Caminhão pipa	2
Pá carregadeira tipo Volvo L150, com caçamba de 4,0 m <sup>3</sup> , motor de 273 CV ou similar.	2
Motoniveladora tipo CAT 140G ou similar.	2
Caminhão Comboio	2

Fonte: KALAMAZON, 2015.

## **1.9 BENEFICIAMENTO**

### **1.9.1 Descrição do processo**

#### **1.9.1.1 Usina de Processamento a Seco – Geração dos Produtos de Caulim e Areia**

Nesta etapa de processamento ocorre a separação do material arenoso/quartzoso presente no minério R.O.M. por tecnologia de processamento a seco, havendo o descarte da fração grosseira >325 # ou 44  $\mu$  (microns).

O minério de caulim bruto extraído é então transportado da cava para a usina de processamento a seco localizada nas vizinhanças da área de lavra através de caminhões convencionais onde é iniciado o processo de desagregação por moagem e separação aerodinâmica do caulim contido no minério.

O minério é inicialmente fragmentado através de um desagregador do tipo britador gerando partículas com diâmetro inferiores a uma polegada (1”), que são em seguida conduzidos para a alimentação do sistema de pulverização onde se admite a entrada de gases quentes para que ocorra secagem do caulim durante o processo de pulverização em sistema de moagem que podem utilizar diversos tipos de moinhos como: moinhos de rolos, moinhos autógenos ou moinhos de bolas para então ser classificado, por tamanho, através de separação aerodinâmica, onde as partículas mais finas são conduzidas para o topo do aero-separador (ciclones) pela corrente de ar quente que vem da moagem, havendo assim a separação de partículas por tamanho. Nesta operação é realizado o descarte dos materiais com granulometria acima de 45  $\mu$  (325#), constituídos principalmente de areia quartzosa (rica em sílica). A areia será então empilhada e voltará a cava conforme descrita acima ou será comercializada como agregado para construção civil ou mesmo outros usos mais nobres.

Na usina de processamento a seco estão previstas as seguintes operações:

## Secagem em galpão tipo tenda

Nesta etapa de processamento o material vindo da mina é depositado em área coberta por sistema de galpão tipo tenda aberto em suas laterais de forma a permitir a livre circulação de ar entre a pilha de caulim formado e a cobertura do galpão criando um efeito estufa, que permitirá a secagem parcial do caulim.

Esta operação visa reduzir a umidade do material ROM de forma natural para que se atinja o valor de interesse na faixa de 5% de umidade ou o mais próximo desse valor sem custos energéticos para secagem. Caso a umidade não atinja o valor desejado ou se a demanda de minério não permita tempo suficiente para a secagem natural, a diferença de umidade será retirada através de sistema secagem forçada com gases quentes na entrada do sistema de moagem.

Pretende-se construir três galpões tipo tenda para a utilização no processo, onde um estará sendo composto (colocando-se material ROM), um segundo estará em processo de secagem e o terceiro estará em operação de retomada para alimentação do processo de desagregação (britagem).

A imagem abaixo demonstra o esquema construtivo do galpão sugerido para o empreendimento.



Foto 1.9.1.1-1 - Exemplo de tenda utilizada para armazenamento de minério ROM para secagem  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

## Desagregação do Minério ROM (Britagem)

Nessa etapa de processamento o material vindo dos galpões de secagem ou diretamente da mina é alimentado em um desagregador que tem por função desagregar o caulim macio e britar o caulim mais duro reduzindo seu tamanho de partícula para valores inferiores a 5 cm de diâmetro que serão transportados por transportadores do tipo sapata e correia até a alimentação da moagem.



Foto 1.9.1.1-2 - Exemplo de sistema de britagem.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

## Secagem e Moagem

Após sua desagregação, o minério é alimentado no sistema alimentador do moinho juntamente com a admissão de gases quentes que completarão a secagem do minério, o que permanecerá até a sua saída do sistema de moagem, quando atingir o tamanho de partícula desejado.

No processo de moagem o caulim é submetido ao processo de redução de partículas através do movimento de rotação do moinho tubular que, ao girar, movimentada sua carga moedora que entra em choque entre si e com as partículas de caulim, reduzindo seu tamanho para partículas menores que 44 microns. Nesse processo a areia contida no minério também pode sofrer certo grau de moagem, porém, bem menos intenso que as partículas de caulim devido ao seu grau de dureza mais elevado.

Como produto final da moagem teremos uma massa homogênea de minério seco (umidade < 3%) e moído/pulverizado, garantindo que as partículas sejam inferiores a malha de 10 mesh (2 mm) para a areia e 325 mesh para o caulim (44 microns).

### **Separação granulométrica (Ciclonagem)**

Após a moagem e ainda em um circuito conjugado com o moinho, o produto moído é arrastado pela corrente de gás de dentro do moinho e passa por um conjunto de ciclones que tem por função separar a fração grossa (> 44 microns) pelo underflow e a fração fina (< 44 microns) pelo overflow do ciclone. O material fino caracteriza o produto desejado que terá umidade entre 3 a 6% e teor de areia inferior a 3% e o material grosso caracteriza a areia antes contida no minério que será destinada ao pátio de traslado para a revenda ou destinação a barragem de areia.

Abaixo segue uma figura de um sistema clássico de moagem e separação por ciclones.



Foto 1.9.1.1-3 - Planta de moagem e ciclonagem.

Fonte: CIMENFORT, Werling, 2015.

## Armazenamento e Enchimento de Container

Após a separação do produto final o mesmo é transportado através de correias transportadoras até o armazém onde será colocado em containers na forma granel para posterior destinação logística via rodoviário por caminhões até um porto em Manaus ou até alguma fábrica que use o insumo. Esses caminhões de carga serão de grande capacidade (bitrens ou rodotrens) de carga, chegando a levar 35 a 45 toneladas.

### 1.9.1.2 Usina de Desareamento (Processamento a úmido) – Geração dos Produtos de Caulim e Areia

Nesta etapa de processamento ocorre a separação do material arenoso/quartzoso presente no minério R.O.M. por tecnologia de processamento a úmido, havendo o descarte da fração grosseira >325 # ou 44  $\mu$  (microns).

O minério de caulim bruto extraído é então transportado da cava para a usina de desareamento (*degritting*) localizada nas vizinhanças da área de lavra através de caminhões convencionais onde é iniciado o processo de dispersão do caulim contido no minério.

O minério é inicialmente descarregado em silo provido de grelha fixa com abertura de 50 cm para descarte de blocos de grandes dimensões é alimentado por alimentador de sapatas em 2 tanques com agitação intensiva de 200 RPM (conhecidos como *blungers*) em série, com capacidade de 30 m<sup>3</sup> onde é adicionado o agente dispersante (hexametáfosfato de sódio) e regulador de pH (carbonato de sódio) seguido de classificação granulométrica em peneira vibratória para retirada de grosseiros.

A polpa desagregada segue então para uma bateria de hidrociclones (*rougher e scavenger*) onde é realizado efetivamente o descarte dos materiais arenosos. Nesta operação é realizado o descarte dos materiais com granulometria acima de 44  $\mu$  (325#), constituídos principalmente de areia quartzosa (rica em sílica). A areia será então empilhada e voltará a cava conforme descrita acima ou será comercializada como agregado para construção civil ou mesmo outros usos mais nobres.

Na usina de desareamento estão previstas as seguintes operações:

### **Escrubagem em Tanque Agitado (blunger)**

Estes tanques misturadores além de armazenarem a polpa, auxiliam na dispersão da porção caulínica do minério, facilitando a separação granulométrica posterior. Eventualmente algum caulim poderá ser delaminado, operação que consiste na agitação intensa em tanques providos de agitadores, de forma a realizar a liberação do empacotamento das partículas de caulim. Isto diminui, portanto, sua granulometria, e evita que partículas grossas geradas por este empilhamento natural das partículas (*stacks* ou *booklets*) sejam descartadas juntas com a fração arenosa.



Foto 1.9.1.2-1 - Exemplo de tanque de escrubagem (Blunger) para dispersão do caulim.  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

### **Desbaste em Peneira Vibratória**

Nesta etapa é evitada a entrada de materiais grosseiros no sistema e/ou que não estejam devidamente dispersos. Utiliza-se peneira vibratória horizontal onde o material passante da peneira é considerado o produto disperso e o retido são as impurezas grosseiras.

## Separação Granulométrica por Hidrociclonação

A polpa dispersa é bombeada para dois sistemas de hidrociclones (primários e secundários – Foto 1.9.1.2-2). O material grosso (basicamente areia quartzosa de granulometria  $98\% > 45\mu$ ) é rejeitado no *underflow* com um alto conteúdo de sólidos sendo enviado a uma peneira desaguadora horizontal cujo *oversize* é empilhado através de transportador de correia móvel (*stacker*) para venda e ou reenvio a área lavrada e o *undersize* enviado a barragem de rejeitos. Eventualmente este material do *underflow* poderá ser reenviado a um par de *blungers* secundários sendo o seu fluxo novamente enviado a hidrociclonação a fim de liberar mais caulim eventualmente aprisionado junto aos rejeitos grosseiros. Este material é seguindo então o mesmo processo anterior de desaguamento e empilhado por *stacker* e retorna as frentes de lavra já mineradas, devendo ser parte deste vendido como subproduto para uso na construção civil, entre outros, conforme já mencionado anteriormente.



Foto 1.9.1.2-2 – Imagem ilustrativa de um conjunto de hidrociclones.  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

## Espessamento

A polpa de caulim desareada (com granulometria inferior a  $44\mu$ ) obtida no overflow do estagio rougher (primário) é enviada a um espessador convencional (Foto 1.9.1.2-3) onde parte da água da polpa (aproximadamente 50%) é recuperada e recirculada de modo a aumentar a

concentração de sólidos de 20-30% para 35-40% (p/p). A água recuperada (sobrenadante), no espessador é rebombeada para o tanque agitado móvel (blunger primário).



Foto 1.9.1.2-3 - Imagem ilustrativa de um espessador.  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

### **Estocagem de Polpa Desareada**

A polpa desareada seguirá para dois tanques agitados de estocagem de 1.000 m<sup>3</sup> cada um de forma a realizar a contínua alimentação da planta de processamento, evitando paradas operacionais.

O sistema de desareamento possuirá capacidade para tratar 180 t/h de caulim trabalhando segundo o mesmo cronograma das operações de lavra para atingir 600.000 ton/ano.

### **1.9.1.3 Mineroduto**

#### **1.9.1.3.1 Descrição do processo**

A polpa espessada (*underflow* do espessador) e estocada é então bombeada utilizando-se de bombas deslocamento positivo (de pistão) por um mineroduto até as instalações finais de processamento e embarque localizadas nas margens da rodovia AM-010. Essa estrutura será predominantemente aérea para facilitar sua inspeção e manutenção programada.

O material da tubulação é de aço carbono, com diâmetro de 8” a 12”, e a área de servidão no caso de passar por locais com floresta deverá ser de 10 m para cada lado do mineroduto. A composição da polpa é de água, caulim (percentual de sólidos de 50%, fração menor que 45 µ),

e usado um agente dispersante para facilitar o escoamento, por exemplo hexametáfosfato de sódio ou poliacrilato de sódio.

Para este projeto, tanto o mineroduto quanto a usina de processamento se localizarão próximo a Mina na rodovia AM-010. No entanto, o projeto vislumbra crescer no futuro se concretizada a instalação do Polo Naval-Mineral na região do Puraquequara, local onde poderá ser instalada a usina de processamento. Para tanto, será solicitado um novo EIA-RIMA, incluindo um mineroduto, que levará a polpa de caulim até o novo local. Este tipo de sistema vem sendo usado nos grandes projetos de caulim no Estado do Pará, com minerodutos que chegam a 180 km de extensão, como é o caso um mineroduto que liga a usina instalada na cidade de Ipixuna até o Porto de Barcarena próximo a Belém pela empresa Imerys.

A alternativa escolhida para a localização do mineroduto está apresentada no Item 1.5 deste EIA.

#### **1.9.1.4 Usina de Beneficiamento (Processamento a úmido)**

##### **1.9.1.4.1 Descrição do processo**

Na usina de beneficiamento final da polpa de caulim, opera por 24 horas, de forma a maximizar o funcionamento dos equipamentos de centrifugação e separação magnética.

Foi concebida uma área com cerca de 12 hectares onde as instalações da usina de processamento serão implantadas, nas margens da rodovia AM-010.

A seguir são apresentadas as principais fases desta etapa de processamento:

##### **Estocagem**

O produto bombeado pelo mineroduto é estocado em tanques agitados de forma a prover uma alimentação constante, mesmo que haja a interrupção eventual do bombeamento ou da operação da Planta de Desareamento. Serão 2 tanques de 1.000 m<sup>3</sup> cada, com capacidade total de estocagem de 950 t de minério em suspensão.

## Fracionamento por Centrifugação

A polpa desareada estocada nos tanques é enviada a centrifugas primarias (Foto 1.9.1.4.1-1). Previamente a centrifugação, a polpa é peneirada em peneira horizontal com abertura de 0,8 mm de forma a retirar impurezas grosseiras como matéria orgânica etc. deletérias aos processos subsequentes.

As centrifugas são equipamentos de descarga contínua que face às elevadas forças centrífugas em que operam (acima de 3.000 g), permitem separações granulométricas acuradas, em frações menores e maiores de 2 micra com grande eficiência. Eventualmente poderá ser utilizado um estágio de desbaste (*Rougher*) e outro *Scavenger*.

Nesta etapa é realizada a separação granulométrica do caulim de alta qualidade mais fino (tipo *High Gloss*), daquele Tipo 1 e 2, daquele de qualidade inferior.



Foto 1.9.1.4.1-1 - Imagem ilustrativa de um espessador.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

Dimensionamento da centrifugação – serão utilizadas centrifugas tipo *decanter* Andritz D4L ou similar com capacidades de 28 m<sup>3</sup>/h cada sendo dimensionado para as fases 1, 2 e 3 respectivamente 2,4 e 8 unidades.

Estudos deverão ser feitos junto a fornecedores de centrifugas de outros fabricantes e modelos, podendo-se trabalhar com marcas e modelos diferentes como por exemplo,

centrifugas verticais da Alfa-Laval. A decisão será puramente econômica, visto que os resultados sobre o produto e impactos são similares.

Os produtos da centrifugação serão:

- Fino – com 98% <math>2\mu</math> - produto que seguirá para a separação magnética e alveamento de forma a produzir o produto de maior valor agregado (*High Gloss* com alvura ISO >85%).
- Grosso – com 60% <math>2\mu</math> - produto de mais baixo valor agregado, utilizado principalmente como *filler* (Tipo 1 e 2) e que será enviado para secagem no *spray dryer*, e ensacamento em *big bags* de 1 a 2 toneladas.

### **Classificação Granulométrica**

Os materiais finos produzidos na etapa anterior, antes da etapa de separação magnética serão classificados em peneiras vibratórias circulares com abertura de 44  $\mu$  de forma remover partículas acima desta dimensão e que são remetidas ao fluxo dos grossos.

### **Separação Magnética**

Os produtos finos oriundos da centrifugação são enviados para separação magnética, etapa em que é realizada a separação dos contaminantes magnéticos como minerais de ferro e de titânio existentes no minério de caulim. Além de aumentar a alvura do produto, esta operação também tem importante função de diminuir a quantidade destes constituintes para a etapa de alveamento químico e, conseqüentemente, o consumo de reagentes naquela etapa.

Hoje são utilizados separadores magnéticos criogênicos (tipo Cryofilter da Carpc/Outotec ou similar) de alta densidade (com intensidade do campo magnético de até 50 k Gauss), com baixo consumo de energia (Foto 1.9.1.4.1-2). Estes equipamentos funcionam a úmido, e o caulim é alimentado na forma de polpa.



Foto 1.9.1.4.1-2 - Imagem ilustrativa de um setor de separação magnética criogênica.  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

São utilizados separadores magnéticos no produto mais fino dos fracionamentos granulométricos (fração mais fina do caulim) por centrifugação. A fração mais grosseira oriunda da centrifugação não será submetida à separação magnética.

A fração magnética será enviada para a bacia de rejeitos.

Este equipamento terá capacidade de 160 m<sup>3</sup>/h ou 60 t/h de alimentação. Nesta etapa há um aumento de 0,8% na alvura ISO em relação à alimentação desta etapa.

### **Alvejamento Químico**

A polpa de caulim não magnética é então transferida a 1 tanque de 1.000 m<sup>3</sup>. Esta etapa cobre o processo químico final. Constitui o processo de lixiviação ácida/redução em tanques agitados nos qual é finalizada a extração de impurezas remanescentes na polpa de caulim já fracionada centrifugamente e após separação magnética. Estas impurezas são principalmente constituídas de minerais de ferro e titânio que não foram completamente retirados nas etapas precedentes, principalmente de separação magnética.

No alvejamento químico são utilizados reagentes como o ácido sulfúrico para correção do pH (para pH=5) sendo a redução realizada pelo hidrosulfito de sódio de forma a solubilizar os compostos ferrosos sendo a lixiviação realizada em tanques com revestimento vítreo ou porcelana. O tempo de residência é de 3 h sendo executado em uma serie de tanques de diâmetro

e altura de 4 m, sendo dimensionados para as fases 1,2 e 3 o número de 2, 4 e oito destes tanques.

## Filtragem

Após a operação de alvejamento, a polpa é filtrada de forma a remover os reagentes químicos utilizados por filtragem em filtro prensa convencional. Neste processo é utilizado sulfato de alumínio como agente floculante que auxilia no processo de filtração. Neste processo serão utilizados filtros prensa com área total de filtragem de 22 m<sup>2</sup> (Fase 1) e passando a polpa de 30 para 60% de sólidos.

Será utilizado na Fase 1, um filtro prensa de placa 800 mm x 22 placas, na Fase 2, dois filtros e na Fase 3, quatro filtros.



Foto 1.9.1.4.1-3 - Exemplo de filtro prensa automatizado.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

Durante a etapa de desenvolvimento do projeto executivo será discutido a utilização de sistema de filtragem de tambor rotativo a vácuo em substituição ao processo de filtragem prensa. Para tanto iremos deixar descrito esse processo:

A filtragem rotativa é composta dos seguintes sistemas: Vácuo, Alimentação de polpa, Tambor (filter drum), Redispersão da torta, Rolo de descarga, Elemento filtrante (pano de filtro) e filtrado onde o líquido filtrado é conduzido para as lagoas de contenção, onde ocorre a

precipitação das partículas em suspensão. A torta produzida nesses filtros, com % sólidos entre 55 a 58%, é redispersa com o auxílio de químicos estáveis (Poliacrilato de sódio e Carbonato de sódio), o suficiente para manter as características de dispersibilidade da polpa.



Foto 1.9.1.4.1-4 - Exemplo de filtragem a tambor de vácuo.  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

## Dispersão

A torta oriunda da filtragem é re-dispersa de forma a possibilitar a atomização (aspersão sob pressão na câmara de secagem) para secagem no *spray dryer*. Neste processo são utilizados dois tanques com agitação severa, auxiliado por agentes dispersantes como o poliacrilato de sódio. Para o controle do pH é utilizada soda cáustica sendo o caulim redisperso a 40% de sólidos e enviado a uma peneira com abertura de 44  $\mu$ . O *undersize* da peneira é conduzido a um tanque sendo então conduzido ao *spray dryer*.

Em caso da utilização de filtragem a tambor de vácuo (filtragem rotativa) e também para se operar a filtragem prensa em condições de maior produtividade (filtrando com teor menor de sólidos finais), faz-se interessante a operação de evaporação através de evaporadores industriais.

## Evaporação

A torta extraída dos filtros de tambor e/ou prensa é redispersa em um tanque com agitação. Para auxiliar a dispersão da torta, são adicionados poliacrilato e carbonato, ambos de sódio. A polpa segue para um evaporador contínuo, que eleva a concentração de sólidos para 68 a 72%.

Após o processo de evaporação, a polpa segue para dois tanques e em seguida, alimenta uma peneira com abertura de 44  $\mu\text{m}$ , de modo a remover resíduos orgânicos.



Foto 1.9.1.4.1-5 - Evaporador de simples estágio industrial.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

## Secagem em Spray Dryer ou Scott Dryer

Nesta etapa o produto final que for comercializado na forma a granel (*bulk*) ou em *big bags* de 1 ou 2 toneladas, é seco em secadores a gás (ou óleo combustível) que diminui sua umidade para próximo a 6%. O produto está pronto para o embarque final.

Existem vários tipos de sistemas de secagem dentre os quais:

- Spray dryers – consumo de 1.470 BTU/lb H<sub>2</sub>O (alimentação com 60% p/p).
- Scott dryers – consumo de 2.400 BTU/lb H<sub>2</sub>O (alimentação com 82% p/p).

Nem todo produto final será direcionado às instalações de secagem, em função do mercado a suprir, poderá o produto ser enviado na forma de polpa.



Foto 1.9.1.4.1-6 - Visão de um spray dryer industrial.  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

### **Armazenamento e Enchimento de Big Bags**

Após a secagem, o caulim seco será enviado ao conjunto de galpões ou silos construídos em concreto com capacidade de até 20.000 toneladas e respectivas instalações automatizadas para enchimento dos “big bags”. Os big bags serão daí armazenados para expedição em containers. A Figura 1.9.1.4.1-1 ilustra um exemplo de instalações para armazenamento de caulim beneficiado e embalado em “big bags”.



Figura 1.9.1.4.1-1 - (a) Caulim beneficiado armazenado e (b) Caulim beneficiado embalado em “big bags”  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

A Localização da Usina de Processamento está detalhada no Item 1.5.

EQUIPAMENTO	CARACTERISTICAS	QUANT.
Galpão de estocagem	Galpão em construção pré-moldada coberto com lona resistente e área equivalente de 2.000 m <sup>2</sup> cada.	2
Sistema de desagregação tipo britador	Sistema de conjunto de moega alimentadora acoplada a britador tipo facas com acionamento motorizado com motor de 50CV.	1
Sistema de queima para geração de gás quente	Câmara de combustão de GN com dimensões de 2m <sup>3</sup> com controle de vazão de ar de queima e sistema de queimador tipo atomizador com capacidade para gerar energia térmica de 2,5 MW/h	1
Moagem horizontal	Sistema de moagem de bolas composto de alimentador tipo correia e sistema de despoejamento por filtro mangas com acoplamento e motor de 300CV.	1
Sistema de ciclonagem	Sistema contendo ciclone vertical com Diâmetro 1,8m x Altura 10,8m x Largura 2,1m.	1
Armazém para envase de containers	Armazém com área de 1.000 m <sup>2</sup> com capacidade para estocagem e envase de containers.	1
Silo com alimentador de sapatas	Silo com 80 m <sup>3</sup> e alimentador de sapatas com largura de 1000 mm, vel.9 m/min, tipo 6000x1000 com motor - 10 CV	2
Blunger primário	Tanque misturador com 30 m <sup>3</sup> e agitador com potência de 20 CV e 200 RPM	4
Peneira vibratória	Horizontal com área de 8,0 m <sup>2</sup> (6'x14') e motor de 20 CV	4
Tanque agitado	Tanque com volume de 80 m <sup>3</sup> e agitador de 12,5 CV e 30 RPM	2
Hidroclonagem primaria	Hidrociclone 250CVX10 ou similar	16
Bomba de polpa hidrociclonagem primária	6 x 4" com pot.50 CV x 280 m <sup>3</sup> /h x 28 m, para alimentação da hidrociclonagem	4
Peneira desaguadora	Horizontal com área de 8,0 m <sup>2</sup> (6'x14') e motor de 20 CV	1
Transportador de correia	Tipo móvel/radial com 70 m de comprimento e 30" com motor de 50 CV	1
Espessador	Diâmetro 30 m	2
Bomba de polpa hidrociclonagem secundária	Tipo Warman ou similar 6 x 4" com pot.50 CV x 280 m <sup>3</sup> /h x 28 m, para alimentação da hidrociclonagem	4
Hidrociclonagem secundaria	Hidrociclone 250CVX10 ou similar	16
Blunger secundário	Tanque misturador com 30 m <sup>3</sup> e agitador com potência de 20 CV e 200 RPM	2
Tanques de estocagem	Tanque agitado com capacidade de 1.000 m <sup>3</sup> , 20 RPM, 10 CV	4
Mineroduto para polpa desareada	2,0 km x 6", com bomba 6x4" x 50 CV	2
Centrifuga	Tipo Decanter, Mod. Andritz D4L ou similar	8
Peneira vibratória	Tipo circular com abertura de 44 µ, 2 m <sup>2</sup> de área, motor 5 CV	2
Separador magnético	Criogenico tipo Cryofilter da Carpco/Outotec, de alta intensidade do campo magnético – 50 kGauss	2
Tanque de estocagem	Com capacidade de 1.000 m <sup>3</sup> , 20 RPM, 10 CV	4
Tanque de alvejamento	Capacidade de 50 m <sup>3</sup> revestidos em vidro ou cerâmica	6
Filtro	Tipo prensa ou similar com área de filtragem de 22 m <sup>2</sup> x 7 bar	4
Tanque misturador	Com capacidade de 30 m <sup>3</sup> , agitador de 100 RPM e potência de 20 CV	4
Bombas de polpa	Bombas de uso variado para transferência de polpa	8
Evaporador	Com capacidade para evaporação de 20 ton/hora de água ou produção de 80 ton/h de caulim em base seca	1
Spray dryer	Com capacidade de secagem de 14.000 MBTU/mês, dotado de sistema de controle ambiental	2
Sistema de ensacamento	Sistema de enchimento de big bags de 1 e 2 toneladas com capacidade de 50 t/h	2

Quadro 1.9.1.4.1-1 - Lista de Principais Equipamentos de Processo (via seco e úmido).

Fonte: KALAMAZON, 2015.

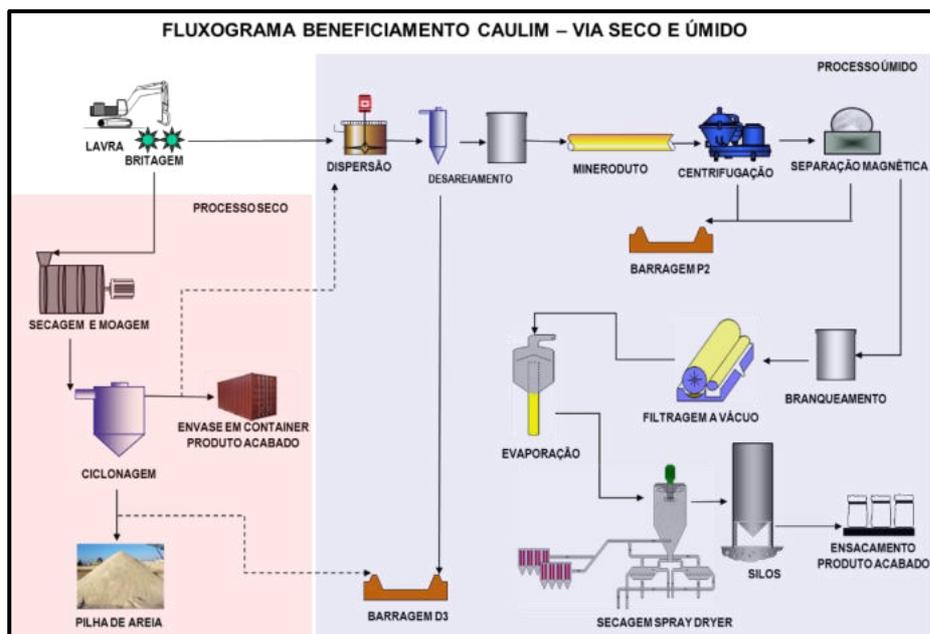


Gráfico 1.9.1.4.1-1 - Fluxograma do processo, especificando os equipamentos, as entradas e as saídas (pontos de geração dos produtos, resíduos, efluentes e emissões).

Conforme registrado, o empreendimento constará das etapas de lavra, beneficiamento, processamento e, finalmente embarque de caulim. Elas são apresentadas no fluxograma geral a seguir (Gráfico 1.9.1.4.1-2), e detalhadas nos próximos itens.

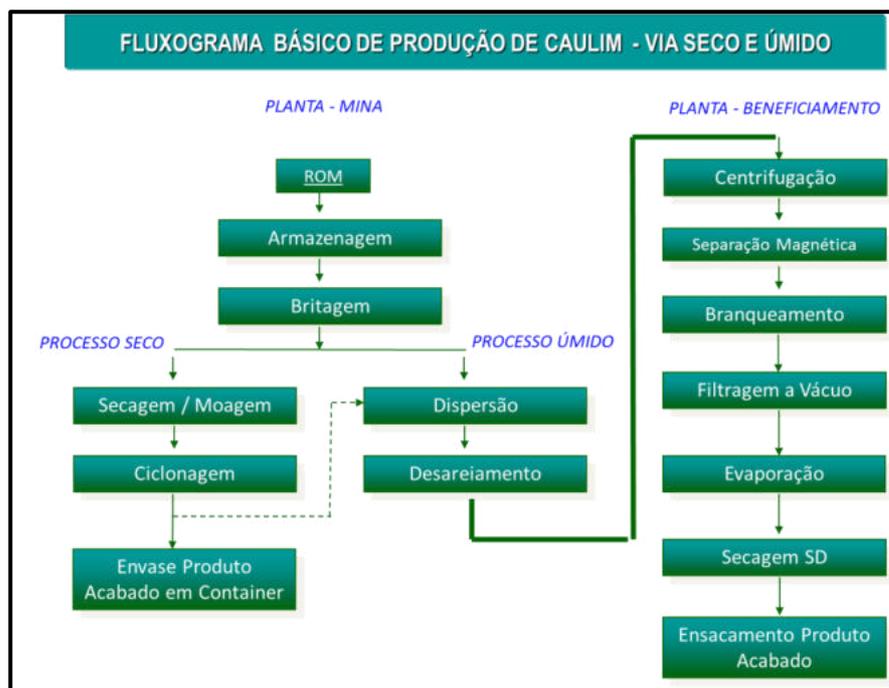


Gráfico 1.9.1.4.1-2 - Fluxograma esquemático das operações de lavra, beneficiamento, bombeamento e secagem do caulim.

Fonte: KALAMAZON 2015.

## **1.9.1.5 Barragens de Rejeitos e Estéreis**

### **1.9.1.5.1 Barragens de Contenção de Rejeitos**

#### **1.9.1.5.1.1 Introdução**

Este estudo tem por objetivo definir as características necessárias e premissas do projeto das barragens do empreendimento, destinadas a deposição de materiais provenientes de remoção de superfícies e solos não aproveitados como minério na fase de extração da lavra e de rejeitos provenientes dos processos de desareamento e posterior beneficiamento do caulim.

A deposição dos rejeitos de processo de desareamento e caulim sem valor comercial, oriundo do processo de beneficiamento, será feito em barragens de decantação, onde o material sólido ficará depositado na bacia da barragem e a fração líquida será reaproveitada ou tratada para devolução ao meio ambiente.

Fato importante é que nos primeiros anos de operação do projeto, a utilização das barragens será expressivamente reduzida, não sendo necessária a construção da barragem de rejeito do beneficiamento, o que será executado em uma segunda etapa do empreendimento, visto que o início das operações se dará através do produto intermediário seco, que terá como rejeito apenas a areia do processo de desareamento. O processo de beneficiamento a **úmido** e a **seco** está descrito no Volume 2, Item 1.9.

Todavia, tendo em vista as duas etapas de produção – produção a seco e produção a úmido - este Item descreve as condições das barragens para recebimento de rejeitos de ambos os processos.

#### **1.9.1.5.1.2 Definições**

##### **Barragem de Rejeito**

Uma barragem de rejeito é uma estrutura de terra construída para armazenar resíduos de mineração, os quais são definidos como a fração estéril produzida pelo beneficiamento de

minérios, em um processo mecânico e/ou químico que divide o mineral bruto em concentrado e rejeito.

## **Rejeito**

O rejeito é um material que não possui maior valor econômico, mas, para salvaguardas ambientais, deve ser devidamente armazenado. As características dos rejeitos variam de acordo com o tipo de mineral e de seu tratamento em planta (beneficiamento). Podem ser finos, compostos de siltes e argilas, depositados sob forma de lama, ou formados por materiais não plásticos, (areias) que apresentam granulometria mais grossa e são denominados rejeitos granulares (ESPÓSITO, 2000). Os rejeitos de granulometria mais grossa são altamente permeáveis, apresentando boa resistência ao cisalhamento, enquanto os rejeitos finos, inferior a 0,074mm (lamas), apresentam elevada plasticidade e compressibilidade, sendo de difícil sedimentação.

De acordo com Chammas (1989) o rejeito em forma de polpa passa por três etapas de comportamento:

- Comportamento de lâmina líquida, apresentando flocculação das partículas mais finas;
- Processo de sedimentação, com comportamento semilíquido e semi-viscoso; e
- Processo de adensamento, com características de comportamento de um solo.

O rejeito não é propriamente um solo, mas para fins geotécnicos seu comportamento é considerado como de um solo com baixa resistência ao cisalhamento.

### **1.9.1.5.1.3 Bacias Hidrográficas das Áreas de Influência e Localização e Características do Sítio dos Barramentos.**

#### **1.9.1.5.1.3.1 Bacias Hidrográficas das Áreas de Influência**

A descrição e localização das bacias hidrográficas das áreas de influência encontra-se no Volume 2, Itens 4.1.5.1.2 e 4.1.5.4.1

### **1.9.1.5.1.3.2 Localização e Características do Sítio dos Barramentos.**

#### **Localização**

Conforme definido na NBR 13028 - norma para elaboração e apresentação de projeto de disposição de rejeitos de beneficiamento - para barramento em mineração, o local de implantação deve ser escolhido evitando-se:

- a) áreas de preservação permanente e unidades de conservação;
- b) áreas com vegetação nativa exuberante;
- c) áreas com solos férteis;
- d) áreas a montante de captação de água para abastecimento público e atividades agrícolas, caso o rejeito seja quimicamente ativo; e
- e) áreas a montante, com captação de água para abastecimento público.

A escolha da localização deve basear-se nos critérios de proximidade do sistema de beneficiamento e áreas lavradas e priorizar áreas degradadas, sendo inseridas nos limites legais do empreendimento e situar-se em locais de nível inferior ao sistema de beneficiamento. Na Figura 1.9.1.5.1.3.2-1 - é apresentado exemplo de localização de uma bacia de rejeitos, seu respectivo barramento e proximidade à planta de desareamento.



Figura 1.9.1.5.1.3.2-1 - Exemplo de localização de uma bacia de rejeitos.  
Fonte: Kalamazon, 2016.

Na Figura 1.9.1.5.1.3.2-2 e Figura 1.9.1.5.1.3.2-3 pode-se observar a aplicação dos critérios indicados. Nelas estão identificadas as localizações das barragens para o empreendimento mineral Caulim/Kalamazon. Na **ADA 1**, a barragem denominada P02 é destinada à deposição de rejeitos provenientes da planta de beneficiamento e a barragem D03 é destinada aos rejeitos originados do desareamento do minério, enquanto a pilha W14 receberá materiais estéreis (cobertura removida). A pilha denominada W-Beto – ADA 2, constante da Figura 1.9.1.5.1.3.2-3, é destinada à deposição de estéreis gerados na **ADA 2**.

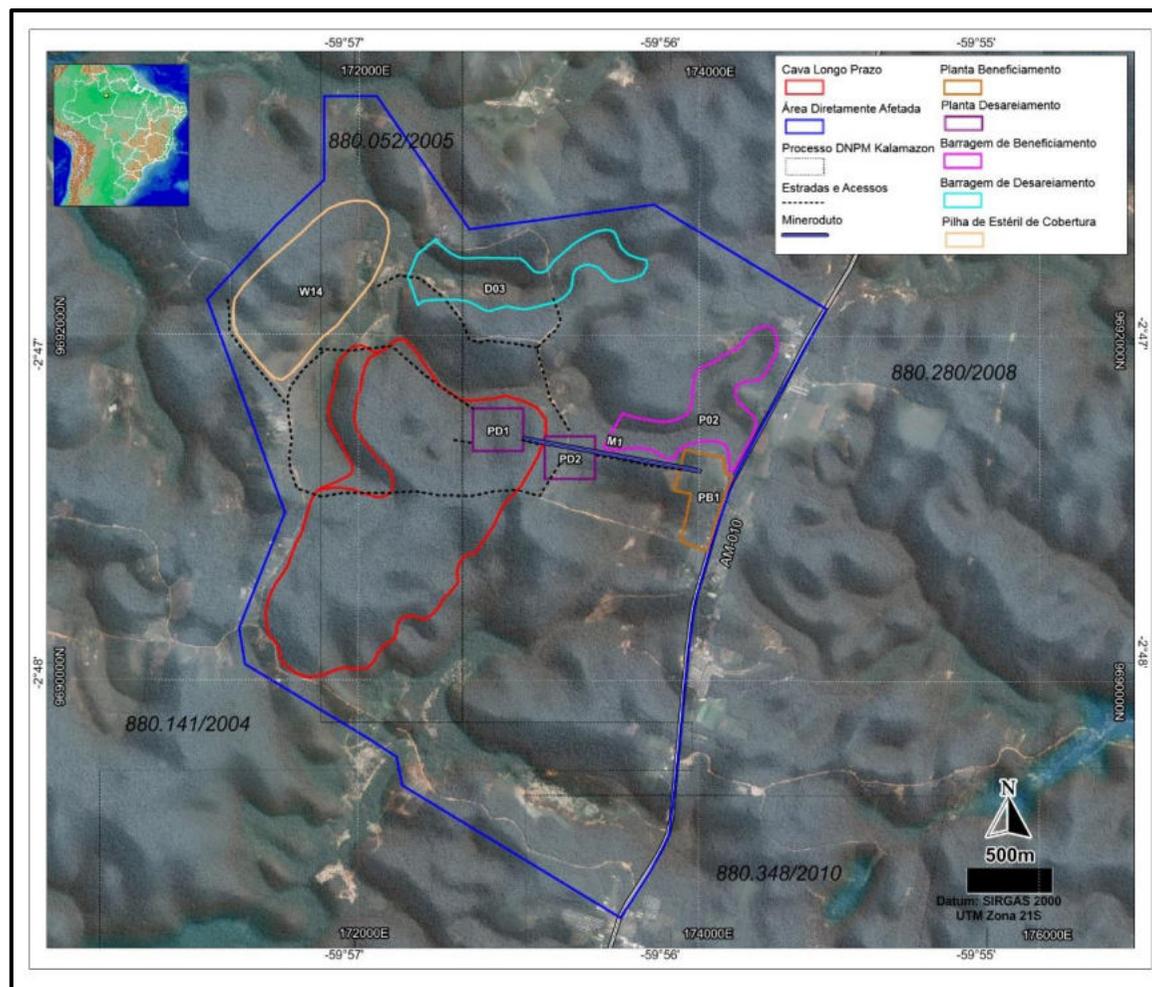


Figura 1.9.1.5.1.3.2-2 - localização das barragens e pilha da ADA 1 para o empreendimento mineral Kalamazon.  
 Fonte: KALAMAZON, 2016.



Figura 1.9.1.5.1.3.2-3 - localização da pilha da ADA 2 para o empreendimento mineral Kalamazon  
Fonte: KALAMAZON, 2016.

As localizações escolhidas, além das premissas técnicas do empreendimento, observaram os parâmetros descritos anteriormente, obtendo assim um mínimo impacto possível nas áreas de atuação das ADA em estudo.

As áreas das barragens e pilhas situam-se no município de Manaus/AM (Folha SA-21-Y-A-IV) estando seu centro situado a cerca de 25 km da confluência das rodovias AM-010 e BR-174 e localizada entre essas duas rodovias.

O acesso à **ADA 1** (DNPM 880.141/2004, 880.052/2005 e 880.280/2008) pode ser feito a partir de Manaus, seguindo-se pela rodovia AM-010 no sentido Rio Preto da Eva, onde, nos Km 41 ou 43, converte-se para oeste em uma estrada vicinal até atingir os limites sul/leste da área (Figura 1.9.1.5.1.3.2-4). Já para acessar a **ADA 2** (DNPM 880.096/2004) segue-se pela AM-010 até o 53 km e a partir desse ponto converte-se para oeste na estrada vicinal ZF-01A, conforme a Figura 1.9.1.5.1.3.2-5.

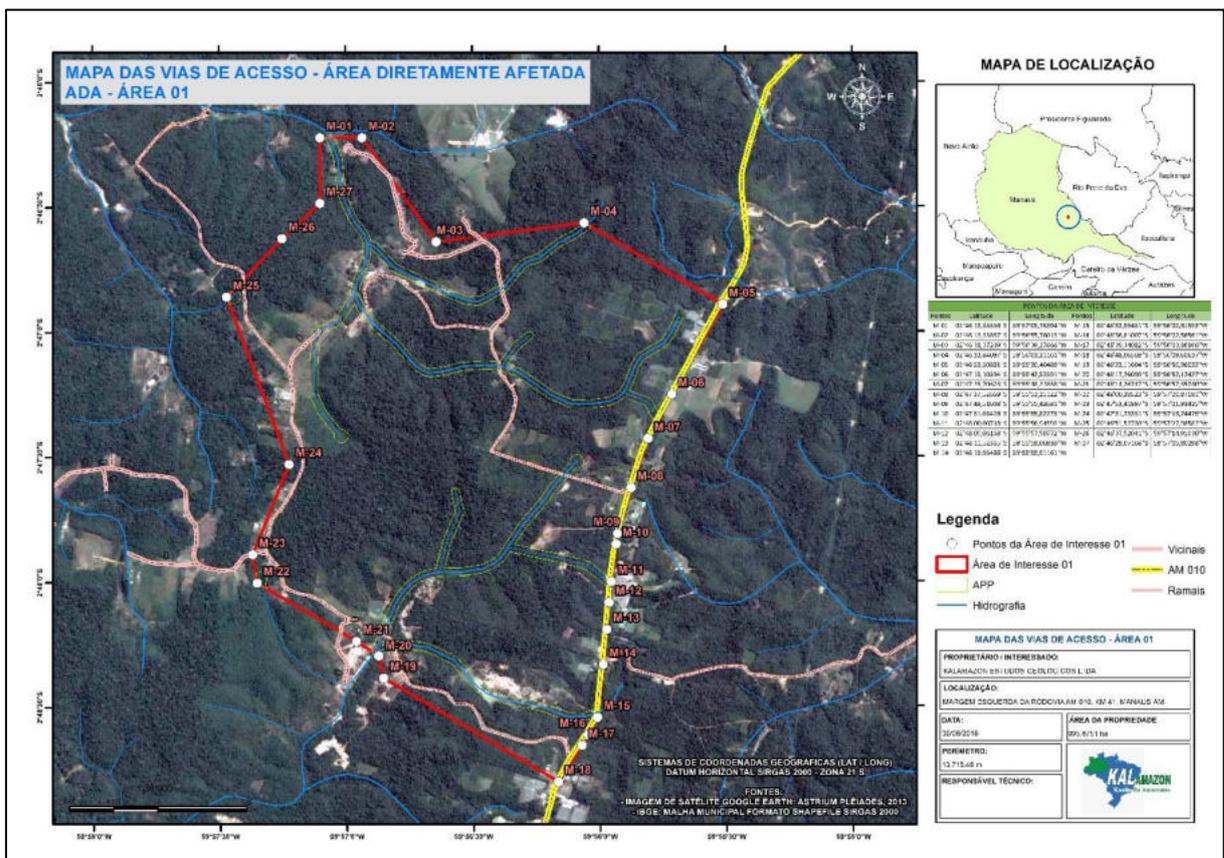


Figura 1.9.1.5.1.3.2-4 - Acessos à Área 1 – Ramal do Areal, km 41 e ramal da União Km 43 da Am-010.  
Fonte: KALAMAZON, 2016.

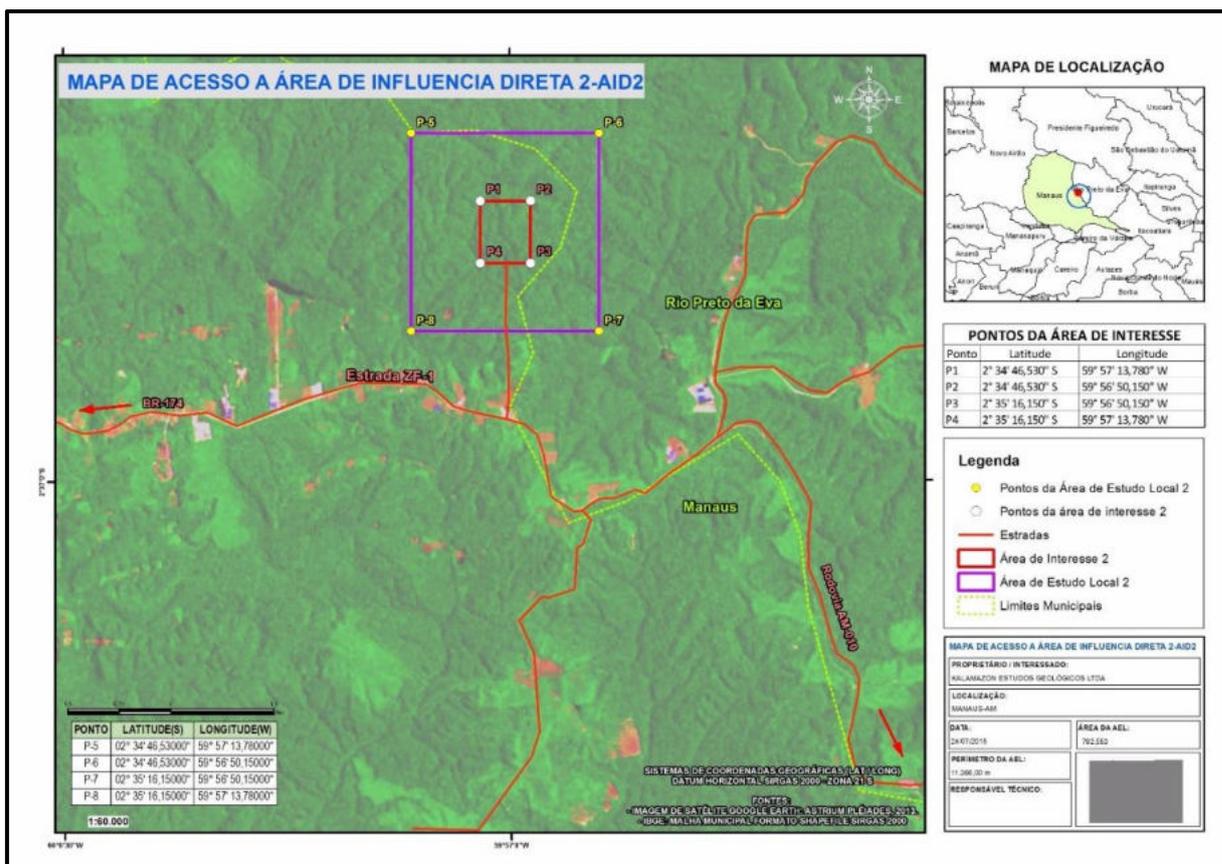


Figura 1.9.1.5.1.3.2-5 - Acesso à ADA 2 – Km 53 Rodovia AM-010/Estrada ZF1A.

Fonte: KALAMAZON, 2016.

### Características do Sítio dos Barramentos.

A topografia das áreas apresenta-se relativamente movimentada com altitudes variando entre 70 e 140 metros e declividades de até 12% (considerada de moderada a forte).

Do ponto de vista geomorfológico a área está situada entre duas regiões distintas, sendo ao sul caracterizada por um relevo dissecado de topo tabular, com densidade de drenagem fina e fraco aprofundamento das incisões e na sua porção norte com relevo dissecado de topo convexo, com média densidade de drenagem e médio aprofundamento de incisões.

Os solos na região foram inicialmente catalogados como latossolo amarelo com textura muito argilosa na porção norte e argilosa na sua porção sul.

O contexto sob ponto de vista fito-ecológico dessas áreas, encontram-se descritas no Volume 3, Capítulo 4.2, Item 4.2.3.

Um parâmetro importante, e que foi centro das decisões para definição das barragens, é o conhecido igarapé do Leão e sua área de influência, que, apesar de apresentar melhores áreas para implantação das barragens, decidiu-se não as utilizar, locando as barragens em outras áreas menos sensíveis, visando preservação desse importante curso d'água.

### 1.9.1.5.2 Premissas e Critérios para a Construção das Barragens

De acordo com as Deliberações Normativas COPAM nº 62/2002 e 87/2005, o potencial de risco de danos ambientais a que estão sujeitas as barragens de contenção de rejeitos estão associados a dois critérios técnicos relacionados às características das estruturas e a três critérios ambientais, são eles respectivamente:

- Altura da barragem - H;
- Volume do reservatório - Vr;
- Ocupação humana a jusante da barragem;
- Interesse ambiental a jusante da barragem;
- Instalações na área a jusante.

Cada um desses critérios recebe uma pontuação (V), que varia de zero a quatro, dependendo das características da barragem, conforme apresentado no Quadro 1.9.1.5.2.1.

Altura da barragem-H (m)	Volume do reservatório Vr (x106 m3)	Ocupação humana a jusante	Interesse ambiental a jusante	Instalações na área de jusante
H < 15 V=0	Vr < 0,5 V=0	Inexistente V=0	Pouco significativo V=0	Inexistente V=0
15 ≤ H ≤ 30 V=1	0,5 ≤ Vr ≤ 5,0 V=1	Eventual V=2	Significativo V=1	Baixa concentração V=1
H > 30 V=2	Vr > 5,0 V=2	Existente V=3	Elevado V=3	Alta concentração V=2
-	-	Grande V=4	-	-

Quadro 1.9.1.5.2-1 - Critérios para classificação de barragens.

Fonte: Deliberação Normativa COPAM nº 87/2005.

Considerando-se o somatório dos valores (V) dos parâmetros de classificação, Quadro 1.9.1.5.2-1, as barragens são classificadas quanto ao potencial de dano ambiental em três categorias:

Baixo potencial de dano ambiental - Classe I, quando o somatório dos valores for menor ou igual a dois ( $V \leq 2$ );

Médio potencial de dano ambiental - Classe II, quando o somatório dos valores for maior que dois e menor ou igual a cinco ( $2 < V \leq 5$ );

Alto potencial de dano ambiental - Classe III, quando o somatório dos valores for maior que cinco ( $V > 5$ ).

Para as barragens do empreendimento temos a seguinte pontuação em análise preliminar:

Barragem	Altura da barragem- H (m)	Volume do reservatório Vr (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Ocupação humana a jusante	Interesse ambiental a jusante	Instalações na área de jusante	Somatório de V
D3	H = 30 V=1	Vr = 4,14 V=1	Existente V=3	Significativo V=1	Baixa concentração V=1	7
P2	H = 10 V=0	Vr = 1,86 V=1	Existente V=3	Significativo V=1	Baixa concentração V=1	6

Quadro 1.9.1.5.2-2 - Pontuação para classificação de barragens.

Fonte: KALAMAZON, 2016.

De acordo com a classificação proposta e após análise dos parâmetros de classificação, conclui-se que a classificação das barragens do empreendimento (D3 = 7 e P2 = 6) enquadram-se no: Alto potencial de dano ambiental - Classe III.

Os valores de pontuação, serão aferidos para terem suas confirmações nas etapas subsequentes do projeto executivo, onde está sendo avaliado a execução inicial da planta de desareamento a seco, o que reduzirá consideravelmente a utilização das barragens nos primeiros anos de operação do empreendimento.

Em um cenário evolutivo do empreendimento teremos duas etapas de utilização para as barragens, de acordo com o disposto no Item 1.9.1.1 sobre as fases do empreendimento.

Vale lembrar, porém, que a primeira etapa compreende a fase inicial do empreendimento onde, será produzido um produto com seu processamento mais simplificado, sendo apenas a etapa de desareamento, utilizando-se do processo a seco destinado a obter um produto intermediário com granulometria mais grossa. Esse processo produz como rejeito apenas a areia seca, que pode ser destinada à área da barragem, porém em forma de empilhamento, sem a necessidade de construção massiva do barramento, ou ainda, ser destinada à comercialização e/ou para utilização em outros setores produtivos.

Na fase subsequente do empreendimento, onde se terá a segunda etapa das barragens, serão finalizadas as instalações de beneficiamento a úmido, momento em que haverá o rejeito arenoso em via úmida e o rejeito do beneficiamento também em via úmida. Nessa etapa, será confeccionado de forma definitiva as barragens D3 e P2, com seus barramentos completos.

#### **1º Etapa (Processo a Seco):**

- Deposição de areia seca na área de barragem D3 sem a necessidade de construção do barramento inicialmente;
- Desenvolvimento da pilha de estéril e capeamento removidos da área de lavra. Pilha W14 e pilha W-Beto.

#### **2º Etapa (Processo a Úmido):**

- Construção do barramento da barragem D3, para passar a receber a areia na forma em polpa bombeada;
- Construção da barragem P2, com seu barramento definitivo para recebimento do rejeito da planta de beneficiamento em forma de lama.

### **1.9.1.5.3 Estudos Hidrológicos e Hidráulicos**

Os estudos hidrológicos, são um aspecto extremamente importante para a construção de uma barragem, devido a sua importância quanto ao dimensionamento adequado e as condições de segurança, visando impedir/mitigar possíveis rompimentos do barramento. Também visa avaliar os aspectos ambientais, buscando minimizar os possíveis impactos no meio ambiente.

De acordo com a literatura vigente (NBR13028), os elementos de fundamental importância para o projeto das barragens, relativos a hidrologia e hidráulica, são descritos abaixo:

a) Características fisiográficas (morfologia, geologia, pedologia e rede hidrográfica), climáticas e cobertura vegetal, bem como a forma de ocupação da bacia hidrográfica própria do aproveitamento;

b) Distribuição estatística da precipitação anual e das precipitações mensais sobre a área da bacia hidrográfica do aproveitamento, utilizando os registros disponíveis;

c) Distribuição estatística das precipitações extremas sobre a bacia hidrográfica, com duração associada ao tempo de concentração;

d) Escoamentos integrais anuais e mensais afluentes à seção da barragem;

e) Vazões instantâneas máximas anuais ou, na falta destas, usar vazões diárias máximas anuais;

f) Registros adicionais sobre vazões de cheia (informação histórica), incluindo tais como, marcas de cheia, testemunhos verbais e registros escritos;

g) Valores dos parâmetros caracterizadores da qualidade da água e inventário de fontes poluidoras;

### **Análise de Situações de Transbordo das Barragens**

Quando se analisa a contribuição das águas que entrarão nas barragens e que por ventura possam a vir se tornar em transbordo para os cursos d'água existentes (igarapés) na ADA 1, deve-se considerar os seguintes aspectos visando o estabelecimento de medidas preventivas, atenuantes e de segurança.

### **Barragem D3**

Para a barragem D3, haverá a contribuição de água vinda do processo de desareamento, bem como as águas provenientes de chuvas, que serão direcionados para ela em função da drenagem natural do terreno. Essa drenagem, bem como o volume oriundo do processo de desareamento, serão utilizados para o processo de desareamento em circuito fechado reduzindo assim consideravelmente a necessidade de água explotada, como foi visto no Item 1.9.1.4.5.4 (Rejeitos) deste Capítulo.

Considera-se uma reutilização de 70% de toda a água inicialmente explotada no referido item, em função dos processos de percolação e evaporação naturais que ocorrem, mas acredita-se que nos períodos de maiores chuvas o reaproveitamento das águas dessa barragem possa suprir 100% da demanda do processo zerando a necessidade de exploração de água como previsto. Teremos então, momentos de exploração 0% e momentos de exploração 30% do volume total necessário para as operações.

Vale ressaltar que a barragem D3 por essa natureza de reaproveitamento total dos volumes de água gerados pelo desareamento, bem como das drenagens superficiais das chuvas, não vai gerar transbordo ao longo de sua vida útil, tendo a ocorrência de transbordo apenas quando de sua desativação, o por ocorrência de chuvas já também no final de sua vida útil.

Para efeito de contribuição aos volumes hoje ocorrentes nos corpos receptores, a barragem D3 jamais irá afetar ou influenciar, visto, o total reuso dos volumes gerados pelo processo e da maior parte dos volumes provenientes das chuvas. Raciocínio baseado no fato de que os volumes provenientes das chuvas já fazem parte do ciclo de vazão dos corpos receptores tal como existem hoje.

### **Barragem P2**

Para a barragem P2, tem-se análise análoga ao explicitado para a barragem D3, com exceção do reaproveitamento dos volumes provenientes do processo de beneficiamento.

Entende-se que os volumes de drenagem de chuva que venham a se acumular na barragem, bem como os volumes oriundos do processo de beneficiamento irão sofrer os processos de percolação e evaporação naturais e que o excedente será transbordado pela barragem visto que não há interesse, inicialmente, na reutilização desse volume de água por

questões inerentes ao processo de beneficiamento. Água essa que será equalizada e posteriormente lançado ao curso de água natural de acordo com a norma CONAMA para tal.

Avalia-se a utilização do ponto P4 (ver Volume 2, Capítulo 4.1, item 4.1.5.1.2 Hidrologia das Áreas de Estudo) como melhor ponto para o lançamento após o devido tratamento, por se tratar de ponto como boa capacidade de recebimento e localização geográfica em relação a barragem.

Quando da análise do volume de transbordo já em regime e excluindo-se as contribuições dos volumes pluviais, por se tratarem de condições já existentes ao curso d'água, entende-se que a vazão oriunda exclusivamente do processo de beneficiamento não possui potencial para alteração do corpo do curso d'água, entendendo-se por outro lado, que trará certa redução na variabilidade de nível do curso hoje existente devido aos períodos de estiagem.

De acordo com os dados levantados de vazão para o ponto P4 que fica no Igarapé 2ª ordem - ramal da União (ADA), identificou-se uma vazão de 1.288,84 m³/h demonstrando boa capacidade para recebimento do transbordo da barragem P2 que possui volumes esperados bem inferiores ao atual do igarapé conforme apresentado no quadro abaixo.

Tabela 1.9.1.5.3-1 - Vazões de transbordo para a barragem P2 nas fases do empreendimento

Estação geradora	Vazão de transbordo da barragem P2 oriundo do processo de beneficiamento em m³/h			
	150 Kton	300 Kton	500 Kton	600 Kton
Centrifugação	12,30	24,60	41,10	49,30
Separador Magnético	1,10	2,20	3,70	4,40
Filtragem	18,90	37,80	63,10	75,70
<b>TOTAL</b>	<b>32,30</b>	<b>64,60</b>	<b>107,90</b>	<b>129,40</b>

Fonte: KALAMAZON, 2016.

Ressalta-se que a contribuição de volume para esse ponto oriundo da barragem P2 levará alguns anos para iniciar seu transbordo pela natureza da barragem e que ao longo de sua vida útil, serão feitos estudos de avaliação para redução ou reutilização desses volumes que são importantes para o empreendimento não só do ponto de vista ambiental como também, técnico-operacional.

No conteúdo que versa sobre Hidrologia da área de influência do empreendimento, tratado neste EIA, Volume 2, Item 4.1.5.1, foram estudados e definidos os principais aspectos que serviram de base nas definições iniciais para a elaboração do estudo conceitual das barragens. As informações apontadas no Item 4.1.5.1 serão também utilizadas para a elaboração do projeto executivo das barragens.

#### **1.9.1.5.4 Estudos Geológicos-Geotécnicos**

Para a elaboração do projeto executivo devem ser executados furos de sondagens à percussão, com execução de ensaios SPT (Standard Penetration Test), cujos resultados devem ser anexados ao relatório de projeto.

Assim sendo, os parâmetros geotécnicos adotados para as análises de estabilidades são frutos das sondagens à percussão realizadas e de ensaios de laboratório realizados com os materiais de capeamento e caulíníficos, visando ainda o projeto de estabilidade dos taludes da cava da mina, havendo de modo geral uma subestimação destes parâmetros, devido à insegurança gerada pela heterogeneidade dos materiais

Alguns pontos de observação para as definições da construção das barragens em relação aos seus aspectos relevantes quanto a segurança é citada por Facchinetti, Roberto em seu trabalho. Como:

- A indevida caracterização dos materiais tanto das fundações como daqueles constituintes da barragem pode ser um risco fundamental para o projeto.

- A não identificação prévia de solos dispersivos, colapsíveis, expansivos, moles, bem como dos coeficientes de permeabilidade e dos parâmetros de resistência, ou de sua reatividade potencial, também podem pôr em risco a segurança da obra.

- Um inadequado entendimento do modelo Geológico-Geotécnico da fundação também é um perigo no projeto

Essas observações juntamente com ensaios SPT (Standard Penetration Test), serão executados durante o projeto executivo das barragens para garantir o atendimento de todos os parâmetros construtivos, evitando-se assim, riscos desnecessários no projeto.

## **1.9.1.5.5 Dados do Projeto - Recomendações para os Projetos de Barragens**

### **1.9.1.5.5.1 Fundação**

Para as fundações das barragens será avaliado se o material da base, o terreno natural, possui material orgânico ou solo pouco resistente. Caso haja, esse material será removido e substituído usando material apropriado, obtido da área de empréstimo (cobertura de mina). A remoção será feita usando-se equipamentos para terraplenagem visando deixar o terreno preparado para receber o material adequado a construção do barramento.

#### **1.9.1.5.5.1.1 Construção dos Aterros**

O início da colocação dos aterros deve ser precedido de inspeção pormenorizada da superfície de fundação, por técnicos devidamente habilitados, o qual deve permitir a autorização do início da colocação do aterro ou indicar as necessárias medidas corretivas e validá-la em nova inspeção.

Durante a execução dos aterros deve ser observado que:

- A colocação de qualquer camada seja precedida da aprovação das condições de compactação da camada anterior, e de inspeção prévia, quando se tenha verificado uma interrupção dos trabalhos;
- Se a colocação de qualquer camada tiver sido autorizada com base em resultados provisórios de ensaios expeditos da camada anterior, esses resultados devem ser validados pelos ensaios especificados, sendo da responsabilidade da empreiteira a remoção da camada ou camadas subsequentes, caso os resultados dos ensaios especificados não validem os resultados provisórios;
- Toda a área da fundação em contato direto com o núcleo da barragem deve ser objeto de cuidados especiais, de modo a se conseguir a selagem de eventuais fraturas ou o preenchimento de eventuais cavidades, garantindo-se, assim, uma interface adequada.
- No caso da utilização de solos argilosos em aterros adjacentes a encontros rochosos ou a estruturas hidráulicas de concreto, deve ser utilizada a sua fração mais fina e plástica e o seu teor de umidade de compactação deve estar do lado úmido, relativamente ao ótimo, determinado de acordo com as especificações técnicas;

- Em situações em que o aterro é argiloso e muito úmido, é conveniente, na medida do possível, colocar as camadas do aterro com espessura reduzida e de forma não contínua, para permitir uma melhor secagem, visando reduzir o excesso de poropressão que poderia ocorrer;
- É fundamental adotar programas de trabalho que permitam contatos inclinados de aterros de idades diferentes; esses contatos devem ser alvo de cuidados especiais, podendo envolver o corte da parte da superfície do talude já construído, com menor grau de compactação, como via de regra, e a execução de bermas estabilizadoras no talude, cortado à medida que o novo aterro vai sendo construído; outra medida para evitar assentamentos diferenciais e fissuração, em especial no caso de aterros argilosos, será definir uma faixa de contato na qual o aterro seja colocado do lado úmido relativamente ao ótimo;
- As camadas de aterro deverão desenvolver-se, em qualquer circunstância, paralelamente ao eixo longitudinal da barragem;
- Os percursos dos equipamentos sobre o aterro devem evitar a criação de comportamentos e caminhos de percolação preferenciais, no sentido montante jusante, e ter alinhamentos variados, para não criar áreas diferenciadas;
- Relativamente às camadas de filtro tipo chaminé, recomenda-se que sejam colocadas de forma antecipada, relativamente às camadas adjacentes do aterro, de modo a evitar a sua contaminação.

#### **1.9.1.5.5.1.2 Preparação da Superfície de Fundação**

- A superfície de contato aterro/fundação deve ser objeto de adequados trabalhos de regularização e limpeza, uma vez executadas as escavações, trabalhos considerados indispensáveis para a boa execução e arranque dos aterros.
- As fundações, nascentes ou cursos d'água durante a realização dos trabalhos de escavação, deve proceder-se ao seu tratamento com filtros adequados e drenos, com a capacidade necessária para que as subpressões sejam sempre inferiores às pressões totais dos aterros sobrejacentes, cuidados especiais na área de contato do aterro com a fundação.
- Em terrenos que sofrem rápida deterioração, quando em contato com o ar, a remoção da última camada de cobertura da fundação deve ser feita por áreas pouco extensas, rapidamente cobertas e confinadas pelos aterros sobrejacentes ou por uma camada pouco espessa de concreto de limpeza, que não deve estar exposto durante muito tempo.

- Toda a fundação da barragem deve ser objeto de cuidadoso mapeamento geológico-geotécnico, incluindo peças escritas e desenhos. Esse mapeamento deve ser executado em escala adequada sobre uma planta de escavações, de modo a permitir a fácil identificação das características geológico-geotécnicas da fundação, e nele devem constar:
- A litologia;
- A ocorrência de vazios, fissuras, porosidade, canaliculos, etc.;
- A ocorrência de feições diversas, tais como a xistosidade, fraturas, dobras, falhas, etc., caracterizadas pela direção e mergulho;
- A presença de veios, materiais de preenchimento, estrias de fricção, etc.;
- A ocorrência de surgências (com vazão aproximada), áreas saturadas, artesianismos (com a devida pressão), etc.;
- A caracterização geotécnica da fundação;

Como principais atividades para o preparo da fundação será executado:

- a) Remoção dos solos pouco consistentes e saturados e conformação da superfície para receber os tapetes drenantes;
- b) Limpeza dos taludes naturais nas ombreiras e de jusante da barragem com remoção de camada de solo vegetal;
- c) Escavação dos “cut-offs” das ombreiras;
- d) Utilização do latossolo já retirado a cada orgânica garantindo o grau mínimo de compactação de 50 vezes;
- e) Construir a base do talude de barramento obedecendo as relações onde a base deve ter de 2 a 3 vezes a altura total do barramento desconsiderando a largura da crista (coroamento) do maciço.

A Figura 1.9.1.5.5.1.2-1 ilustra a construção dos aterros, respectivamente de uma barragem homogênea e zonada.



Figura 1.9.1.5.5.1.2-1 - Aterro homogêneo. Operações de escarificação e de compactação.  
Fonte: KALAMAZON, 2016.

#### **1.9.1.5.5.2 Materiais de Construção:**

As barragens serão do tipo *Barragem de terra*, construídas com aterros compactados.

O material a ser utilizado na construção das barragens e nas pilhas de estéreis será proveniente do material removido da mesma área onde será a cava, antes de começar a lavrar o minério, chamaremos também esta área de *Área de empréstimo*. O material em questão é um latossolo (LS), ver Figura 1.9.1.5.5.2-1, camada com 9 m de espessura média, que fica acima da camada de minério a ser explorada. Este material tem características adequadas para ser utilizado para tal finalidade, devido a sua formação de latossolo clássico, sendo uma argila com baixo teor de areia (<1%) e com presença de compostos lateríticos, porém faz-se necessária execução de sondagens de determinação de resistência in loco tipo SPT para confirmação das características de compactação e resistência do mesmo.

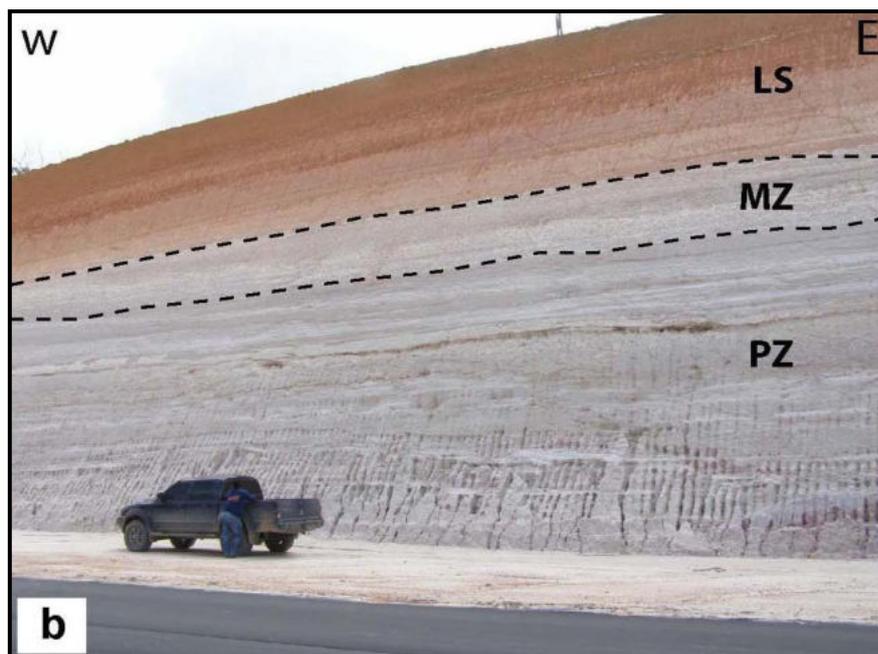


Figura 1.9.1.5.5.2-1 - Latossolo, característico da Área de Influência.  
Fonte: KALAMAZON, 2015.

### 1.9.1.5.5.3 Fundo das barragens

Os fundos das barragens de rejeitos não serão revestidos por nenhum material específico, uma vez que as bacias receberão rejeito composto de areia seca na primeira etapa de sua utilização e posteriormente areia e/ou caulim em água na segunda etapa, sem materiais ou químicos agressivos ao solo natural.

Como existe cursos d'água (igarapés) no interior do local de barragem e pilha, será previsto um colchão drenante composto de brita ou material igualmente resistente e permeável (laterita como exemplo) não comprometendo as fundações quanto á resistência e estabilidade, visto serem igarapés de pequeno porte e que não exigem maiores cuidados quanto a preservação das barragens e seus barramentos. Também será avaliado a incorporação dos igarapés ao volume de água a ser recuperado para o reuso nas plantas de desareamento e beneficiamento, o que deve ser executado a montante das barragens. Para tanto serão estudadas as alternativas conjuntas de colchão drenante e sistema de reuso da água proveniente dos igarapés nos projetos executivos dessa obra.

Também vale lembrar que os igarapés afetados são três pequenos cursos d'água de primeira ordem com baixíssimas vazões, que não irão prejudicar de forma significativa a vazão

do igarapé no qual deságua, já que este possui outros contribuintes. O Volume 2, Capítulo 4.1, Item 4.1.5.1, traz mais detalhes sobre esses cursos d'água.

#### **1.9.1.5.5.4 Caracterização dos Rejeitos**

Para as barragens em questão, haverá dois tipos de rejeitos que serão lançados em sua barragem específica:

##### **1.9.1.5.5.4.1 Rejeito do desareamento – Barragem D3:**

###### **Etapa 1:**

Na primeira etapa de utilização da barragem, o rejeito gerado será composto apenas de areia seca contendo partículas de granulometria grossa (acima de 44  $\mu\text{m}$ ) em suas frações de areia fina, média e grossa com traços de caulim não disperso a seco que possui comportamento e características de areia. Nessa etapa não há a adição de químicos no processo e seus rejeitos.

###### **Etapa 2:**

Rejeito predominantemente composto por partículas de granulometria grossa (acima de 44  $\mu\text{m}$ ), sendo quase na sua totalidade areia com traços de caulim não disperso que possui comportamento e características de areia (percentual inferior 1%). Esse rejeito apresenta partículas nas frações de areia fina, média e grossa. O rejeito é proveniente do beneficiamento do minério de caulim na etapa de desareamento, sendo bombeado para a barragem com teor de sólidos normalmente inferior a 40% com densidade entre 1,300 a 1,400  $\text{g}/\text{cm}^3$ , sendo o pH entre 6,5 a 8 contendo: Hexametáfosfato e/ou poliacrilato de sódio, NaOH e/ou barrilha.

As implicações ambientais e os devidos tratamentos desse rejeito são abordados e descritos no Volume 1, Item 1.16.1 que trata dos efluentes gerados.

#### **1.9.1.5.5.4.2 Rejeitos do Beneficiamento – Barragem P2:**

##### **Etapa 1:**

Para a etapa 1 de operação não haverá a geração de rejeito para a barragem P2.

##### **Etapa 2:**

Rejeito na forma de efluente líquido composto de água e caulim com densidade entre 1,400 a 1,450 g/cm<sup>3</sup>, percentual de sólidos entorno de 40% e pH entre 6,5 a 8,0 contendo: Hexametáfosfato de sódio e/ou Poliacrilato de sódio, NaOH e/ou barrilha. Trata-se de um rejeito fino ou ‘lama’ caracterizado por conter basicamente frações granulométricas correspondentes a silte e argila exibindo características de plasticidade, com baixos valores de IP.

As implicações ambientais e os devidos tratamentos desse rejeito são abordados e descritos no Volume 1, Item 1.16.1 que trata dos efluentes gerados.

#### **1.9.1.5.5.5 Descrição dos Barramentos**

##### **1.9.1.5.5.5.1 Elevação**

A crista do barramento da bacia de rejeitos P02 terá largura de 6m, comprimento de 180m e sua elevação máxima na cota +105m em relação ao nível médio do mar e sua base será na elevação de cota +95m, totalizando 10m de altura de barramento.

A crista do barramento da bacia de rejeitos D03 terá largura de 6m, comprimento de 400m e sua elevação na cota +100m em relação ao nível médio do mar e sua base será na elevação de cota +70m, totalizando 30m de altura de barramento.

##### **1.9.1.5.5.5.2 Maciço das Barragens**

O talude da barragem deverá atender condições de segurança no cálculo de dimensionamento, observando o fator de segurança mínimo. Neste cálculo devem ser

consideradas diferentes situações combinadas de ruptura global ou local do maciço, regime de operação, fluxo de água, linha freática e tensões efetivas.

Barragens podem ser construídas de uma só vez ou em etapas, chamadas de alteamentos, onde a barragem já em operação tem sua capacidade acrescida por meio de elevação do barramento, aumentando a vida útil da barragem.

Na

Figura 1.9.1.5.5.2-1 -, são apresentados os tipos de alteamento de acordo com a forma construtiva. O alteamento a jusante é o mais seguro entre os três, pois toda a estrutura que suporta os esforços é composta de aterro compactado que se sobrepõe ao aterro original reforçando o mesmo e garantindo assim melhor reforço as tensões de cisalhamento exercido pelo rejeito depositado. O menos seguro é o alteamento a montante, pois, os alteamentos subsequentes são conformados sobre a camada de rejeito já depositado o que oferece maiores riscos devido à natureza ainda não totalmente estável do rejeito. Para a utilização dos métodos a montante, deve-se garantir uma série de parâmetros de estabilidade para o rejeito em questão. Trata-se também do modelo mais barato.

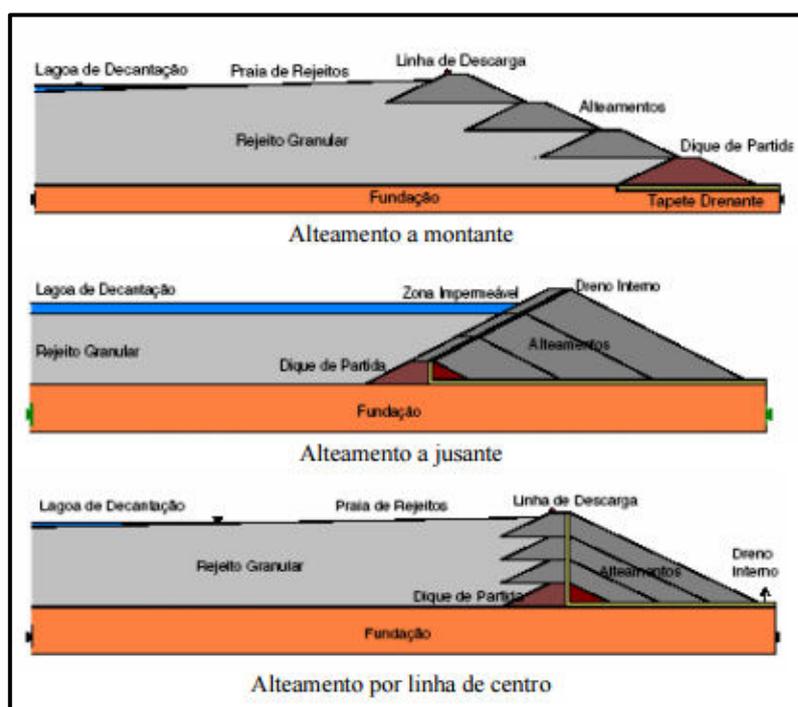


Figura 1.9.1.5.5.2-1 - Métodos de alteamento de barragens.

Fonte: ARAÚJO, 2006.

Para as barragens do empreendimento será utilizado o método de jusante, visando uma maior segurança dos barramentos e usando-se a disponibilidade de material de latossolo abundante, que será removido do capeamento da jazida de caulim.

### **1.9.1.5.5.3 Drenagem Superficial**

Esta seção se refere aos estudos hidrológicos e hidráulicos para dimensionamento das estruturas de drenagem superficial da pilha de estéril denominada W14 e das barragens de rejeito denominadas P02 e D03, inseridas na **ADA 1** e pilha de estéril W-Beto **ADA 2**, inserida na **ADA 2**.

Os estudos apresentados objetivam a determinação das vazões afluentes e efluentes, com base nas características das respectivas áreas de contribuição e das chuvas intensas da região, as quais permitem a determinação das capacidades de coleta e condução dos dispositivos de drenagem superficial, de modo a verificar o adequado dimensionamento destas estruturas.

A drenagem superficial é projetada de forma a ser executada à medida que a pilha se eleva, utilizando materiais geossintéticos com gabiões e materiais naturais, como enrocamentos e coberturas lateríticas, que são materiais estéreis a serem lavrados na mina. Estes materiais se incorporam à natureza local de forma muito mais adequada que outros materiais, facilitando as providências de desativação futura do empreendimento.

Embora os acidentes em barragens estejam associados à saturação generalizada de taludes e encostas, são potencializados pela concentração de águas pluviais. A drenagem superficial se faz pelas linhas d'água naturais e pelo sistema formal construído em harmonia com as feições do relevo para permitir o efetivo escoamento das águas. Todo o sistema precisa ser dimensionado em função das vazões e do potencial hidráulico, definido pela declividade.

O sistema de drenagem superficial é composto por elementos de micro drenagem através de canaletas de borda, de base de talude, canaletas de descida desaguando em uma bacia coletora para decantação de sedimentos e ao meio ambiente aos cursos d'água existentes.

O talude necessita ser revestido por cobertura vegetal tipo grama ou capim para facilitar o escoamento das águas e umidade à superfície do talude. Com a conformação de vegetação

rasteira no talude, pode-se evitar que as águas das chuvas procurem caminhos preferenciais durante seu trajeto evitando assim, a formação de erosão que pode comprometer a estabilidade do talude ou o excesso de água em um único ponto (encharcamento do talude) que poderia provocar seu desmoronamento.

### 1.9.1.5.5.3.1 Dados Pluviométricos

As áreas de contribuição são divididas em função da seção exutória e do tipo de cobertura superficial.

Área de contribuição pluviométrica:

Para a bacia P02 a área de contribuição é de 480.000 m<sup>2</sup> (0,48 km<sup>2</sup>); e

Para a bacia D03 a área de contribuição é de 730.000 m<sup>2</sup> (0,73 km<sup>2</sup>).

Os dados de área de contribuição pluviométrica foram obtidos através de triangulação da análise das curvas de nível e topografia do terreno do local da construção das barragens como pode ser visto representado na Figura 1.9.1.5.5.3.1-1.

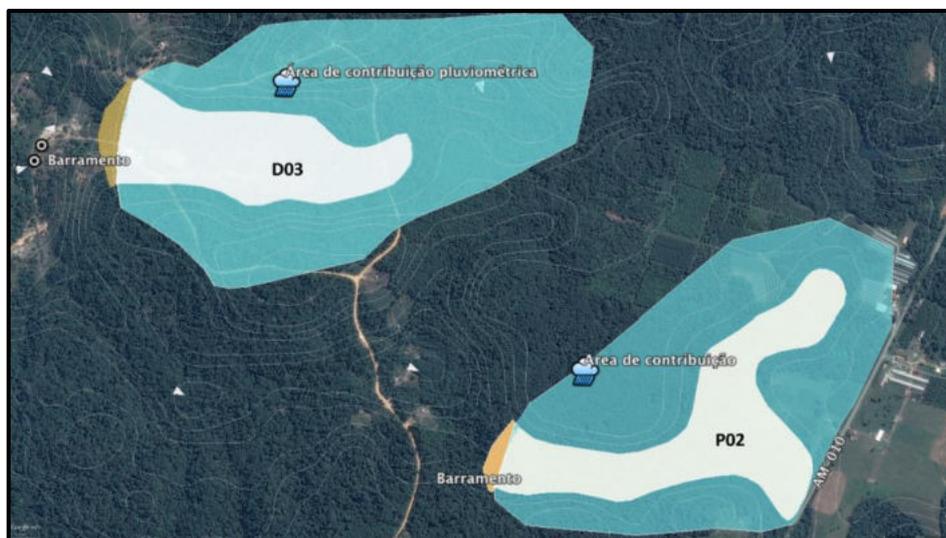


Figura 1.9.1.5.5.3.1-1 - Área de contribuição pluviométrica para as barragens D3 e P2. Fonte Kalamazon.

### 1.9.1.5.5.3.2 Vazão de Projeto

A vazão de projeto é calculada com base no Método Racional, o mais difundido método de determinação de vazões de pico para bacias com áreas de drenagem inferiores a 2 km<sup>2</sup>.

O Método Racional consiste no cálculo da vazão máxima de uma cheia de projeto por uma expressão que relaciona o valor desta vazão com a área de contribuição e a intensidade da precipitação.

No estabelecimento do valor da vazão máxima pelo Método Racional admite-se que a precipitação sobre a área é constante e uniformemente distribuída.

Como a intensidade da precipitação decresce com o aumento da duração, a vazão máxima resulta de uma precipitação com duração igual ao tempo de concentração da bacia.

Tem-se dessa forma:  $Q = 0,278CiA$

Onde:

$Q$  = Vazão de drenagem (m<sup>3</sup>/s);  $C$  = coeficiente de escoamento superficial;  $i$  = intensidade da chuva (mm/h);  $A$  = área de contribuição (km<sup>2</sup>).

A intensidade da precipitação  $i$  depende do local, da estação do ano, das condições atmosféricas e de vários outros fatores. Sua avaliação é feita através de análise estatística das chuvas históricas no local, considerando o tempo de recorrência, a duração da chuva e o tempo de concentração da bacia. Para Manaus, pode-se considerar uma intensidade de chuva diária concentrada de 155mm, que equivale à máxima precipitação da série histórica registrada desde 1962, com fonte na base de dados do INMET.

As vazões de chuvas são consideradas para o adequado dimensionamento das canaletas de drenagem superficial, da altura da borda livre de segurança, que é a diferença entre o nível do canal extravasor de emergência e do nível do limite máximo de operação do reservatório da barragem. Também são consideradas para dimensionar os extravasores de serviço e de emergência que compõem o sistema operacional das barragens.

Para as barragens D3 e P2, segue o racional do cálculo para as vazões de projeto:

Tabela 1.9.1.5.5.3.2-1 - determinação da vazão de projeto para as barragens D3 e P2.

Barragem	$0,278.C^*$	$i$	$A$	$Q$ (m <sup>3</sup> /s)
D3	0,1668	155	0,73	18,9
P2			0,48	12,5

\*  $C= 0,60$  para solos argilosos com declividade entre 10 e 30%.

As vazões correspondem a máxima vazão registrada para a máxima precipitação ocorrida desde 1962. Número que será levado em conta para os projetos executivos das barragens.

### 1.9.1.5.5.3.3 Drenagem Interna da Pilha

Deve ser prevista a drenagem interna da pilha, composta por tapete drenante de material laterítico, ou material com equivalente percolação, com a finalidade de escoar a água que penetra no maciço aliviando as pressões internas geradas pela infiltração.

Ver exemplo de construção de um tapete drenante na figura abaixo.



Figura 1.9.1.5.5.3.3-1 - Tapete drenante em construção utilizando pedras calcárias.

Fonte: Grupo Ápia, 2016.

A Figura 1.9.1.5.5.3.3-2 mostra a composição de uma pilha com a conformação de seu tapete drenante já executado e com a pilha em plena formação. Mais uma vez, é importante

lembrar que a função do tapete drenante é dar escoamento as águas que por ventura venham a penetrar no maciço da pilha percolando pelo corpo de toda a estrutura até o fundo da pilha. Esse escoamento de drenagem interna se faz necessário para evitar danos estruturais ao maciço da pilha de estéril.



Figura 1.9.1.5.5.3.3-2 - Demonstração de uma pilha sendo feita sobre seu tapete drenante.  
Fonte: NUNES, 2014.

#### **1.9.1.5.5.3.4 Drenagem Superficial Pilha**

A drenagem superficial da pilha será composta de descidas d'água construídas nos taludes e de canais periféricos. Além disso, a drenagem das bermas se dará sobre revestimento em solo laterítico compactado que, com declividades transversais e longitudinais adequadas, conduzirão as águas para as descidas d'água ou canais periféricos.

#### **1.9.1.5.5.3.5 Drenagem da Plataforma Final da pilha**

A plataforma final da pilha tem inclinação que conduz as águas de escoamento superficial à coletores de drenagem. As áreas adjacentes aos coletores de drenagem têm declividade geral mínima de 0,5%. Os coletores são canais em forma triangular com normalmente com largura de 5m e laterais de inclinação suave, sendo o revestimento em solo laterítico compactado.

#### 1.9.1.5.5.4 Drenagem dos Canais nas Bermas

As bermas são revestidas com material laterítico compactado. A inclinação transversal da berma forma com o talude um canal triangular, que concentra o fluxo na parte interna da berma, coletando e conduzindo as vazões em direção às descidas d'água principais ou canal lateral de drenagem.

#### 1.9.1.5.5.5 Proteção dos Taludes

Como condicionante para o projeto, consideram-se que os taludes da pilha e barragens serão revestidos com emprego de espécimes rasteiras e/ou arbustivas, por meio de plantio manual, hidrossemeadura ou, ainda, por métodos artificiais de fixação (biomantas), à medida que atingem sua geometria final. Impede-se, assim, a desagregação de sólidos, mesmo no período enquanto os revestimentos não estejam ainda consolidados.

#### 1.9.1.5.5.6 Sistema Extravasador

O dimensionamento das obras de descarga de águas deverá considerar a hidrologia local e regional, além de garantir a ausência de transbordamento ou galgamento (overtopping), situação está que, fatalmente, provoca a destruição total do barramento. Uma ilustração esquemática das formas de entrada e saída d'água do reservatório estão sumarizadas na Figura 1.9.1.5.5.6-1.

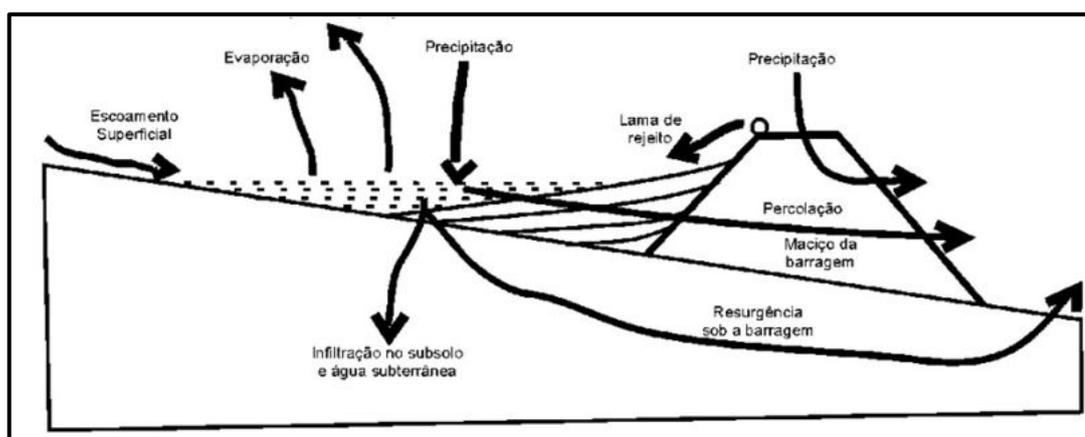


Figura 1.9.1.5.5.6-1 - Principais formas de entrada e saída d'água em reservatórios.

Fonte: DOWN & STOCKS, 1977.

As águas que alimentam o reservatório poderão ser removidas por um sistema extravasor, considerado o elemento de segurança que deve ser utilizado apenas em condições excepcionais. As obras que compõem o sistema extravasor são dispendiosas. Portanto, no seu arranjo estrutural e/ou projeto, deve-se considerar as dimensões da barragem e reservatório, as situações emergenciais, até mesmo os progressivos alteamentos durante a vida útil do barramento.

Para o empreendimento como se pretende reaproveitar toda a água que entrará nas barragens retornando para o processo produtivo, recomenda-se um sistema extravasor do tipo pontão para reutilização de toda a água em conjunto com sistema sifão para descarregar a água excedente, caso seja necessário em situação de emergência, mantendo-se o nível d'água desejado no reservatório.

#### **1.9.1.5.5.6.1 Sistema Pontão**

Este sistema torna-se atrativo quando se busca recuperar água para sua reutilização na usina de beneficiamento. O retorno da água é feito com auxílio de um flutuante (balsa) sobre o qual são montadas bombas d'água. A vantagem deste sistema reside na possibilidade de deslocamento do pontão para locais do reservatório nos quais a água encontra-se mais limpa, evitando locais em que a sedimentação dos sólidos em suspensão ainda não se completou. Além disso, permite a fácil recirculação da água com baixo custo pela usina, pois o sistema mantém a água do reservatório a uma distância considerável do corpo da barragem (teoricamente mais permeável). A maior desvantagem deste sistema reside na possibilidade de falhas no funcionamento das bombas e no alto custo de manutenção associado a esses equipamentos. O desenho do sistema que emprega pontão está esquematizado na Figura 1.9.1.5.5.2-1.

#### **1.9.1.5.5.6.2 Sistema Sifão**

O uso de sifões temporários ou permanentes, à semelhança do pontão, permite a passagem da água sobre a crista da barragem até o pé da jusante. Tal sistema, que opera com tubulação de aço, cimento-amianto, mangotes ou outros materiais, está limitado a áreas nas quais há águas limpas, para evitar sucção de materiais depositados ou o entupimento da tubulação. O sifonamento da água está sujeito a cavitação, quando as pressões são muito baixas, o que condiciona seu emprego em barragens, nas quais a diferença de nível entre montante

(reservatório) e jusante não ultrapasse 6 m. O procedimento pode ainda causar erosão no dique próximo ao ponto de sucção. Este processo extravasor preconiza uma vigilância permanente, assegurando que o sistema de sifonamento trabalhe a contento. Na Figura 1.9.1.5.5.5.6.2-1, encontra-se um desenho esquemático deste tipo de extravasor.

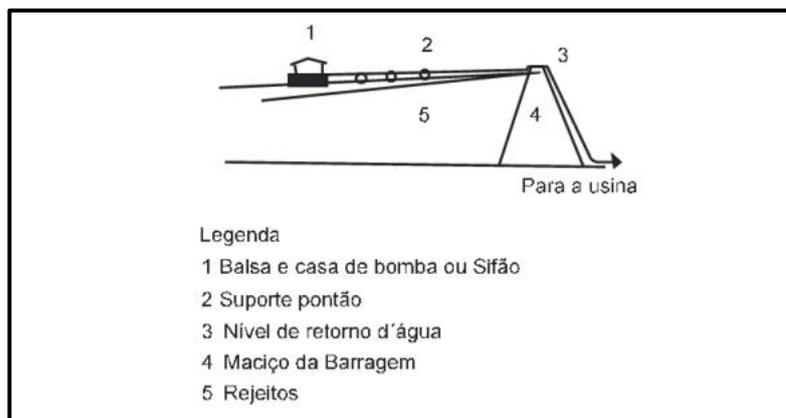


Figura 1.9.1.5.5.5.6.2-1 - Extravasores tipo pontão e sifão.

Fonte: VICK, 1983.

Ainda se pretende instalar um extravasor de emergência devendo ser, do mesmo, modo dimensionado para atender a vazão gerada por chuvas intensas. Trata-se de um canal em concreto construído a partir da crista do barramento, com nível 1,5 m abaixo do nível da crista, de seção perpendicular trapezoidal e com extensão que direcione o curso de água. Como o próprio nome sugere é para casos de emergência, por exemplo, quando o extravasor de serviço não der vazão suficiente, portanto não é normalmente utilizado, sinais de vazão de água pelo canal de emergência devem ser imediatamente avaliados.

### 1.9.1.5.5.5.7 Vida Útil das Barragens e Pilhas

Tabela 1.9.1.5.5.5.7-1 – Vida útil das barragens e pilhas

Estrutura	Tipo estrutura	Área total impactada (m <sup>2</sup> )	Capacidade da estrutura (m <sup>3</sup> )	Altura do maciço (m)	Vida útil (anos)
W14	Pilha	538.754	12.000.644	NA	16,9
W-Beto	Pilha	108.200	3.200.000	NA	46,2
D3	Barragem	331.000	4.141.022	30	9,4
P2	Barragem	300.000	1.863.000	12	24,6

Fonte: KALAMAZON, 2015.

### **1.9.1.5.6 Lagoa de Decantação**

Para as barragens será previsto a confecção de lagoas de decantação objetivando a segurança do tratamento das águas residuárias para serem vertidas ao meio ambiente.

Ressalte-se que as águas provenientes da drenagem das chuvas na mina, da pilha de estéril W14 e da barragem D3 estão sendo consideradas para reaproveitamento total no processo de dispersão. Portanto, a lagoa de decantação será principalmente para a barragem P2, que possui água com menor interesse para reaproveitamento no processo devido a presença de ferro que é um contaminante do processo.

Ressalta-se também que as águas residuárias, mesmo no caso da P2 (barragem de beneficiamento) não apresentam riscos ao corpo receptor em termos de sua qualidade e que a lagoa de decantação se trata mais de um reforço para eventuais sinistros da barragem principal servindo de processo mitigador intermediário entre possíveis extravazão e o meio ambiente diretamente.

Serão observados os mesmos critérios hidrológicos e geotécnicos para a construção da lagoa de decantação que contará com instrumental para equalização das águas residuárias.

#### **1.9.1.5.6.1 Instrumentação de Controle**

Os níveis de poro-pressão da fundação da pilha e dos maciços das barragens serão monitorados por piezômetros (PZ's) instalados na região de disposição de estéreis.

O monitoramento do nível d'água no interior da pilha e dos maciços das barragens se dará através de indicadores de nível d'água (INA's) posicionados na região do tapete drenante.

#### **1.9.1.5.6.2 Inspeções Visuais Periódicas**

Após construídas as barragens e pilhas, periodicamente, todo o sistema, constituído pelos seus componentes, tais como ombreiras, taludes de montante e de jusante, drenagem superficial, sistema extravasor e outros elementos julgados importantes como qualidade da água etc., deverá estar sujeito a inspeções visuais periódicas à ser executado pela equipe técnica responsável da empresa Kalamazon (empreendedor).

Nas inspeções deverão ser observados os seguintes itens, além de outros julgados convenientes:

- O estado de conservação da vegetação de proteção dos taludes do maciço e das ombreiras. A existência de regiões saturadas ou surgências de água ao longo do talude de jusante e nas ombreiras. Poderão ser detectadas, visualmente, pela coloração diferenciada e intensidade da vegetação;
- A existência de erosões superficiais (ravinamentos) nos taludes, ombreiras etc., provocadas pelo efeito das ondas no reservatório ou por eventos chuvosos;
- A existência de trincas, deslizamentos e depressões na crista, taludes e ombreiras;
- A existência de movimentos de massa ao longo da bacia de contribuição do reservatório;
- A existência de vegetação invasiva ou de outros elementos estranhos à bacia de acumulação da barragem;
- A existência de obstruções, assoreamento e trincas, em canaletas de drenagem pluvial, caixas de passagem e estruturas de descida d'água;
- A existência de erosões no contato das canaletas de drenagem com o terreno de apoio;
- O estado de conservação e operação do sistema extravasor de serviço, verificando a tubulação e as estruturas de apoio em concreto; e
- Na inspeção do canal extravasor caberá verificar seu estado de conservação geral, a existência de erosões nos taludes, obstáculos ou depressões ao longo de seu curso.

As inspeções externas poderão ser executadas pelos órgãos competentes de acordo com legislação e cronograma específico dos órgãos. Está sujeito o empreendimento a receber essas inspeções dos órgãos ambientais competentes e do DNPM, quando esses julgarem necessário.

#### **1.9.1.5.6.2.1 Frequência das Inspeções**

As inspeções visuais deverão ser realizadas mensalmente como boa prática para o monitoramento regular das estruturas, com maior ênfase antes e após os períodos chuvosos. Adicionalmente, pode-se proceder à inspeção após eventos notáveis de precipitação pluviométrica, tanto com relação à intensidade quanto à duração e em situações anômalas.

Para as inspeções externas deverá ser seguido o disposto na lei N° 12.334, de 20 de setembro de 2010, em seu artigo 9º, que atribuiu aos órgãos fiscalizadores a competência para

definir a periodicidade, a qualificação da equipe técnica responsável, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento das inspeções de segurança regulares e especiais e os empreendedores, seguindo a referida Lei, ficaram obrigados a realizar as inspeções de segurança de suas barragens.

Para atender ao disposto na referida legislação, o empreendedor deverá elaborar anualmente sua inspeção de segurança regular, reportando ao DNPM:

Extrato de Inspeção Regular com a mesma periodicidade;

Declaração de Condição de Estabilidade da Barragem.

As informações obrigatoriamente deverão ser enviadas no mesmo período e constando do RAL (Relatório Anual de Lavra)

Qualquer observação anômala, como as citadas no tópico acima das Inspeções Visuais Periódicas, ou ainda de outra natureza, que venham a caracterizar riscos a estrutura das barragens e pilhas como fraturas nos maciços, deslocamentos de massa no topo ou fundo dos taludes, e qualquer outro evento que se julgue por menor que seja, fora da normalidade deverá ser imediatamente comunicada à equipe técnica responsável. Uma alteração da frequência de inspeção poderá ser necessária, a critério da mesma.

#### **1.9.1.5.6.2.2 Instrumentação de controle**

##### **1.9.1.5.6.2.2.1 Indicadores de Nível d'Água e Piezômetros**

Os instrumentos instalados no maciço da barragem se resumem a indicadores de nível d'água (INA's) e piezômetros (PZ's). As localizações e quantidades dos instrumentos são determinadas na fase de detalhamento do projeto executivo

##### **1.9.1.5.6.2.2.2 Níveis d'Água Considerados**

Os referenciais de nível d'água, adotados como “normal”, “alerta” e “máximo”, para os INA's e PZ's, devem ser estabelecidos por meio de análises de estabilidade, em função dos níveis d'água esperados e das características de percolação.

O nível de alerta se refere a uma condição hipotética, na qual os sistemas de drenagem interna não são suficientes para captar e conduzir o fluxo, dada a funcionalidade parcial desses dispositivos. Desta forma, caracteriza-se a subida da lâmina d'água acima dos níveis dos drenos.

O nível máximo admitido, também hipotético, aborda a condição mais desfavorável possível, em termos de ascensão do nível d'água no interior do maciço. Nesta condição, admite-se o colapso dos sistemas de drenagem interna.

A constatação dos níveis d'água ora fixados será confirmada via monitoramento dos instrumentos, na periodicidade estabelecida neste manual. Para melhor acompanhamento da evolução dos eventos, recomenda-se a elaboração de gráficos para todos os instrumentos instalados

### **1.9.1.5.6.3 Marcos de Controle de Deformação**

A leitura dos marcos de controle de deformação do maciço deverá ser conduzida com o auxílio de teodolito, nível ou estação total de alta precisão, tendo como referência um marco ou estação topográfica locado externamente à área do maciço (posicionado normalmente nas ombreiras), com fechamento por contranivelamento.

As leituras deverão ser registradas conforme boletim de registro, acumulando informações para análise ao longo do período das observações, podendo em função destes dados, fazer variar a periodicidade ou mesmo a continuidade das mesmas.

#### **1.9.1.5.6.3.1 Frequência de Leitura**

Constatada boa performance do sistema, as leituras de INA's e PZ's poderão ser executadas mensalmente, durante todo o ano. Deverão também ser conduzidas em situações extraordinárias como, por exemplo, durante e após um período longo de chuva intensa.

As verificações dos marcos de controle de deformação deverão ser conduzidas mensalmente durante todo o período de operação.

Leituras em intervalos menores de tempo deverão ser feitas sempre que os níveis d'água em qualquer dos INA's ou PZ's apresentar grandes variações.

A observação de qualquer leitura anômala deverá ser imediatamente comunicada ao responsável técnico e, a critério do mesmo, uma alteração na frequência de leituras de alguns instrumentos poderá ser necessária nesse momento.

#### **1.9.1.5.6.4 Filtros, Drenos e Transições:**

Os materiais para filtros devem respeitar as disposições do projeto e as especificações técnicas, a saber:

- a) Possuir composição mineralógica que confira conveniente resistência à alteração e ao esmagamento;
- b) As composições granulométricas dentro de especificações de projeto.

Durante a execução dos filtros, devem adotar-se técnicas construtivas que assegurem o seu adequado funcionamento, evitando contaminação do material do filtro com solos finos ou caldas de injeção, usadas na consolidação ou impermeabilização da fundação, bem como a segregação granulométrica dos materiais do filtro.

Quanto à segregação granulométrica, a medida mais eficaz para evitá-la obtém-se, com a adequada seleção da granulometria dos materiais, que devem ter um coeficiente de não uniformidade adequadamente definido no projeto.

#### **1.9.1.5.6.5 Manutenção da barragem e pilha**

Após cada inspeção, o especialista deverá indicar os serviços de manutenção que julgar necessários para prevenir qualquer tipo de degradação do maciço ou destruição dos instrumentos instalados.

Os serviços de manutenção de rotina incluem:

Corte e conservação dos gramados;

Reaterro de erosões superficiais;

Desobstrução e limpeza de canaletas de drenagem;

Remoção de entulhos e obstruções no sistema extravasor de serviço e de emergência. Os serviços de manutenção especiais, caso necessário, deverão ser executados conforme recomendações dos relatórios de inspeção e de projetos específicos.

#### **1.9.1.5.6.6 Plano de Segurança da Barragem**

De acordo com a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, a partir da implantação dos barramentos, deve ser constituído o Plano de Segurança da Barragem, incluindo as informações gerais relativas ao empreendimento e à estrutura organizacional do empreendedor, a documentação técnica do empreendimento, os planos e procedimentos de operação e manutenção e respetivos registos e controlos, o PAE (nas obras em que é requerido), e as revisões periódicas de segurança. Este Plano deve estar devidamente constituído com toda a informação recolhida até ao final da construção, com vista ao apoio das atividades de controle de segurança durante o enchimento do reservatório).

Quando da confecção do plano de segurança durante o projeto de execução das obras e com as verificações in loco de todos os parâmetros inerentes ao projeto, será definido:

- Implicações em casos de desmoronamento bem como alcance dos efeitos para cada material depositado;
- Alertas necessários em caso de ruptura;
- Estudo dos danos ao meio ambiente e ao meio antrópico;
- Medidas mitigadoras, compensações, indenizações e auditorias periódicas; e
- Implicações em caso de transbordamento e suas implicações bem como suas medidas de prevenção e mitigação.

#### **1.9.1.5.6.7 Plano de Desativação**

Quando estiverem definidas as condições de reabilitação da área de operações da Mina, deverá ser elaborado projeto específico de desativação das pilhas e das barragens, em função de suas condições gerais do momento. Considera-se que seria precoce elaborar um plano ou projetos detalhados de desativação juntamente com o projeto executivo das pilhas e das barragens.

### 1.9.1.5.6.8 Dados das Características das Barragens.

A Tabela 1.9.1.5.6.8-1 - Dados de projeto das barragens D3 e P2 contém as principais características das barragens relativas a suas construções.

Tabela 1.9.1.5.6.8-1 - Dados de projeto das barragens D3 e P2

Característica da Barragem:	Barragem D3	Barragem P2
Elevação inicial do maciço (cota)	70	95
Elevação final do maciço (cota)	100	105
Área da bacia de contribuição (ha)	73,0	48,0
Elevação máxima operacional do nível d'água (cota)	99,4	104,4
Elevação máxima admissível do nível d'água (cota)	99,4	104,4
Altura de borda livre (m)	0,6	0,6
Área da bacia de acumulação na elevação máxima (ha)	33,1	30,0
Volume total do reservatório até a elevação máxima (m <sup>3</sup> )	4,14x10 <sup>6</sup>	1,86x10 <sup>6</sup>
Largura do coroamento do maciço (m)	6	6
Largura da base do maciço (m)	126	46
Comprimento do maciço (m)	400	180
Volume de aterro (m <sup>3</sup> )	792.000	46.800
Inclinação do talude de montante (°)	26,6	26,6
Inclinação do talude de jusante (°)	26,6	26,6
Vazão máxima de projeto admissível do sistema extravasor (m <sup>3</sup> /s)	18,9	12,5
Quantidade de INA's a serem instaladas	3	3
Quantidade de PZ's a serem instalados	2	2
Quantidade de MCD's a serem instalados	2	2

Fonte: KALAMAZON, 2015.

## 1.10 ACESSOS AO EMPREENDIMENTO

O acesso à **Área 1** do empreendimento (DNPM 880.141/2004, 880.052/2005 e 880.280/2008) pode ser feito a partir de Manaus seguindo-se pela rodovia AM-010 no sentido Rio Preto da Eva, onde no Km 43 converte-se para oeste em uma estrada vicinal até atingir os limites sul/leste da área, conforme a Figura 1.10-1. Já para a **Área 2** (DNPM 880.096/2004) segue-se pela AM-010 até o 53 km e a partir desse ponto converte-se para oeste na estrada vicinal ZF-01a, conforme a Figura 1.10-2.

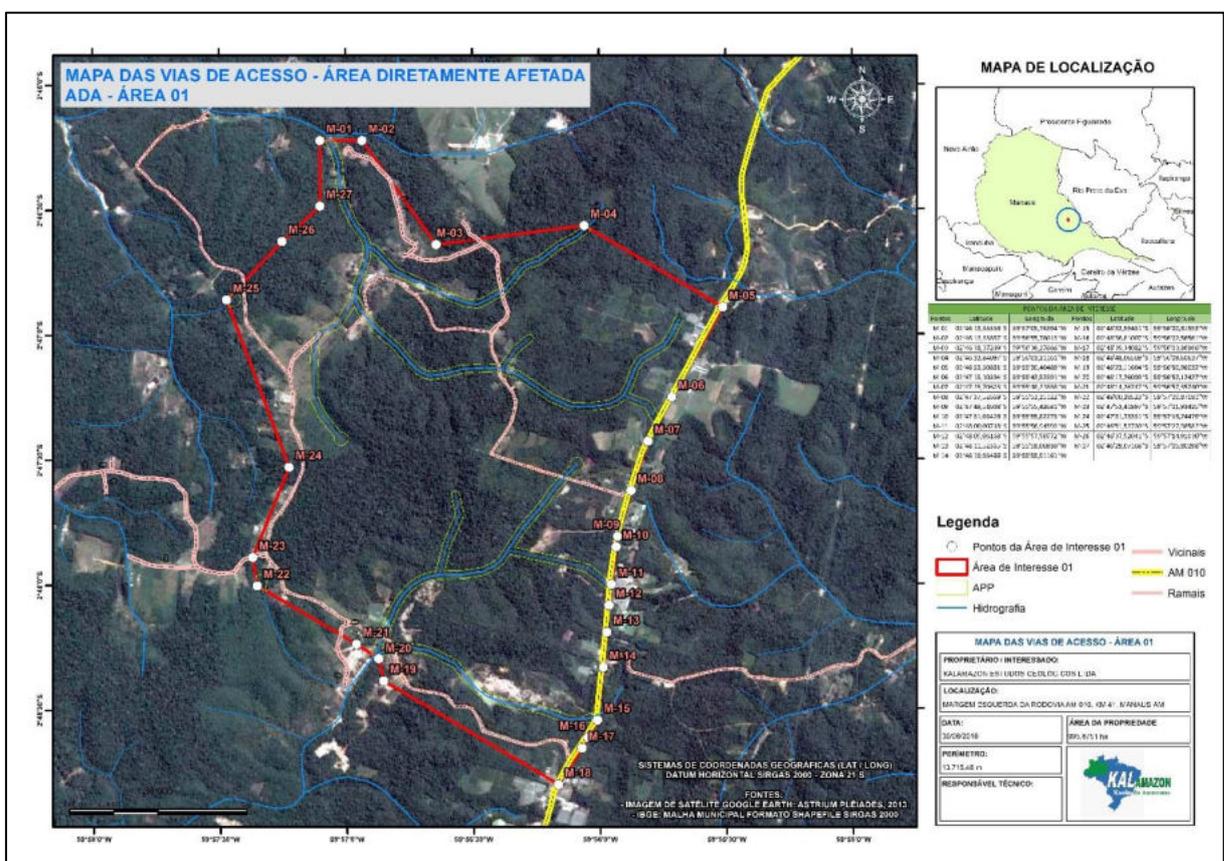


Figura 1.10-1 - Acesso à **Área 1** – Ramal do Areal, km 41 da Am-010 e ramal da União, km 43 da Am-010.  
Fonte: KALAMAZON 2015.

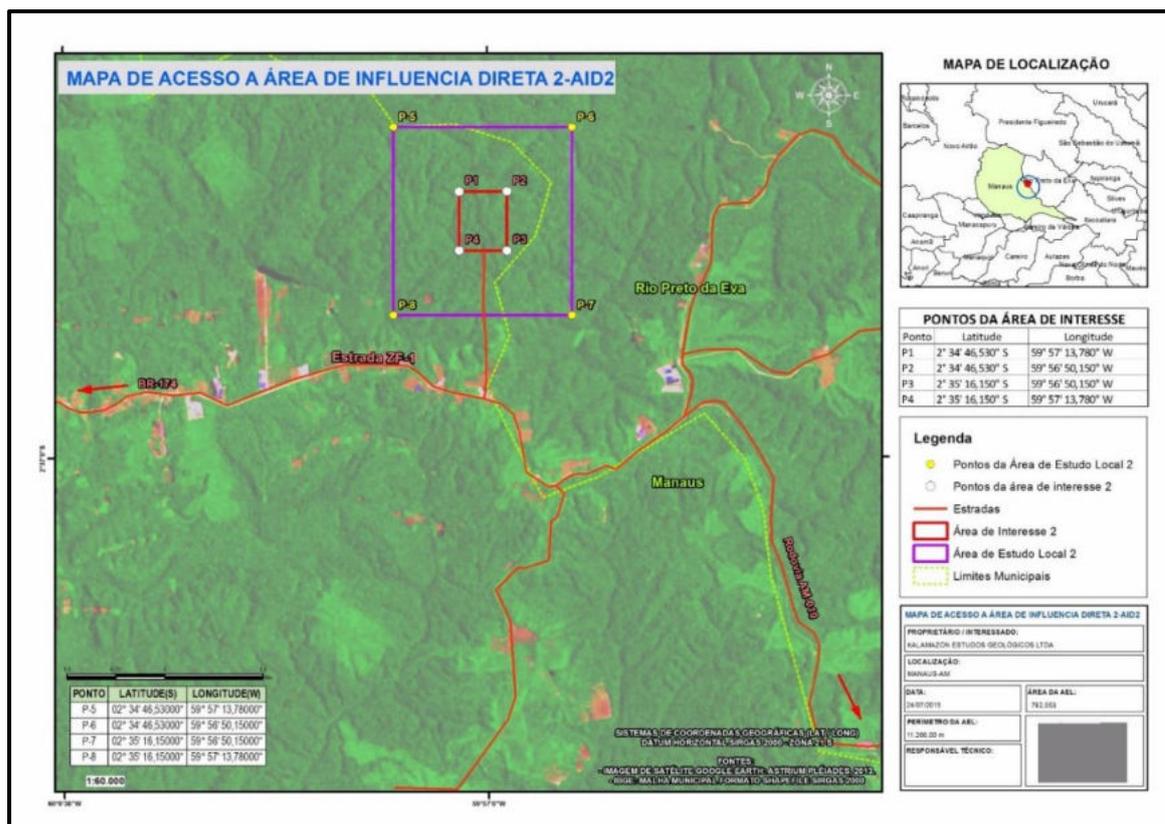


Figura 1.10-2 - Acesso à Área 2 – Km 53 Rodovia AM-010/Estrada ZF1a.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

Para descrição das condições de acesso ao empreendimento utilizou-se como fonte os “Estudos para Análise de Tráfego” elaborada pelo engenheiro de trânsito Paulo Henrique Martins e contratado pela DDL, em 2009, desenvolvido para um empreendimento industrial instalado no km 22 da rodovia Torquato Tapajós. Essa rodovia é a mesma onde será instalado o Projeto Caulim/Kalamazon, cujo tráfego se assemelha ao apresentado para o km 22 no ano de 2014.

## Estacionamento

Para definição da extensão do estacionamento a ser disponibilizado pelo empreendimento, o estudo recomenda o atendimento da Lei Municipal 672/02, art. 86, e anexo XI, para edificação de uso industrial, são obrigatórias minimamente:

Devendo ser observado:

- 1 Vaga para cada 200 m<sup>2</sup> de área útil;

- Previsão de vagas para guarda de veículos de carga em no mínimo 20% das vagas obrigatórias;
- Previsão de local para carga e descarga de materiais, com área correspondente a no mínimo 3% das vagas obrigatórias.

### **Sistema Viário Adjacente**

O sistema viário adjacente ao empreendimento objeto do estudo é composto exclusivamente pela rodovia Torquato Tapajós (AM-010), que liga Manaus a Itacoatiara, passando por Rio Preto da Eva e pela zona rural do Município de Manaus. A rodovia de pista simples – duas faixas e dois sentidos de tráfego, pista de rolamento com 7,20m (2 x 3,60m) e acostamentos de 2,00m, totalizando 11,20m de largura.

Considerando a classificação funcional de rodovias adotada pelo Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, a AM-010 pode ser considerada como um Sistema Coletor Primário cuja função é atender aos mais importantes fluxos de tráfego intermunicipais. Já considerando a classificação do Manual de Estudos de Tráfego, para efeito de análise de capacidade, a rodovia AM-010 pode ser considerada de Classe I. Então, Rodovia Coletora Primária de Pista Simples e Classe I.

Como a área rural de Manaus, inclusive a lindeira à rodovia AM-010, é caracterizada pela predominância de chácaras e balneários, ocorrendo um grande aumento no volume de tráfego rodoviário aos finais de semana, com o pico aos domingos. Na rodovia AM-010, a cidade balneária Rio Preto da Eva funciona como um polo gerador de tráfego que potencializa o fluxo de veículos no final da semana, principalmente aos domingos.

Para as rodovias de pista simples de Classe I – caso da AM-010 – o Manual de Estudos de Tráfego, utilizando a metodologia do *Highway Capacity Manual - HCM* prevê:

- Nível de Serviço A – a mais alta qualidade de serviço, em que os motoristas podem trafegar nas velocidades que desejem. As velocidades médias serão da ordem de 90 km/h. Um fluxo total máximo de 490 unidades de carros de passeio (ucp/h) pode ser atingido em condições ideais;

- Nível de Serviço B – fluxos de tráfego com velocidades de 80 km/h ou pouco maiores, em terreno plano. Os motoristas são inclusos em filas 50% do seu tempo de viagem. Fluxos totais de 780 ucp/h podem ser atingidos em condições ideais; e
- Nível de Serviço C – mais frequentes e extensas filas de veículos e dificuldades de ultrapassagem. A velocidade média ainda excede 70 km/h. A percentagem do tempo em filas pode atingir 65%. Um fluxo total de 1.190 ucp/h pode ser acomodado em condições ideais.

No sábado, aponta os Estudos de Impacto de tráfego, a rodovia operou em nível B, com o fluxo de 653 ucp/h inferior ao 780 ucp/h, máximo do nível B.

Como não possui condições ideais, pode-se admitir que a rodovia opere no limiar dos níveis B e C, atingindo o nível C nas horas de pico do sábado.

Portanto, conclui-se que o tráfego a ser gerado pelo empreendimento poderá ser absorvido totalmente pela rodovia AM-010, sem que o mesmo influencie a característica de operação ou a qualidade do serviço da rodovia, ou seja: O nível de serviço não será alterado com o empreendimento.

Diante dessa condição de pista e de tráfego, é de se esperar que o impacto resultante da operação de veículos pesados para suprimento de insumos e transporte de pessoas e de produção do Projeto, será negativo, porém pouco significativo quanto a interferência na qualidade dos serviços da pista, tanto em termos de segurança quanto de funcionalidade.

## **1.11 FORMAS DE ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO.**

### **Expedição - Produto Final Caulim**

Para o produto final oriundo do processamento via seco, será colocado em containers de forma a granel diretamente, enquanto que o produto oriundo do processamento via úmido, já empacotado em “big bags” de 1 a 2 toneladas e armazenado em galpões nas margens da rodovia AM-010, serão colocados em containers, e em todos os casos dos produtos “ovados” em containers o transporte será via rodoviário por caminhões até um porto em Manaus ou até

alguma fábrica que use o insumo. Esses caminhões de carga serão de grande capacidade (bitrens ou rodotrens) de carga, chegando a levar 35 a 45 toneladas.

As notícias públicas que tratam da implantação de um Polo Naval-Mineral na região do Puraquequara na margem do rio Amazonas são de fundamental interesse da empresa. A eficiência logística é absolutamente fundamental para o crescimento do empreendimento, dada a grande competitividade do setor, principalmente no que tange à exportação, pois há outras grandes minas e usinas de caulim locadas já próximo a Foz do rio Amazonas, tanto no Amapá (CADAM) e Pará (IMERYS). Portanto para uma fase posterior, à medida que este Polo se tornar realidade, e a economicidade do projeto permitir se estudará a implantação do mineroduto para levar o produto beneficiado no processamento via úmido até este local. Esse procedimento vem sendo adotado com sucesso por empresas em seus projetos, e um exemplo é o mineroduto de 180 Km da empresa IMERYS (que abrange a Pará Pigmentos e Rio Capim Caulim), desde Ipixuna no interior do Pará até a cidade de Barcarena onde possuem o Porto.

### **Produto Final Areia**

A areia que não retornar à cava poderá ser comercializada, uma vez que é constituída principalmente de material quartzoso, próprio para uso como agregado na construção civil ou mesmo em outros usos mais nobres como para a indústria de vidros. O material será estocado próximo à usina de desareamento para transporte por via rodoviária a seu destino de comercialização.

A real possibilidade de comercialização foi constatada durante os trabalhos de campo, quando se verificou um número expressivos de caçambas transportando diariamente areia oriunda de jazidas próximas a futuro empreendimento.

O Projeto Caulim/Kalamazon pretende fazer comercialização da areia à preços atrativos exclusivamente junto aos atuais supridores (distribuidores) desse mineral ao setor de construção civil de Manaus e adjacências. Dessa forma, evitar-se-ia a abertura de novas frentes de exploração de areia na região, contribuindo para a redução dos impactos ao meio ambiente.

## 1.12 DEMANDA E SUPRIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

### 1.12.1 Energia Elétrica

A seguir é apresentado quadro da potência instalada inicialmente prevista para o empreendimento para se atingir uma produção de 600.000 ton/ano de caulim seco.

Tabela 1.12.1-1 - Potência Instalada de Produção

CAPACIDADE INSTALADA (KW)				TOTAL	CONSUMO (kWh/mês)
Mina + Usina de Processamento a seco	Usina de Desareciamento	Usina de Beneficiamento*			
1.000	2.200	7.800	11.000	6.895.200	

Fonte: KALAMAZON, 2015.

\*Não está inclusa a secagem em spray dryer que utiliza energia térmica.

Com a chegada do chamado Linhão de Tucuruí a Manaus, abastecendo a região de Manaus e vizinhanças, incluindo o município de Rio Preto da Eva, acredita-se que existirá disponibilidade de energia elétrica na região. Ao longo da rodovia AM-010, há a linha de distribuição elétrica em 13,8 kV, aquém do necessário para o projeto. Sabe-se que existe um plano de rebaixamento do Linhão levando energia para os municípios ao longo da rodovia AM 010, desta forma apenas subestações seriam necessárias para levar a energia até o empreendimento.

O Ministério das Minas e Energia, por meio do **Plano de Expansão e Melhoria do Setor Elétrico do Estado do Amazonas**, planeja estender, até o ano de 2017, uma rede de transmissão de energia elétrica, com 55 km e tensão de 138 kV, para a sede do município de Rio Preto da Eva, a partir de Manaus, passando próximo ao empreendimento.

Outra opção é usar a energia proveniente do Gás Natural de Coari. Um gasoduto encontra-se instalado até o km 22 da rodovia AM-010 fornecendo gás para as empresas NOVAMED e NEOTEC. Será discutido com a CIGÁS a possibilidade de o gasoduto ser levado até a planta de processamento tanto para geração de energia quanto para a secagem do caulim.

### 1.12.2 Energia Térmica

Será consumida nos processos de secagem e moagem no processo via seco, na evaporação e secagem do caulim no processo via úmido através de troca indireta no caso da evaporação no processamento via úmido e troca direta para a moagem no processamento a seco e no secador *Spray Dryer* no processamento via úmido.

A fonte geradora da energia térmica está sendo prevista como os gases de combustão gerados na termoelétrica a ser implantada, que serão recuperados para máximo aproveitamento da energia disponível nos gases de combustão.

A secagem do caulim constitui-se na parte mais dispendiosa das operações produtivas. Cada tonelada de caulim vendável produzido no processamento via úmido consome cerca de 1,1 MMBTU (milhões de BTUs) para alcançar a umidade de 6% no produto final. No processamento via seco é consumido cerca de 0,5 MMBTU (milhões de BTUs) para alcançar a umidade de 5% no produto acabado.

Desta forma, o custo energético de secagem é o maior custo incidente sobre a produção, representando cerca de 35% do total.

Novamente a disponibilidade do gás natural na região, se fornecido pela Distribuidora CIGAS a preços competitivos compatíveis com os valores reinantes no restante do país, será vital para a viabilidade das operações.

Em função da distância, o suprimento do Gás Natural poderá ser feito por meio rodoviário, buscando-se, porém, a solução via gasoduto quando o projeto atingir uma capacidade maior de produção.

Para 600.000 ton/ano de caulim o consumo estimado será de 55.200 MMBTU/mês ou 1.057.070 m<sup>3</sup> de GN/mês.

Para fase de instalação o empreendimento poderá contar com a rede de energia com 13.800 volts, disponível no trecho da rodovia AM-010, para tanto instalará transformadores abaixadores na proporção que for necessitando.

## **Cogeração e recuperação de energia**

Uma vantagem desse processo de termoelétrica é a recuperação de energia térmica que será implantado para aproveitamento dos gases de queima da termoelétrica para a secagem do caulim como citado anteriormente, reduzindo assim a necessidade de utilização de fontes de energia térmica de menor eficiência, visto que os gases de queima gerados na termoelétrica a GN podem ser utilizados em troca direta para a secagem de caulim por ser um gás de queima de baixo teor de enxofre.

Para a termoelétrica pensa-se também no conceito de cogeração, onde será possível, produzir energia elétrica excedente para disponibilizar a rede de distribuição, sendo assim, mais uma alternativa para complementar a demanda de energia requerida para a região de Manaus.

## **1.13 INSTALAÇÕES AUXILIARES E INFRAESTRUTURA**

### **1.13.1 Fase de implantação**

As estruturas provisórias que serão implantadas para atendimento auxiliar do empreendimento na fase de implantação estão descritas a seguir:

#### **Portaria e Segurança**

Para o controle e segurança do fluxo de pessoas e veículos, será construída uma portaria provisória para a fase de implantação e uma portaria definitiva para a fase de operação, utilizando-se o mesmo local.

#### **Estacionamento de Veículos**

Será construído um amplo estacionamento externo ao prédio industrial para estacionamento de veículos de carga/descarga e veículos de passageiros. Esse espaço será o mesmo para a fase de operação.

### **Administração**

Será construída uma estrutura para abrigar a administração da Kalamazon e da empreiteira contratada para realizar as obras. Outra estrutura administrativa, será construída para a fase de operação.

### **Cozinha/Refeitório**

Serão implantados uma cozinha e um refeitório para atendimento dos trabalhadores da empreiteira e da Kalamazon durante o período de implantação.

### **Qualidade, Meio Ambiente, Saúde e Segurança do trabalho**

Será construído um prédio para abrigar os trabalhadores responsáveis pelas questões de qualidade, saúde e segurança meio ambiente.

### **Estocagem de Materiais e Equipamentos**

Serão criadas áreas destinadas a estocagem de materiais e equipamentos. Haverá espaços cobertos e fechados, espaços cobertos e abertos e espaços descobertos, com capacidade e facilidade de acesso, manuseio e boa segurança.

### **Ambiente para Estocagem e Abastecimento de Combustíveis e Lubrificantes**

O local deve oferecer facilidade de manobra e segurança aos usuários e ao meio ambiente, para tanto deve obedecer às normas pertinentes à segurança e a proteção ambiental.

### **Pátio para Manutenção de Veículos**

Espaço coberto e piso concretado para os serviços de conserto, manutenção e calibragem de veículos e máquinas, borracharia e lavagem.

## **Área de Apoio a motoristas e Operadores de Máquinas**

Haverá instalação de apoio para atendimento de motorista e operadores de máquinas. Essa estrutura poderá ser a preparada de forma a servir também durante a operação do empreendimento, para tanto as condições construtivas e localização deve contemplar essa possibilidade.

## **Distribuição de Energia para o Canteiro das Obras**

Serão construídas subestações abaixadoras de tensão e para distribuição de energia aos diversos pontos de consumo, inclusive para os sistemas de captação de e distribuição de água. A energia fornecida pela rede externa será de 13,8 kV e será baixada para uso interno para tensões 110/220 V.

## **Suprimento de Água Potável**

O sistema de suprimento de água potável para uso humano contará com estrutura de captação por bombeamento a partir de poços profundos e armazenamento em reservatórios elevados para distribuições aos pontos de consumo por gravidade.

## **Vestiário para Trabalhadores da Empreiteiras**

Durante toda a fase de implantação serão disponibilizados vestiários estrategicamente localizados para atendimento dos trabalhadores nos diversos turnos de trabalho, servindo para troca de EPI, banho, uso sanitário e guarda provisórias de artigos de uso pessoal. O sistema sanitário contará com estação de tratamento de esgoto.

## **Almoxarifado**

Durante a fase de implantação haverá uma central de suprimento de materiais de consumo, equipamentos portáteis, peças, ferramentas, entre outros.

Haverá uma ala específica com estrutura para guarda e distribuição de gêneros alimentícios para atendimento da cozinha central.

## **Acessos e Pátios de Estacionamento**

Serão implantados diversos acesso até os locais de obra e setores de produtivos, bem como pátios de estacionamentos, sendo previsto que esses espaços sejam utilizados também na fase de operação.

### **1.13.2 Fase de operação**

A estrutura de apoio operacional constará de: Prédio Administrativo, Portaria Definitiva, Refeitório/Cozinha, ambulatórios, laboratórios, brigada de incêndio, oficinas, subestações de energia para os setores produtivos, sistema de abastecimento de água, sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário, vias de acesso interno, sistema de drenagem pluvial viário e predial, estruturas de controle ambiental (central de resíduos, estação de tratamento de esgoto e efluentes dos processos industriais, sistema de controle de poluição do ar e de ruídos, entre outros)

## **1.14 INSUMOS E EQUIPAMENTOS**

### **1.14.1 Produtos Químicos Utilizados no Processo**

No processo produtivo via seco, não são utilizados produtos químicos, visto que as operações unitárias são em sua totalidade operações de separação física como britagem, moagem e separação aerodinâmica.

No processo produtivo via úmido, as operações unitárias englobam operações físicas como as citadas acima, além, de operações físico-químicas como a dispersão nos *Blungers* e o branqueamento na remoção do ferro. Neste caso são utilizados basicamente, produtos para coagular ou dispersar o produto em meio aquoso ou produtos para ajuste de pH e óxido-redução. Os produtos utilizados são:

- Hidróxido de sódio – ajuste de alcalinidade;
- Hexametáfosfato de sódio – dispersante;
- Ácido sulfúrico – correção de pH e coagulação;
- Hidrossulfito de sódio – agente alvejante;

- Sulfato de alumínio – floculante; e
- Poliacrilato de sódio – dispersante.

O transporte destes produtos será realizado de modo a atender às normas de transporte de produtos químicos, principalmente para ácido sulfúrico e soda cáustica. Os locais destinados à armazenagem de produtos químicos serão adequadamente sinalizados, quanto ao produto e grau de agressividade do mesmo (conforme NBR-7500/2007 da ABNT e outras da série). No caso de incompatibilidade como produtos ácidos e alcalinos, os mesmos deverão estar armazenados de forma que fiquem fisicamente separados e haja contenção dos mesmos em vista de risco de vazamento (NBR 14.619/2006).

A soda cáustica (soda cáustica anidra, soda cáustica em escamas ou soda cáustica fundida) em sua manipulação em sua forma de pó, vapor ou neblina pode ser irritante para os olhos, pele e vias respiratórias. É utilizada para aumentar o pH do meio sendo comercializada em escamas. É armazenada em sacos (big bags), sacos de rafia e outros. O produto é de fácil suprimento no mercado local, onde estão presentes vários consumidores deste produto e também fornecedores. Recomenda-se a neutralização de suas soluções com ácidos para promover a redução do pH, quando reduz significativamente seu impacto ao ambiente.

O ácido sulfúrico é um potente irritante do trato respiratório, pode causar tosse, espirros, sangramento nasal, broncospasmo, dificuldade respiratória e edema pulmonar. Em contato com a pele produz queimaduras graves com fibrose cicatricial intensa e limitações funcionais. As queimaduras evoluem com lesões ulceradas de cicatrização lenta, fibrose cicatricial e limitações funcionais (QGP QUÍMICA, 2011).

A inalação de vapor ou névoa pode causar tosse, espirros, sangramento nasal, broncospasmo, dificuldade respiratória e edema pulmonar. A ingestão causa corrosão das membranas mucosas da boca, garganta e esôfago, dor epigástrica intensa com náuseas e vômitos, edema de glote e asfixia. É necessária a neutralização de suas soluções com álcalis para promover o aumento do pH da solução, quando neutraliza seu impacto ao ambiente. Em seu manuseio devem ser utilizadas máscaras panoramas com filtro contra névoas ácidas ou multiuso e em grandes concentrações utilizar máscara autônoma.

Quanto ao manuseio do hexametáfosfato de sódio na sua forma líquida normalmente não é necessário um protetor respiratório, uma vez que são baixas a toxidez e a volatilidade. Quando na forma de sal utilizar máscara apropriada para partículas sólidas (CLANOX, 2015).

O sulfato de alumínio granulado ou refinado é corrosivo e reage com substâncias alcalinas. Pode causar irritação da pele, dos olhos e da mucosa das vias respiratórias. Em seu manuseio devem ser utilizadas máscaras panoramas com filtro contra névoas ácidos. Dados quantitativos nos efeitos ecológicos deste produto não estão disponíveis, mas os sais de alumínio são tóxicos para organismos aquáticos. Este produto é comumente encontrado no mercado, sendo utilizado amplamente no tratamento de águas de abastecimento público.

As embalagens de soda cáustica e ácido sulfúrico deverão ser descartadas de forma a atender às recomendações do Plano de Gerenciamento e Resíduos Sólidos, pois apresentam periculosidade, conforme definido no item 3.2, ou uma das características descritas em 4.2.1.1 a 4.2.1.5, ou constem nos anexos A ou B da NBR 10004.

Quanto ao poliacrilato de sódio, o produto não é classificado como tóxico agudo. Não são exigidos equipamentos de proteção para a pele e o corpo específicos, entretanto, por questões de prevenção e segurança individual, recomenda-se que, durante o manuseio do produto, se utilize o vestuário protetor aprovado disponível no ambiente de trabalho. Não são exigidas luvas de proteção específicas, entretanto, por questões de prevenção e segurança individual, recomenda-se que, durante o manuseio do produto, se utilize as luvas de proteção disponíveis no ambiente de trabalho (QGP QUÍMICA, 2011). O produto é agregado aos sólidos suspensos não apresentando risco ao ambiente.

### **1.14.2 Reagentes de Laboratórios**

Serão implantados completos laboratórios de análises de caulim sendo estes destinados principalmente ao controle de qualidade do produto final, mas também no controle do processo, exploração mineral e monitoramento ambiental tanto no complexo de desareamento e na usina de processamento.

Os reagentes serão gerenciados quanto aos aspectos de validade e os resíduos oriundos das análises serão destinados de forma adequada. Os reagentes vencidos serão destinados como

resíduos de classe I, conforme plano de gerenciamento de resíduos (PGRS) adotado pelo empreendimento.

As empresas que farão o descarte destes produtos deverão estar devidamente licenciadas pelos órgãos ambientais.

### **1.14.3 Material para serviços de manutenção**

O empreendimento terá serviço próprio de manutenção eletromecânica, e mesmo desenvolver parcerias com outras empresas a serem abertas ou já em atividade na região.

Os resíduos sólidos como óleos, graxas, estopas serão destinados de forma adequada, conforme Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGRS) adotado pelo empreendimento. Estes resíduos são classificados como resíduos de classe I.

### **1.14.4 Combustível e energia**

O empreendimento utilizará energia nas suas formas elétrica e térmica para plena operação de beneficiamento e produção de caulim seco a 6% de umidade como produto final no processamento via úmido, a ser comercializado em embalagens de uma tonelada. Abaixo segue resumo da forma de utilização:

#### **1.14.4.1 Energia elétrica**

Será consumida em todas as etapas de fabricação desde a lavra até o ensacamento do produto final, para colocar os equipamentos em funcionamento através de motores, bombas de deslocamento, transportadores, elementos de controle eletrônicos, hidráulicos e pneumáticos e outros, sendo fornecidas em suas várias tensões para atendimento as especificações dos equipamentos.

A fonte geradora de energia elétrica está sendo prevista como termoelétrica que utilizará o gás natural (GN) disponível em abundância na região e sendo uma alternativa de baixo impacto por ser uma fonte limpa considerando-se as outras classes de combustível de origem fóssil disponíveis.

Por outro lado, está sendo estudada a alternativa de derivação da linha energia de 69.000 Volts, em operação a 20 quilômetros do empreendimento. Dessa forma busca-se aumentar a confiabilidade e economicidade no suprimento energético, além de permitir a exportação de energia excedente produzida na fonte geradora a gás instalada empreendimento.

#### **1.14.4.2 Energia térmica**

Será consumida nos processos de secagem e moagem no processo via seco, na evaporação e secagem do caulim no processo via úmido através de troca indireta no caso da evaporação no processamento via úmido e troca direta para a moagem no processamento a seco e no secador *Spray Dryer* no processamento via úmido.

A fonte geradora da energia térmica está sendo prevista como os gases de combustão gerados na termoelétrica a ser implantada, que serão recuperados para máximo aproveitamento da energia disponível nos gases de combustão.

#### **1.14.4.3 Cogeração e recuperação de energia**

Uma vantagem desse processo de termoelétrica é a recuperação de energia térmica que será implantado para aproveitamento dos gases de queima da termoelétrica para a secagem do caulim como citado anteriormente, reduzindo assim a necessidade de utilização de fontes de energia térmica de menor eficiência, visto que os gases de queima gerados na termoelétrica a GN podem ser utilizados em troca direta para a secagem de caulim por ser um gás de queima de baixo teor de enxofre.

Para a termoelétrica pensa-se também no conceito de cogeração, onde será possível, produzir energia elétrica excedente para disponibilizar a rede de distribuição, sendo assim, mais uma alternativa para complementar a demanda de energia requerida para a região de Manaus.

#### **1.14.5 Captação e Consumo de Água**

Neste item serão abordados os usos das águas, aspectos da captação de água e reutilização de efluentes e vazões.

A captação vai se dar pela instalação de poços tubulares. Na Tabela 1.14.5-1 são estimados os consumos considerando-se a produção de caulim por fases (sendo quatro fases,

150 Kton, 300 Kton, 500 Kton e 600 Kton), sendo que as observações principais se darão para a produção de 300.000 Ton de caulim/ano, visto que esse será o alvo de produção para os primeiros anos do empreendimento. Serão construídos reservatórios de água nas proximidades das áreas produtivas prevendo-se os volumes para a capacidade máxima de produção final do empreendimento (600 Kton/ano). Estes reservatórios serão utilizados principalmente para as etapas abaixo:

- Reservatório de água para dispersão e desareamento - 2.000 m<sup>3</sup>;
- Reservatório de água para mineroduto - 1.000 m<sup>3</sup>;
- Reservatório de água para centrifugação, separação magnética e branqueamento - 500 m<sup>3</sup>;
- Reservatório de água para filtragem rotativa - 500 m<sup>3</sup>;
- Reservatório de água para evaporação e caldeira - 500 m<sup>3</sup>;
- Reservatório de água para spray dryer - 500 m<sup>3</sup>; e
- Reservatório para água de incêndio - 3.000 m<sup>3</sup> (estimado).

Tabela 1.14.5-1 - Consumo de água para cada fase do empreendimento

Unidade consumidora	Consumo em m <sup>3</sup> /h			
	150 Kton	300 Kton	500 Kton	600 Kton
Blunger (Dispersão)	121,89	243,77	406,29	487,55
Desareamento	42,25	84,51	140,85	169,02
Centrifugação	5,69	11,38	18,96	22,75
Separador Magnético	0,51	1,02	1,71	2,05
Filtragem	90,00	90,00	90,00	90,00
Caldeira	10,00	10,00	10,00	10,00
Consumo Administrativo	6,67	6,67	6,67	6,67
Preparo de solução	5,00	5,00	5,00	5,00
Outros	50,00	50,00	50,00	50,00
Total consumido	332,01	502,35	729,47	843,03
Total recuperado	169,92	269,83	403,06	469,67
Água explotada	162,09	232,52	326,41	373,36

Fonte: KALAMAZON, 2016

Ressalta-se que o **total recuperado** indica a reutilização da água residuária dos processos de separação já no início das operações, na medida em que o processo de separação de areia do caulim for sendo executada.

Ponto importante a ressaltar é que o processo de produção via seca não consome água em sua operação, portanto, existe um potencial de redução no consumo de água que será estudado nas fases de implantação do projeto executivo. Com o conhecimento exato dos grades

de produção será possível analisar de forma mais eficiente o quanto do produto poderá ser extraído e processado sem a utilização de água de processo.

Um trabalho de engenharia e desenvolvimento de mercado deverá ser contemplado ao longo da vida útil do empreendimento para maximizar a demanda de produto via rota seca e/ou utilizar a forma de separação de areia pela rota seca alimentando o beneficiamento via úmida com esse produto que tem potencial para reduzir o consumo de água em 50% dos valores atualmente projetados.

### 1.14.6 EQUIPAMENTOS

No Quadro 1.14.6-1 segue uma lista básica dos veículos que serão utilizados nas primeiras frentes de mineração.

EQUIPAMENTO	QUANTIDADE
Trator de esteiras tipo CAT D8 ou similar, com 231 kW de potência e 38 t de peso total, com lamina de 3,9 x 1,68 m e capacidade de 8,7 m <sup>3</sup>	2
Escavadeira hidráulica tipo Volvo EC360 * com potência 265 CV, caçamba 2,6 m <sup>3</sup>	3
Caminhão basculante 6x4 e caçamba 16m <sup>3</sup> *, modelo MB 2831K com potência de 306 CV ou similar	13
Caminhão pipa – 16 m <sup>3</sup>	2
Pá-carregadeira tipo Volvo L150, com caçamba de 4,0 m <sup>3</sup> , motor de 273 CV ou similar	2
Motoniveladora tipo CAT 140G ou similar	2
Caminhão-comboio	2

Quadro 1.14.6-1 – Relação de equipamentos de escavação, transporte e movimentação de material

Fonte: KALAMAZON, 2015.

No Quadro 1.14.6-2 segue uma lista básica dos equipamentos que serão utilizados nas primeiras frentes de mineração.

EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS	QUANTIDADE
Galpão de estocagem de ROM	02
Sistema de queima de GN e insuflamento de gás quente	01
Sistema de moagem horizontal tipo bolas	01
Sistema de aereoseparador tipo ciclone	02
Silo para armazenagem de caulim com 200m <sup>3</sup>	01
Transportador de correia radial	01
Armazém para sistema de carregamento de containers a granel	01
Sistema de carregamento de containers	01
Moega para material ROM	01
Alimentador de sapatas para destorroador de minério ROM.	02
Destorroador de minério ROM.	02
Alimentador de sapatas para Dispersor (Blunger)	02
Dispersor (Blunger)	02
Bateria de hidrosseparadores tipo ciclone	03
Peneiras de segurança	05
Tancagem de estocagem do material disperso	02
Mineroduto	02
Tancagem para estocagem de material disperso	02
Centrifugas vertical	04
Peneiras	02
Tancagem para estocagem de material centrifugado	02
Sistema de bombeamento de rejeito da centrifugação	01
Separador magnético	02
Tancagem para produto do separador magnético	02
Sistema de bombeamento de rejeito do separador magnético	01
Tanques de branqueamento em batelada	08
Tanques para produto branqueado	02
Filtros rotativo de tambor a vácuo	11
Tanques de produto filtrado	02
Sistema de bombeamento do rejeito da filtragem	01
Evaporador	02
Caldeira a vapor para 10 ton vapor por hora	01
Tanques de produto evaporado	02
Spray dryer	02
Sistema de combustão para spray dryer	02
Filtros de mangas para despoeiramento	03
Correias transportadora de produto seco	04
Elevador de canecas	02
Silos de estocagem de produto acabado	02
Ensacadeiras de big bags	02
Empilhadeiras para 4 ton	03

Quadro 1.14.6-2 - Equipamentos Industriais (lista simplificada).

Fonte: KALAMAZON, 2015.

Esses equipamentos necessitarão de manutenção onde serão utilizados lubrificantes, anti-corrosivos, tintas, óleos, graxas, pano estopa sujas, além de partes de metais, devendo ser destinados de forma a atender o PGRS.

## 1.15 PRODUTOS

O produto gerado na **exploração** será um minério contendo cerca de 67% de areia e 33% de caulim. Outros produtos contendo ferro, titânio, zinco e alumínio, estão presentes na composição, porém com concentrações desprezíveis, sendo, portanto, não comercializáveis.

O Caulim se enquadra no grupo de minerais de uso industrial, onde também estão inclusos os minérios e rochas que por suas propriedades físicas ou químicas podem ser utilizados em processos industriais, seja como carga mineral ou como componente ou aditivo da formulação. Outros minerais desse grupo, que podem ser usados como fundentes pela indústria metalúrgica, incluem-se a grafita, vermiculita, bentonita, feldspato, agalmatolito. Esses minerais têm **baixo potencial de poluição**, quando beneficiamento ocorre por separação física.

O produto gerado na usina de processamento **via seca** é:

- Caulim Crude, sem tratamento de separação magnética e/ou alveamento químico, caracterizado por conter 97% de partículas menores que 44 micrômetros (44 $\mu$ m). É um produto de mais baixo valor agregado em relação aos caulim beneficiado fino e caulim beneficiado grosso.

Os produtos gerados na usina de **beneficiamento via úmida** são:

- Caulim Fino, caracterizado por conter 98% de partículas de caulim menores que 2 micrômetros (2 $\mu$ m). É produto de maior valor agregado (High Gloss com alvura ISO >85%); e
- Caulim Grosso, contém até 60% de partículas menores que 2  $\mu$ m. É um produto de mais baixo valor agregado em relação ao caulim fino.

O caulim tem uso industrial variado e abrangente. É utilizado, por exemplo, na produção de papel como cobertura e carga, na indústria de cerâmica branca, na produção de argamassas industriais e cimento branco, em plásticos, tintas, refratários, fármacos, cosméticos, preenchimento em pneus, fibra de vidro entre outros. Já a areia, subproduto, servirá para a construção civil, e por conter uma sílica de alta qualidade, poderá ser aplicada para a indústria de vidro e ótica e na fabricação em painéis solares e telas de computadores e televisão.

## **1.16 CARACTERIZAÇÃO DAS FONTES DE GERAÇÃO DE POLUENTES**

### **1.16.1 Efluentes**

#### **1.16.1.1 Tratamento de Efluentes.**

Neste item serão abordadas informações sobre o tratamento de efluentes domésticos e industriais.

Ressalta-se que os efluentes de todas as operações não apresentam carga orgânica e sais inorgânicos derivados dos processos de floculação e dispersão com características levemente ácidas a fracamente alcalinas, sendo que as misturas finais tendem à neutralidade, pH entre 6 e 8. Estas águas residuárias serão conduzidas para barragens de rejeitos (barragem de sedimentação e bacias de equalização) sendo construídas, aproveitando depressões existentes no terreno de forma a se ter estrutura lateral reforçada. A água recuperada será proveniente da sedimentação das águas industriais sendo reutilizadas nos diversos processos.

Ressalta-se que o processo de produção via seca não gera efluentes em suas operações e que esse item se foca nos rejeitos então gerados pelo processo de produção via úmida nas operações citadas acima.

Destaca-se que o processo de secagem utilizará cogeração de energia através de termoelétrica que está sendo prevista a GN (Gás Natural) e que o excesso dos gases de combustão será resfriado no processo de secagem no Spray Dryer, não sendo necessário uso de água nessa etapa de termoelétrica, todavia, se por motivos técnicos ou econômicos, decida-se pelo uso de combustíveis líquidos como óleo 1A ou similar para uso na termoelétrica, o resfriamento dos geradores e/ou geração de vapor para as turbinas será projetado em regime fechado de forma a não impactar nos volumes de água explotada.

Ressalta-se que os sistemas de drenagem da mina e da planta serão projetados de forma a coletar água da chuva direcionando para as barragens de rejeito e sedimentação para serem reutilizadas no processo produtivo.

O total de rejeito estimado para cada fase da operação se encontra na Tabela 1.16.1.1-1.

Tabela 1.16.1.1-1 - Geração de rejeito úmido para cada fase do empreendimento

Estação geradora	Geração em ton/h				
	% sólidos	150 Kton	300 Kton	500 Kton	600 Kton
Desareamento	35%	140,85	281,69	469,49	563,39
Centrifugação	35%	18,96	37,92	63,20	75,84
Separador Magnético	35%	1,71	3,41	5,69	6,83
Filtragem	2%	19,31	38,62	64,37	77,24
Evaporador	0,5%	18,92	37,85	63,08	75,70
TOTAL		199,75	399,50	665,83	799,00

Fonte: KALAMAZON, 2016.

Ressalta-se que o rejeito em todas as fases se encontra úmido, neste sentido parte desta água de rejeito é recuperada e reutilizada nos processos.

Será feito o reuso de volumes em torno de 70% do total consumido nas épocas de seca, visto que o processo de uso de água é cíclico em regime fechado, levando-se em consideração também as perdas por evaporação. Nas épocas de chuva, as bacias de drenagem também contribuirão para a obtenção de águas pluviais para a utilização das mesmas em processos industriais.

### 1.16.1.2 Efluentes dos Processos Industriais

Considera-se que as fontes de efluentes industriais são geradas nas seguintes etapas a serem detalhadas na sequência, tanto nos processos que ocorrem na lavra e outros processos que ocorrem na planta industrial.

- Britagem;
- Secagem/Moagem;
- Ciclonação;
- Dispersão;
- Desareamento;
- Centrifugação e separação magnética;
- Branqueamento (alvejamento químico);
- Filtragem;
- Redispersão;
- Evaporação; e
- Spray dryer (secagem).

O fluxograma do processo conforme Figura 1.16.1.2-1 representa a sequência destas etapas de produção.

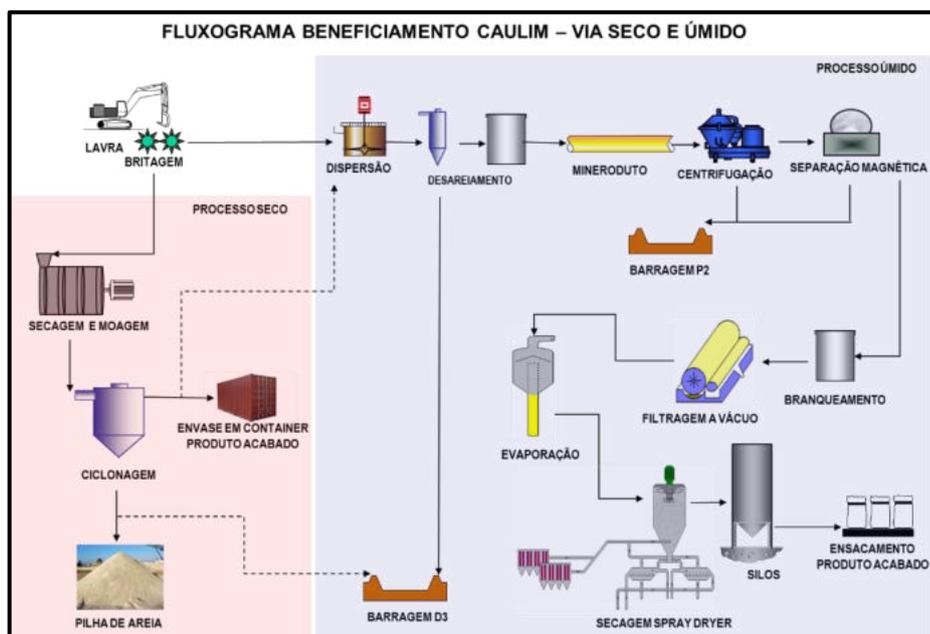


Figura 1.16.1.2-1 – Fluxograma Básico de Produção de Caulim.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

Serão construídas barragens de rejeitos (barragem de sedimentação e bacias de equalização) considerando-se que o solo para a construção destas barragens será retirado da parte superior do solo da operação de decapeamento (extração do estéril). As cavas para a disposição dos rejeitos de processos serão construídas aproveitando depressões existentes no terreno de forma a se ter estrutura lateral reforçada.

As fontes de efluente industrial nas plantas de processamento são:

**Dispersão** – O material bruto advindo da mineração (caulim) é submetido ao processo de desagregação, onde ocorre a separação dos dois produtos (caulim e areia). Nesta etapa não há efluente industrial. Todas as adições nessa etapa do processo irão diretamente para a próxima etapa de operação que é o desareamento. Pode-se, entretanto, considerar algumas perdas de drenagem e limpeza do sistema sendo inferior a 0,5% e que tem as mesmas características do rejeito que será descrito na etapa de desareamento.

**Desareamento via úmida** – primeira etapa a gerar efluente industrial. Para essa operação tem-se o rejeito sendo o corte da fração grosseira e pesada da solução gerada na dispersão. Essa fração grosseira será composta basicamente de areia e um mínimo de caulim

grosso que possui as mesmas características da areia. O rejeito neste processo normalmente possuirá um teor de sólidos inferior a 40% com densidade entre 1,300 a 1,400 g/cm<sup>3</sup>, sendo o pH entre 6,5 a 8 contendo hexametáfosfato de sódio e barrilha ou soda caustica.

**Disposição Final** – será depositado em **barragem de sedimentação**. A fração sólida ficará depositada após sedimentação natural e a fase líquida será recuperada através de bombeamento para ser reutilizado no processo de dispersão evitando assim o risco de envio desse efluente para corpo receptor.

A barragem de sedimentação será estruturada considerando-se os aspectos geotécnicos adequados, de forma a evitar o transbordo ou a infiltração do efluente para o ambiente. O material residual consiste basicamente de areia, com uma proporção de caulim não desagregado. Para qualquer efeito será previsto o controle de extravasão para bacias secundárias de sedimentação efetuando tratamento com floculante (sulfato de alumínio) e correção de pH com ácido sulfúrico.

**Centrifugação** – Etapa subsequente à operação de desareamento destinada ao controle granulométrico do caulim, gerando rejeito na forma de efluente líquido composto de água e caulim com densidade entre 1,400 a 1,450 g/cm<sup>3</sup> e pH entre 6,5 a 8,0 contendo hexametáfosfato de sódio e barrilha ou soda caustica.

**Disposição Final** – será também depositado em barragem de sedimentação. A fração sólida ficará depositada após sedimentação natural e a fase líquida será recuperada através de bombeamento para ser reutilizada no processo de diluição do seu próprio rejeito e utilização na planta de processo evitando assim o risco de envio desse efluente para o corpo receptor.

Para qualquer efeito será previsto o controle de extravasão para bacias secundárias de sedimentação efetuando tratamento com floculante (sulfato de alumínio) e correção de pH com ácido sulfúrico.

**Separação magnética** – Etapa subsequente à operação de centrifugação destinada a reduzir os teores de ferro e titânio. O rejeito gerado nessa etapa trata-se de efluente líquido consistindo basicamente de água e caulim que possui teores de ferro e titânio em suas formas magnéticas com pH entre 6,5 e 8,0 contendo hexametáfosfato de sódio e barrilha.

**Disposição Final** – será depositado em barragem de sedimentação. A fração sólida ficará depositada após sedimentação natural e a fase líquida será recuperada através de bombeamento para ser reutilizado no processo de diluição do seu próprio rejeito e utilização na planta de processo evitando assim o risco de envio desse efluente para corpo receptor.

Para qualquer efeito será previsto o controle de extravasão para bacias secundárias de sedimentação efetuando tratamento com floculante (sulfato de alumínio) e correção de pH com ácido sulfúrico.

**Alveamento químico (Branqueamento)** – Etapa subsequente à separação magnética com o intuito de lixiviar o ferro contido no caulim a fim de elevar os valores de alvura do caulim.

Não há efluente industrial nesta etapa. Todas as adições nessa etapa do processo irão diretamente para a próxima etapa de operação que é a filtração. Pode-se, entretanto, considerar algumas perdas de drenagem e limpeza do sistema sendo inferior a 0,2% e que tem características do rejeito com pH de 4,5 a 5,5 e densidade média de 1,200 g/cm<sup>3</sup> contendo: sulfato de alumínio e/ou ácido sulfúrico e hidrossulfito de sódio.

No caso de haver as perdas citadas acima, esse montante pode ser direcionado ao mesmo sistema de drenagem do separador magnético e bombeado para a mesma bacia de sedimentação sem danos a característica dos rejeitos das etapas de centrifugação e separação magnética por se tratar de traços comparados aos volumes totais das estações anteriores.

**Filtração** – Etapa destinada a remoção de água do material alvejado gerando efluente líquido com sólidos de caulim inferiores a 2%. Essa água possui características ácidas com pH entre 4,5 a 5,5 e densidade média 1,0 g/cm<sup>3</sup> contendo ácido sulfúrico, sulfitos ferrosos e sulfato de alumínio.

**Disposição Final** – Este efluente pode ser utilizado e enviado em conjunto com os efluentes da centrifugação e separador magnético sendo depositado na mesma bacia de sedimentação. Essa operação se faz interessante por questões técnicas de bombeamento dos rejeitos reduzindo sua densidade e facilitando o bombeamento para a bacia. Outra característica atrativa dessa água é sua característica ácida que ajudará a neutralizar os efluentes cáusticos das etapas anteriores ajudando o processo de sedimentação na bacia de rejeitos. A fração sólida ficará depositada após sedimentação natural e a fase líquida será recuperada através de

bombeamento para ser reutilizado no processo de diluição dos rejeitos de centrifugação e separação magnética e utilização na planta de processo evitando assim o risco de envio desse efluente para corpo receptor.

Para qualquer efeito será previsto o controle de extravasão para bacias secundárias de sedimentação efetuando tratamento com floculante (sulfato de alumínio) e correção de pH com ácido sulfúrico.

**Redispersão** – Etapa destinada a dispersar o material filtrado, isto é permitindo que o mesmo volte ao estado líquido, com uso de dispersante para posterior envio à etapa evaporação e secagem. Essa etapa não gera efluentes líquidos. Pode-se, entretanto, considerar algumas perdas de drenagem e limpeza do sistema sendo inferior a 0,2% e que tem características do rejeito com pH de 6 a 8 e densidade média de 1,530 g/cm<sup>3</sup> contendo: Poliacrilato de sódio e barrilha ou soda caustica.

No caso de haver as perdas citadas acima esse montante pode ser direcionado ao mesmo sistema de drenagem do separador magnético e bombeado para a mesma bacia de sedimentação sem danos a característica dos rejeitos das etapas de centrifugação e separação magnética por se tratar de traços comparados aos volumes totais das estações anteriores.

**Evaporação** – Etapa destinada a concentrar a solução de caulim redisperso para posterior secagem. Esta etapa gera efluente líquido condensado sendo constituído de água com valores de sólido inferior a 0,5% com densidade 1,0 g/cm<sup>3</sup> e pH 6 a 7.

**Disposição Final** – Este efluente pode ser utilizado e enviado em conjunto com os efluentes da centrifugação e separador magnético sendo depositado na mesma bacia de sedimentação. Essa operação se faz interessante por questões técnicas de bombeamento dos rejeitos reduzindo sua densidade e facilitando o bombeamento para a bacia. Para esse condensado, também pode-se elaborar projeto de reutilização energética em trocadores de calor e com o devido tratamento iônico reutilizar 100% do condensado para geração de vapor.

**Secagem** – Etapa que não gera efluente líquido, onde toda a água retirada sai na forma de vapor superaquecido isento de contaminantes sendo disperso na atmosfera.

Ressalta-se que o ideal é que todas as águas residuais de processos sejam reutilizadas no próprio processo, evitando-se, portanto, a geração de efluentes líquidos e a consequente

emissão dos mesmos para os corpos hídricos. Para as ocasiões de chuvas além das bacias de contenção, parte da água de drenagem poderá ser utilizada nos processos iniciais onde não é necessária alta pureza da água.

### **1.16.1.3 Efluentes Líquidos Oleosos**

Serão gerados efluentes líquidos oleosos nas áreas de manutenção de máquinas e áreas de abastecimento a serem implantadas pelas contratadas. Estas instalações somente serão utilizadas após a completa implantação dos respectivos sistemas de tratamento dos efluentes líquidos oleosos, que serão constituídos basicamente por Sistema Separador de Água e Óleo (SAO).

Os efluentes serão tratados de tal forma que seja possível o reuso integral, caldeira, termoelétrica, no próprio processo gerador, ou o seu acondicionamento em tambores de tampa removível, para destinação final. A operação destes sistemas, bem como a secagem do lodo neles gerados e o acondicionamento, serão de responsabilidade das empresas contratadas, inclusive o fornecimento dos tambores. A empresa deverá providenciar o recolhimento e destinação final do lodo pré-condicionado e disposto nestes tambores conforme PGRS.

### **1.16.1.4 Efluentes Domésticos**

#### **Geração e tratamento de efluentes domésticos na etapa de construção e início de lavra**

Serão gerados efluentes domésticos nas operações de lavra, durante as construções do mineroduto e da usina de beneficiamento, estes efluentes serão tratados. Durante estas etapas serão adotados os processos de destinação dos efluentes domésticos em fossas sépticas devidamente projetadas para a área de manutenção de máquinas e áreas de guarda de equipamentos nos canteiros de obras nestas operações. Como alternativa poderão ser adotados pequenos sistemas modulares ou banheiro químico, com a devida retirada dos resíduos sólidos gerados. A manutenção das fossas deverá ser periódica, verificando-se o nível do reservatório e, quando da necessidade de descarte, contratar uma empresa credenciada e de bom conceito no mercado.

## **Geração e tratamento de efluentes domésticos na etapa de construções do mineroduto e da usina de beneficiamento**

Serão gerados efluentes domésticos nas operações de lavra, durante as construções do mineroduto e da usina de beneficiamento, estes efluentes serão tratados. Durante estas etapas serão adotados os processos de destinação dos efluentes domésticos em fossas sépticas devidamente projetadas para a área de manutenção de máquinas e áreas de guarda de equipamentos nos canteiros de obras nestas operações. Como alternativa poderão ser adotados pequenos sistemas modulares ou banheiro químico, com a devida retirada dos resíduos sólidos gerados.

## **Geração e tratamento de efluentes domésticos na etapa de operação**

Serão gerados efluentes domésticos nas operações de lavra e beneficiamento, assim como nas áreas administrativas, laboratórios e outras fontes com ocupação humana. Para uma população de 400 pessoas considerando-se a geração de 70L/hab.dia teremos uma vazão diária de 28.000L/dia.

Estes efluentes serão tratados utilizando-se pequenos sistemas modulares compactos, projetados para a quantidade de ocupantes, funcionários e outros usuários, conforme NBR 7229 (BRASIL, 1992).

A remoção da matéria orgânica, sólidos e demais poluentes presentes nos efluentes domésticos deverá ser de nível secundário e atender aos padrões da resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011) e Resolução COMDEMA 34 de 2012 (MANAUS, 2012). Para o lançamento destes efluentes em corpos hídricos será considerada a capacidade de autodepuração dos efluentes no corpo receptor, considerando a vazão e este como de classe II, conforme resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005). Os sistemas modulares são sistemas de nível secundário utilizados por diversas empresas, fábricas e instituições da região. São constituídos de módulos conjugados de tratamento com processo anaeróbio seguido de aeróbio. Estes sistemas vêm apresentando boa eficiência e aceitação no mercado.

### **1.16.1.5 Sistemas de Drenagem e Reuso de Águas de Chuva**

O sistema de drenagem superficial tem por objetivo a implantação de dispositivos e estruturas capazes de captar as águas pluviais e/ou superficiais incidentes na área do empreendimento e disciplinar o seu fluxo até o descarte final para o meio ambiente. Estes dispositivos garantirão a estabilidade e integridade física das estruturas projetadas especialmente nas fases de implantação e operação durante a incidência de precipitações intensas típicas da região.

O projeto do sistema de drenagem da planta de beneficiamento, instalações de apoio, mina, pilhas, barragens, acessos e pátios adotarão dimensionamento adequado para as valetas de proteção, canaletas, bueiros de greide e talvegues transpostos pelo traçado dos acessos e em função das condições topográficas. Serão construídos dissipadores de energia, vertedouros, bacias de sedimentação, dentre outros, para evitar os riscos de início de processos erosivos e consequente lançamento de partículas sólidas para o meio ambiente.

O dimensionamento dos sistemas de drenagem adotarás as seguintes premissas e estruturas:

- Coleta e condução de águas pluviais para barragem de rejeitos ou bacias de contenção de sólidos;
- Drenagem dos acessos através de dispositivos que servem para dar direcionamento às águas precipitadas;
- Drenagem de grotas através de dispositivos que servem para transpor águas superficiais sob acessos e pátios;
- Controle da vazão e velocidade das águas para evitar carreamento dos sólidos para o meio ambiente.

### **1.16.1.6 Beneficiamento – Efluentes**

Os efluentes oriundos da limpeza das áreas da planta de beneficiamento serão direcionados para canaletas de concreto e seguirão para barragem de rejeitos ou para bacias de contenção de sólidos. Neste caso o efluente será descartado nas drenagens naturais atendendo aos parâmetros de qualidade estabelecidos pela legislação.

A barragem de rejeitos possui papel importante para o empreendimento, pois tem como premissa receber e conter o material sólido não aproveitado no processo e armazenar a água que será recirculada para a planta de beneficiamento. Operando desta forma o sistema contribuirá para o balanço hídrico do empreendimento e reduzirá a necessidade de captação de água nova superficial ou subterrânea. Estima-se que 50% da demanda de água de todo o processo produtivo será proveniente de recirculação diretamente das barragens de rejeitos. Da água disponível a ser recuperada, estima-se uma recuperação de 70%, sendo o restante perdido por evaporação nas barragens e/ou a indisponibilidade técnica de sua recuperação.

Os efluentes gerados nas atividades industriais como oficinas e que estiverem contaminados com óleos e/ou graxas serão direcionados para tratamento em caixas separadoras. O efluente final livre de contaminantes será descartado para o meio ambiente e os contaminantes retidos no sistema serão devidamente coletados e encaminhados para descarte final conforme determinado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

#### **1.16.1.7 Acessos**

A água pluvial ou superficial que incidir sobre os acessos serão escoadas e direcionadas para sarjetas e/ou canaletas que conduzirão o efluente aos bueiros de greide ou de talvegue, interligados por caixas de coleta e de sedimentação, conforme o conceito do sistema de drenagem proposto.

Os bueiros de talvegue terão a finalidade de transpor as águas pluviais e dos talwegues naturais sob os acessos até os pontos lançamento no terreno natural. Já os bueiros de greide irão transpor somente as águas captadas pelas canaletas de banquetas, sarjetas e caixas coletoras e de sedimentação até os pontos de lançamento final.

#### **1.16.1.8 Mina**

Durante a fase de implantação da mina, bem como desenvolvimento na fase de operação, se faz necessária a supressão da vegetação e remoção do capeamento. Estas atividades provocam a exposição do solo e das camadas superficiais do minério que quando recebem a incidência de chuvas ocasionam o desenvolvimento de processos erosivos.

Nestas condições o controle da drenagem será feito executando dispositivos provisórios definidos em campo de acordo com a necessidade avaliada na frente de serviço. As águas pluviais serão direcionadas por meio de canaletas escavadas e leiras para sumps e diques construídos com o objetivo de diminuir a velocidade da água para sedimentar os sólidos carregados e ainda promover a infiltração no solo.

Durante a lavra para controle das drenagens os bancos serão desenvolvidos com um caimento em direção ao pé do talude e uma inclinação longitudinal de 2% para direcionamento das águas para fora das praças, acessos e bermas operacionais e das pilhas. Leiras de proteção das bermas servirão ainda como dispositivo para evitar o escoamento da água por sobre a face dos taludes. Sumps, bacias ou diques de contenção de sólidos serão escavadas no terreno a jusante dos pontos de lançamento das drenagens com a função de conter sedimentos sólidos carregados pela chuva e melhorar a infiltração das águas no solo. O transbordo dessas bacias (isento de sólidos) será reintegrado à drenagem natural.

### **1.16.2 Resíduos Sólidos**

Neste item será abordada a caracterização dos resíduos sólidos gerados, com base nos critérios estabelecidos pela NBR 10004, quanto à origem, coleta, quantidade (Kg/dia), condições de acondicionamento, de estocagem, manuseio e tratamento e/ou disposição final e os procedimentos de controle a serem adotados, visando minimizar a geração de resíduos.

#### **a) Resíduos Sólidos Classe II-A e II-B**

##### **Geração de resíduos na etapa de construção e início de lavra**

Na etapa de montagem de acampamento para trabalhadores serão gerados resíduos durante a construção, montagem de estruturas.

Os resíduos gerados nesta etapa são restos de madeira, pedaços de telhas cortadas, resíduos orgânicos gerados na alimentação dos operadores. Estes resíduos são classificados como classe II B - Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, a 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, conforme anexo G da mesma Norma.

### **Geração de resíduos na etapa de Lavra de Caulim**

Nesta etapa ocorre a estocagem de solo orgânico de superfície, estocagem de estéril e resíduos de lavra de caulim. Os solos retirados nesta etapa serão utilizados para reafeiçoamento topográfico da cava, com retorno do rejeito arenoso, estéril e recomposição de solo. Neste sentido a maior preocupação é manter este solo armazenado de forma a não ser arrastado para os corpos d'água.

### **Geração de resíduos sólidos na etapa de operação**

Serão gerados resíduos de origem doméstica nas operações de lavra e beneficiamento, assim como nas áreas administrativas, laboratórios, atendimento médico e outras fontes com ocupação humana, ver Quadro 1.16.2-1.

PONTOS DE GERAÇÃO	RESÍDUOS GERADOS
Vestuário e Departamentos	Papel, papelão, plástico, vidro, orgânico
Lanchonetes e Restaurantes	Papel, papelão, plástico, vidro, orgânico, óleo.
Administração	Papel, papelão, plástico, vidro, orgânico
Banheiros e Varrição	Papel, plástico, vidro, orgânico

Quadro 1.16.2-1 – Pontos de geração de resíduos.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

Estes resíduos serão separados conforme estabelecido no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e serão tratados utilizando-se sistemas coletores de resíduos conforme sua origem, projetados e dispostos para a quantidade de ocupantes, funcionários e outros usuários.

A resolução CONAMA nº 275 de 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 e define a coleta seletiva como um instrumento para evitar sua contaminação de resíduos sólidos e semissólidos a fim de favorecer a reciclagem. O objetivo da decisão é estabelecer um padrão nacional de cores e adequá-lo aos

padrões internacionais. O Quadro 1.16.2-2 apresenta a listagem das cores inerentes aos resíduos.

RESÍDUO	COR DO RECIPIENTE E IDENTIFICAÇÃO
Papel	Azul
Plástico	Vermelho
Metal	Amarelo
Vidro	Verde
Orgânico	Marron
Madeira	Preto
Serviço de saúde e ambulatorial	Branco
Perigoso	Laranja
Radioativo	Roxo
Resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.	Cinza

Quadro 1.16.2-2 - Cores da coleta seletiva.

Fonte: CONAMA, Resolução nº 275, 2011.

## **b) RESÍDUOS SÓLIDOS CLASSE I**

São aqueles que apresentam periculosidade, conforme definido no Item 3.2 da NBR 10004, ou uma das características descritas em 4.2.1.1 a 4.2.1.5 da mesma Norma, ou constem nos seus anexos A ou B.

### **Etapa de construção e início de lavra**

Os resíduos perigosos gerados nesta etapa são restos de óleo, latas de tintas vazias, estopa, filtros de óleo, filtros de ar, peças danificadas. Estes resíduos deverão ser destinados de forma adequada subcontratando empresas devidamente licenciadas para este fim.

Limpeza de Veículos: Os dejetos provenientes da lavagem de veículos e equipamentos trata-se de óleo lubrificante, graxas e combustíveis para o acionamento dos motores dos caminhões e tratores.

### **Etapa de Lavra de Caulim**

Nesta etapa ocorre a estocagem de solo orgânico de superfície, estocagem de estéril e resíduos de lavra de caulim. Para esta etapa serão utilizados máquinas e equipamentos de grande porte. Estes equipamentos quando em manutenção geram óleo, latas de tintas vazias, estopa,

filtros de óleo, filtros de ar. Estes resíduos deverão ser destinados de forma adequada subcontratando empresas devidamente licenciadas para este fim.

### Etapa de operação

Serão gerados resíduos perigosos nas operações de lavra e beneficiamento, assim como nas áreas administrativas, laboratórios, atendimento médico, processo industrial e outras. Estes resíduos são compostos por lâmpadas, óleo mineral, cartuchos de tinta, efluente de limpa fossa, tintas industriais, lodo das Estações de Tratamento de Esgoto Doméstico e fossas sépticas.

Deverá ser construída uma Central de Resíduos para o armazenamento temporário dos resíduos a serem destinados por empresas contratadas e os resíduos recicláveis passíveis de venda no mercado de reciclados. O Quadro 1.16.2-3 e Quadro 1.16.2-4 contém a classificação geral dos resíduos industriais e domésticos.

Setor	Resíduo	Classificação conforme NBR 1004/2004	Destinação final proposta
Estação de tratamento de esgoto (ETE)	Lodo	Classe I	Células de Resíduos Classe I
Administrativo/Operacional	Óleos e Graxas	Classe I	Tanques de Armazenamento de óleos para disposição temporária e posterior destinação final fora da área do empreendimento.
	Material contaminado c/ Óleos e Graxas	Classe I	Galpão para disposição (Central de Resíduos) temporária e posterior destinação final fora da área do empreendimento. Aqueles resíduos que apresentarem evidências de contaminação, serão dispostos em local apropriado, coberto, cercado e com piso impermeável.
	Embalagens Contaminadas	Classe I	
	Embalagens não contaminadas	Classe II A	
	Tambores de Óleos Lubrificantes	Classe I	
	Pneus	Classe II B	
	Sucatas Metálicas	Classe II A	
	Borracha	Classe II A	
Lâmpadas	Classe I		
Administrativo/Operacional	EPI's usados não contaminados	Classe II A	Galpão para disposição temporária (Central de Resíduos) e posterior destinação final fora da área do empreendimento. Aqueles resíduos que apresentarem evidências de contaminação, serão dispostos em local apropriado, coberto, cercado e com piso impermeável.
	EPI's usados contaminados	Classe I	
	Baterias e Pilhas	Classe I	
	Papelão	Classe II A	
	Vidros	Classe II B	
	Resíduos de Serviços (RSS)	Classe I	Células de resíduos de serviços de saúde (destinação terceirizada) na Central de Resíduos.

Quadro 1.16.2-3 - Classificação geral dos resíduos industriais e domésticos

Fonte: KALAMAZON, 2015.

Estrutura de Controle Ambiental	Objetivo	Atividade e/ou Estrutura
Central de Resíduos	Gestão dos resíduos sólidos diversos	Pátio de produtos
		Canteiro de obras central e canteiro da pilha de rejeitos.
		Canteiros de obras principais e avançados Usinas de Beneficiamento.
		Almoxarifado.
		Alojamentos.
Fossas	Controle de efluentes domésticos	A serem estudados e verificados os locais de instalação.
Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)	Gestão e controle dos efluentes domésticos	Para o tratamento dos efluentes doméstico gerados na área de processamento incluindo o Lodo
Separador de água e óleo - SAO	Gestão e controle dos efluentes oleosos	Oficina de veículos/Caldeira/Manutenção/Termoelétrica
Sistema de drenagem superficial	Para controle das águas pluviais	Na área industrial, nas vias de acesso
Central de Resíduos	Gestão dos resíduos sólidos diversos	Pátio de produtos.
Limpezas de fossas	Gestão dos resíduos sólidos diversos	Canteiro de obras central e área de Rejeitos.
		Canteiros de obras principais e avançados usinas de beneficiamento.
		Almoxarifado.
		Alojamentos.

Quadro 1.16.2-4 - Estrutura de Controle Ambiental.

Fonte: KALAMAZON, 2015

### **Resíduos de Processos da Lavra e Processamento**

Toda areia separada no processo de desareamento será enviada para barragem de rejeitos onde o material sólido constituído de areia e traços de material caulínico será sedimentado ao fundo da barragem, tendo sua água de bombeamento recuperada para o processo produtivo.

Quando da exaustão da barragem de rejeitos, será efetuada a recuperação ambiental seguindo-se as normas ambientais para tal processo. Outra alternativa para maximizar a vida útil da barragem e também para agregar valor no rejeito arenito gerado será buscar projetos de comercialização da areia podendo ser:

- Comercialização para mercado de construção civil como agregado em argamassas de revestimento, concreto armado e demais aplicações;

- Comercialização para indústria de vidro e lâs de vidro, sendo uma das matérias primas base dessas indústrias;
- Composição de aterros e obras de urbanização onde se faça necessário; e
- Comercialização para indústria de tijolos e peças armadas de solo-cimento.

Todos esses nichos de mercado podem ser estudados e por ventura, se mostrando economicamente viáveis, serem explorados por parceiros ao empreendimento. Para esse caso prever-se-á estrutura operacional onde se possa criar uma estação de tratamento, secagem e classificação de areia a ser instalada caso se desenvolva a aplicação economicamente viável.

### **1.16.3 Emissões Atmosféricas**

#### **1.16.3.1 Emissões Atmosféricas de Fontes Móveis**

Serão gerados gases resultantes dos motores a combustão dos veículos e equipamentos a óleo diesel. Para minimizar a emissão dos gases dos veículos (CO e NO<sub>x</sub>) é necessário que os mesmos sejam submetidos constantemente a revisão e manutenção dos motores, evitando desta forma o mau funcionamento dos motores, e conseqüentemente, a emissão de CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub> relevantes.

#### **1.16.3.2 Emissões Atmosféricas nas Várias Etapas Operacionais**

##### **a) Emissões atmosféricas na operação de lavra**

1 – Operação de desmate e supressão vegetal – Poeira formada pela movimentação de veículos, equipamentos pesados como escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes convencionais com suporte de equipamentos de apoio como trator de esteiras e motoniveladora.

2 – Retirada e armazenamento do solo superficial - Poeira formada pela movimentação de veículos, equipamentos pesados como escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes convencionais com suporte de equipamentos de apoio como trator de esteiras e motoniveladora.

3 – Operação de decapeamento (extração do estéril) e transporte do estéril para a área em reafeiçoamento topográfico - poeira formada pela movimentação de veículos, equipamentos

pesados como escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes convencionais com suporte de equipamentos de apoio como trator de esteiras e motoniveladora.

4 – Transporte do estéril para reafeiçoamento da área já lavrada - Poeira formada pela movimentação de veículos, equipamentos pesados como escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes convencionais com suporte de equipamentos de apoio como trator de esteiras e motoniveladora.

5 – Lavra do caulim - Poeira formada pela movimentação de veículos, equipamentos pesados como escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes convencionais com suporte de equipamentos de apoio como trator de esteiras e motoniveladora.

6 – Transporte do caulim para planta de desareamento - Poeira formada pela movimentação de veículos, equipamentos pesados como escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes convencionais com suporte de equipamentos de apoio como trator de esteiras e motoniveladora.

7 – Descarga do rejeito sólido da planta para reafeiçoamento da área já lavrada - Poeira formada pela movimentação de veículos, equipamentos pesados como escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes convencionais com suporte de equipamentos de apoio como trator de esteiras e motoniveladora.

8 – Descarga do estéril extraído para reafeiçoamento da área já lavrada - Poeira formada pela movimentação de veículos, equipamentos pesados como escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes convencionais com suporte de equipamentos de apoio como trator de esteiras e motoniveladora.

9 – Descarga do solo retirado e espalhamento para reabilitação da área já reafeiçoada topograficamente - Poeira formada pela movimentação de veículos, equipamentos pesados como escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes convencionais com suporte de equipamentos de apoio como trator de esteiras e motoniveladora

Para todas estas operações será mantido um processo de umidificação no solo de modo a evitar a emissão de poeiras para o ambiente.

## **b) Emissões atmosféricas de processos industriais**

Nas etapas de dispersão, desareamento, centrifugação e separação magnética, os processos são feitos a úmido, sendo que apenas nas atividades de transporte de material, secagem dos mesmos em pátio ocorrerá a emanação de poeiras. O pátio estará sendo umidificado e todas as áreas de processamento serão drenadas de forma a evitar o carreamento de material para corpos d'água.

Na etapa de branqueamento (alveamento químico) ocorre a liberação de sulfetos para o ambiente ocupacional e as ações de prevenção, conforme determina NR 15 e NR 9 deverão ser adotadas.

Nas etapas de filtragem, redispersão, evaporação os processos são realizados a úmido.

A caldeira será a gás com baixas emissões de CO, NOx e SOx, classificada como uma fonte fixa de emissões, deverá ser monitorada de forma a atender aos parâmetros de emissão previstos.

A operação de spray dryer (secagem) é a operação mais delicada em relação às emissões atmosféricas. Nesta etapa todo caulim que emana do equipamento de spray dryer é recuperado através de filtros de mangas instalados tanto para reduzir as emissões quanto para recuperar em torno de 10% de caulim. A operação de despoeiramento é uma etapa essencial no processo tanto no aspecto ambiental quanto no aspecto econômico. Durante as transferências em correias transportadoras será feito o processo de despoeiramento e umidificação do ambiente quando necessário.

Na operação da planta via seca temos uma situação similar ao que ocorre na operação do spray dryer. Nesta etapa todo o caulim que emana do processo de britagem e moagem é recuperado através de filtros de mangas instalados tanto para reduzir as emissões quanto para recuperar em torno de 15% de caulim. A operação de despoeiramento é uma etapa essencial no processo tanto no aspecto ambiental quanto no aspecto econômico. Durante as transferências em correias transportadoras será feito o processo de despoeiramento e umidificação do ambiente quando necessário. Para o processo de deposição da areia em pilhas e o transporte via caminhões será feito o processo de umidificação do ambiente quando necessário.

Durante o ensacamento ocorrerão emissões atmosféricas de poeiras ao ambiente ocupacional e as ações de prevenção, conforme determina NR 15 e NR 9 deverão ser adotadas.

**c) Emissões atmosféricas na operação de transferência – mineroduto**

Sistema fechado de transferência, não havendo emissão de poeira para o ambiente.

**d) Emissões atmosféricas nas operações de armazenamento, enchimento de containers e enchimento de big bags**

Poeira formada pela movimentação de veículos e para estas operações será mantido um processo de umidificação no piso de modo a evitar a emissão de poeiras para o ambiente.

**e) Emissão de SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub> fontes móveis**

No transporte do minério de caulim bruto extraído da cava para a usina de desareamento (*degritting*) através de caminhões convencionais.

## **1.16.4 Ruído e/ou Vibração**

Não está previsto o uso de explosivos em sistemas de ROM, neste sentido os ruídos e vibrações serão aqueles gerados por máquinas e equipamentos industriais instalados para as diversas etapas de lavra e processamento.

### **1.16.4.1 Operação de lavra**

1 – Operação de desmate e supressão vegetal, retirada e armazenamento do solo superficial e operação de decapeamento, transporte do estéril – ruído e vibração gerados pela movimentação de veículos, equipamentos pesados como escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes convencionais com suporte de equipamentos de apoio como trator de esteiras e motoniveladora.

2 – Lavra e transporte do caulim para planta de desareamento do caulim - ruído e vibração gerados pela movimentação de veículos, equipamentos pesados como escavadeiras

hidráulicas e caminhões basculantes convencionais com suporte de equipamentos de apoio como trator de esteiras e motoniveladora.

3 – Descarga do rejeito sólido da planta para reafeiçoamento e descarga do estéril extraído para reafeiçoamento da área já lavrada – ruído e vibração gerados pela movimentação de veículos, equipamentos pesados como escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes convencionais com suporte de equipamentos de apoio como trator de esteiras e motoniveladora.

4 – Ruído e vibração gerados na descarga do solo retirado e espalhamento para reabilitação da área já reafeiçoada topograficamente.

No âmbito de segurança e saúde ocupacional as ações de prevenção deverão ser adotadas conforme determinam as normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego NR 15 (anexos 1, 2 e 8) e NR 9.

Para o ruído gerado para a vizinhança deverão ser monitorados os valores de pressão sonora para a comunidade no entorno conforme NBR 10151 e 10152.

#### **1.16.4.2 Ruídos Gerados nos Processos Industriais**

Nas etapas de britagem, moagem, classificação aerodinâmica, dispersão, desareamento, centrifugação, separação magnética branqueamento (alvejamento químico), filtragem, redispersão, evaporação caldeira, spray dryer (secagem), ensacamento ocorrerá a geração de ruído e vibrações, tanto no aspecto ambiental quanto no âmbito da saúde do trabalhador.

No âmbito de segurança e saúde ocupacional as ações de prevenção deverão ser adotadas conforme determinam as normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego NR 15 (anexos 1, 2 e 8) e NR 9.

Para o ruído gerado para a vizinhança deverão ser monitorados os valores de pressão sonora para a comunidade no entorno conforme NBR 10151 e 10152.

## 1.17 SUPRESSÃO VEGETAL

Para a implantação do Projeto Caulim/Kalamazon será necessária a supressão de vegetação de parte da Área Diretamente Afetada, tanto na **ADA 1**, quanto na **ADA 2**.

Na **ADA 1** será necessária a supressão para a instalação da área de mina, de usina de desareamento, do mineroduto, das vias de acessos, das barragens e da planta de beneficiamento.

Na **ADA 2** será necessário apenas para as áreas de mina e de lançamento de estéril.

A supressão vegetal provoca a exposição do solo, que pode ocasionar o desenvolvimento de processos erosivos e assoreamento de cursos d'água. Outro efeito importante é a destruição do habitat e o afugentamento de animais. Outras implicações relevantes poderão afetar o meio natural e a preservação de espécies da vida animal ou vegetal. Esses impactos negativos poderão ser minorados a partir da aplicação das medidas que se recomendam no Programa de Controle de Supressão de Vegetação (PCSV).

O PCSV, integrante deste EIA, indica os cuidados e precauções quantos às operações de supressão vegetal, inclusive sobre a destinação dos materiais dela resultante, o deslocamento da fauna para áreas circunvizinhas e a proteção de espécies da flora protegidas por lei.

O resultado final do inventário florestal, com volumes com casca, nas classes de lenha e madeira, e total de indivíduos por classes de uso, a ser suprimida nos primeiros 5 anos, está apresentado no Anexo 3 do Volume 3, citado no Capítulo 4.2.3, Item 4.2.3.6.3. A vegetação nativa remanescente, corresponde a Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas (Db) combinado com vegetação secundária, existindo na área diretamente afetadas áreas de pastagens e culturas cíclicas. Para esse período, está estimado uma extensão de aproximadamente 248 ha para ser suprimida, incluindo Floresta Primária e Secundária.

### 1.17.1 Abrangência

As áreas que serão ocupadas pelos próximos 5 anos, para as quais será necessária a supressão, constam nas Áreas Diretamente Afetadas (ADA 1 e 2), com as posições indicadas nas Figura 1.17.1-1 e Figura 1.17.1-2. Para a ADA 1, a Figura 1.17.1-3 indica as estruturas que serão implantadas, bem como as suas localizações. O Quadro 1.17.1-1, traz a listagem dessas estruturas.

Estrutura	Tipo estrutura
W14	Pilha
D3	Barragem Rejeitos de desareamento
P2	Barragem Rejeitos de beneficiamento
Cava	Cava
PD1/PD2	Plantas de desareamento
M1	Mineroduto
PB1	Planta de beneficiamento
Acessos	Acessos
	TOTAL

Quadro 1.17.1-2 - Alternativas localização.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

A área do estudo correspondente a ADA 1 possui um total de 996 ha. Nessa ADA encontra-se aproximadamente 558 ha com vegetação nativa. Desse total, está prevista a ocupação de 418 ha nos primeiros cinco (05) anos do projeto, sendo uma parte representada por 248 ha com vegetação nativa remanescente, que sofrerá supressão vegetal, e 169 ha sem cobertura vegetal e com vegetação rasteira, que não necessita de supressão.

Para a ADA 2, a Figura 1.17.1-2 indica as estruturas que serão implantadas, bem como as suas localizações.

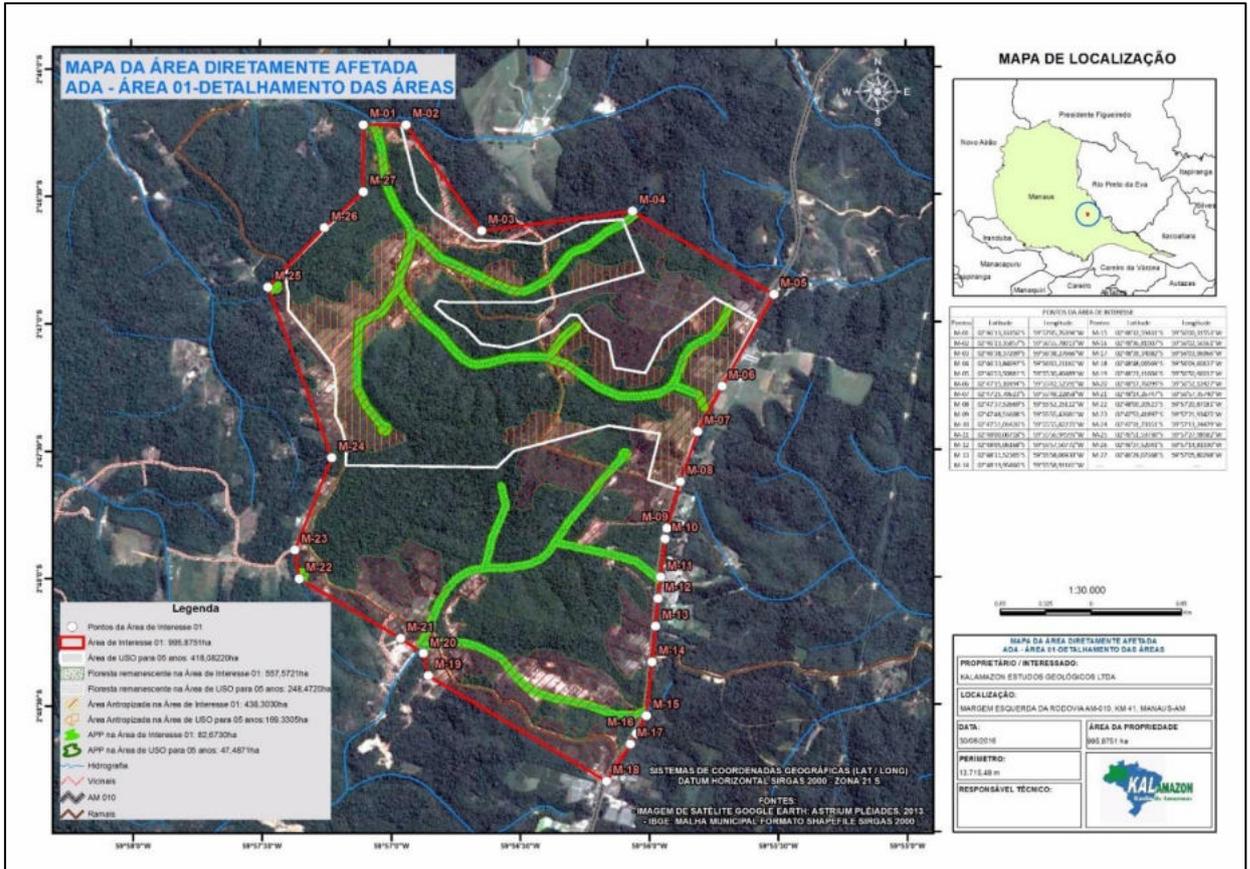


Figura 1.17.1-1 - Indicação das áreas onde ocorrerá supressão vegetal – ADA 1.

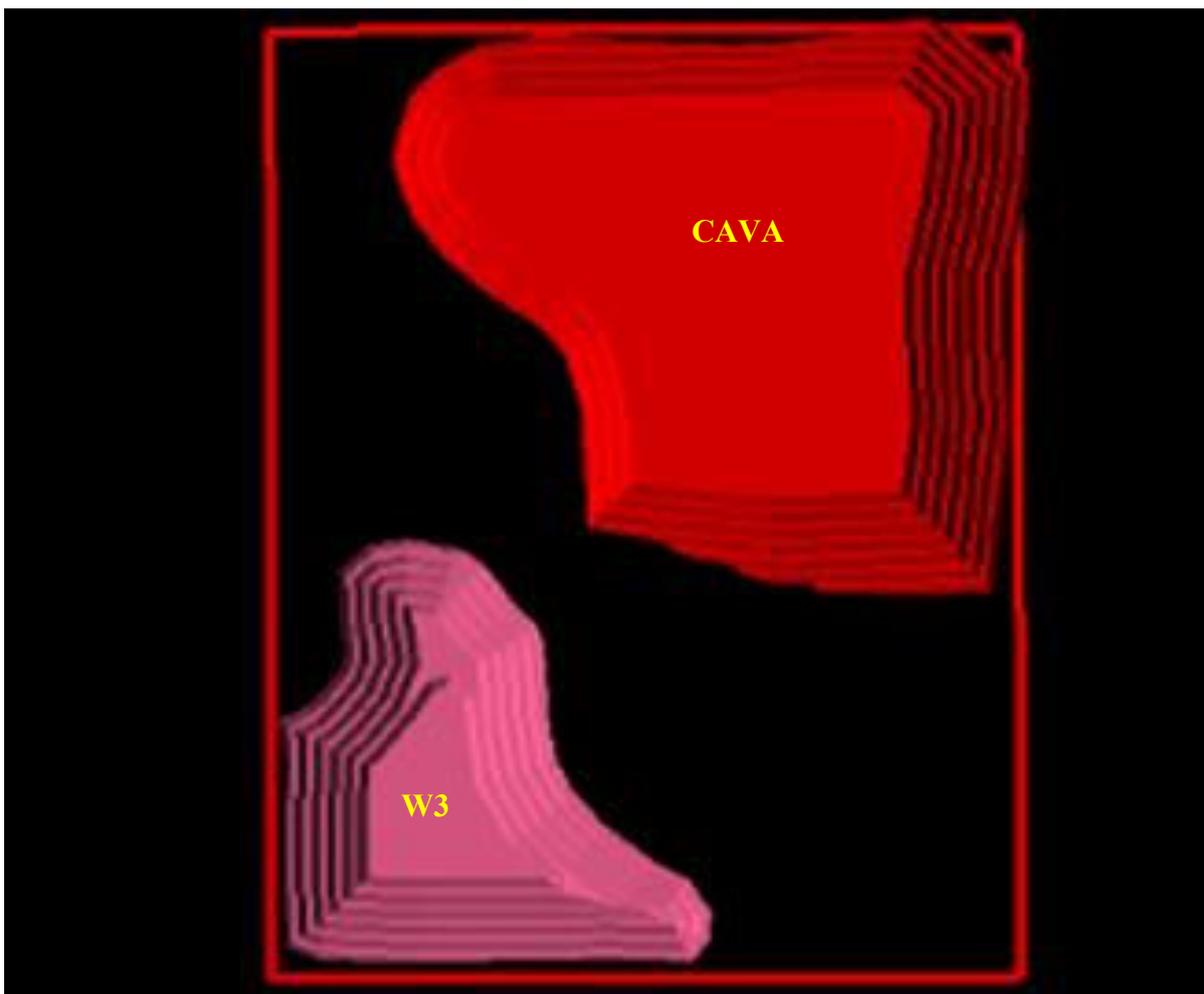


Figura 1.17.1-2 - Indicação das áreas de supressão vegetal (Cava e pilha de estéril W3).

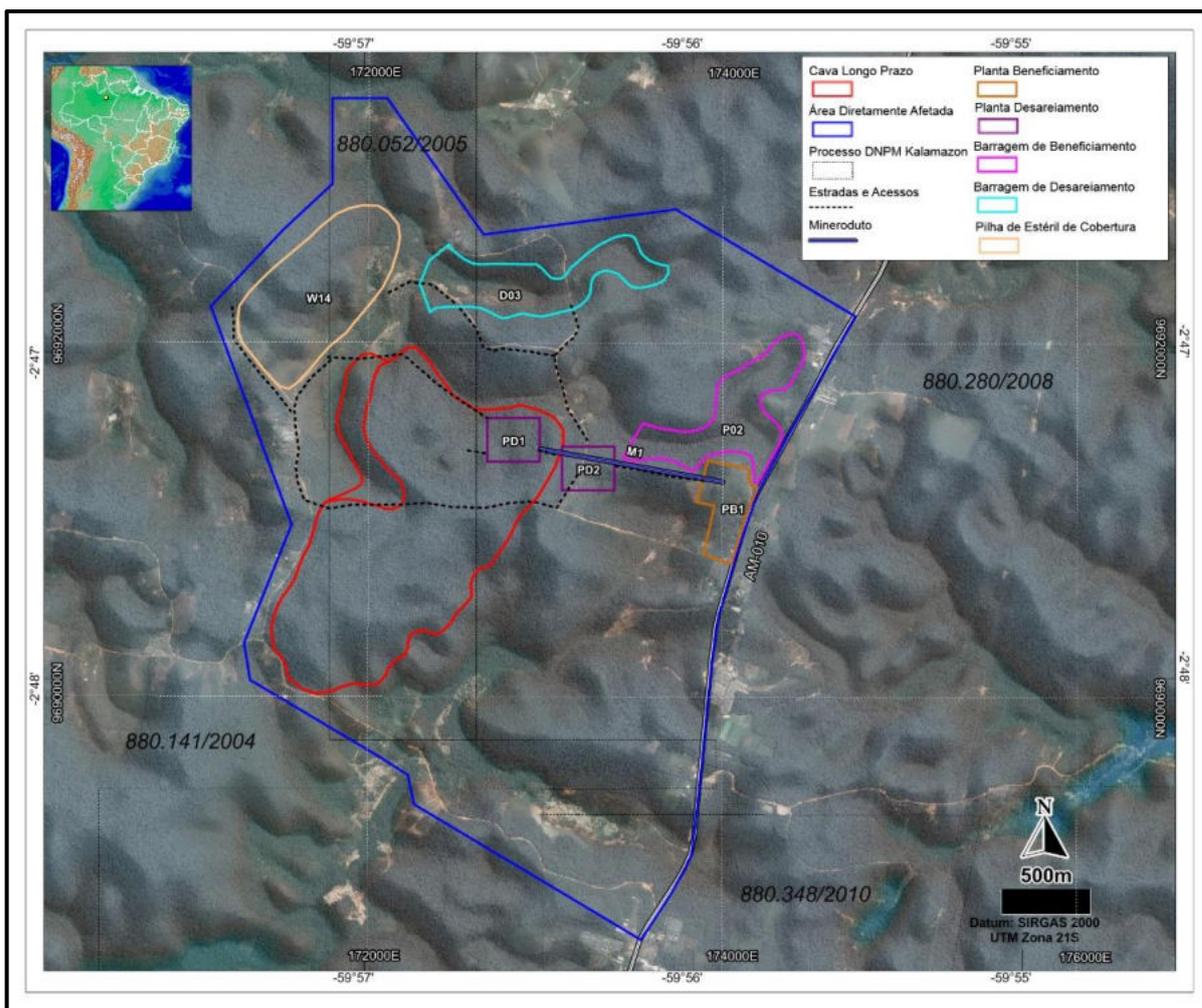


Figura 1.17.1-3 - Configuração do arranjo das estruturas em imagem de satélite.

Fonte: KALAMAZON, 2015.

## 1.18 Planta Baixa

A Planta baixa do complexo minerário encontra-se no Anexo I.

## Capítulo 2: Legislação Aplicável

### 2 ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS APLICÁVEIS

Este capítulo tem como objetivo apresentar a legislação ambiental aplicável à atividade de mineração, servindo como referência legal para o Projeto Caulim/Kalamazon. Para tanto, quando cabível, estão elencadas e comentadas as principais Leis, Resoluções, Instruções Normativas, Portarias, Pareceres e Decretos editados nas esferas Federal, Estadual e Municipal competentes, especialmente os relacionados à atividade de mineração e o seu licenciamento.

Neste Capítulo procurou-se reunir o arcabouço legal sobre o qual deve ser submetida a atividade da mineração, de forma a permitir o seu adequado cumprimento, tanto por parte do empreendedor e quanto pelos órgãos de competência relacionada, em resposta à intenção dos legisladores com vista a preservar e conservar o meio ambiente e promover o uso sustentável dos recursos naturais.

O licenciamento ambiental é uma imposição constitucional à instalação de qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente, estando suas diretrizes na Esfera Federal previstas na Lei n. 6.938/1981, que dispõe sobre a política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e a sua regulamentação encontra-se na Resolução CONAMA n. 237/1997.

Segundo a Resolução CONAMA n. 237/1997, estão sujeitos ao licenciamento ambiental os empreendimentos e as atividades relacionadas em seu Anexo I, no qual consta a extração e o tratamento de minerais, incluindo, a pesquisa mineral com guia de utilização, a lavra a céu aberto, inclusive de aluvião, com ou sem beneficiamento, a lavra subterrânea com ou sem beneficiamento e a lavra garimpeira, logo, estas atividades devem, obrigatoriamente, serem submetidas ao licenciamento ambiental.

Além desses dispositivos, a própria Constituição Federal de 1988, Artigo 225, § 1º, trata do procedimento de licenciamento ao “exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente degradadora do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade”.

Em nível Federal, dentre os órgãos que têm a responsabilidade de definir as diretrizes e regulamentações, bem como atuar na concessão, fiscalização e cumprimento da legislação mineral e ambiental para o aproveitamento dos recursos minerais, destacam-se os seguintes:

(i) **Ministério do Meio Ambiente – MMA:** responsável por formular e coordenar as políticas ambientais, assim como acompanhar e superintender sua execução;

(ii) **Ministério de Minas e Energia – MME:** responsável por formular e coordenar as políticas dos setores mineral, elétrico e de petróleo/gás;

(iii) **Secretaria de Minas e Metalurgia – SMM/MME:** responsável por formular e coordenar a implementação das políticas do setor mineral;

(iv) **Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM:** responsável pelo planejamento e fomento do aproveitamento dos recursos minerais, preservação e estudo do patrimônio paleontológico, cabendo-lhe também superintender as pesquisas geológicas e minerais, bem como conceder, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional, de acordo o Código de Mineração;

(v) **Serviço Geológico do Brasil – CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais):** responsável por gerar e difundir conhecimento geológico e hidrológico básico, além de disponibilizar informações e conhecimento sobre o meio físico para a gestão territorial;

(vi) **Agência Nacional de Águas – ANA:** responsável pela execução da Política Nacional de Recursos Hídricos, sua principal competência é a de implementar o gerenciamento dos recursos hídricos no país. Responsável também pela outorga de água superficial e subterrânea, inclusive aquelas que são utilizadas na mineração;

(vii) **Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA:** responsável por formular as políticas ambientais, cujas Resoluções têm poder normativo, com força de lei, desde que, o Poder Legislativo não tenha aprovada legislação específica;

(viii) **Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH:** responsável por formular as políticas de recursos hídricos; promover a articulação do planejamento de recursos hídricos; estabelecer critérios gerais para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos e para a

cobrança pelo seu uso.

**(ix) Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA:** responsável, em nível federal, pelo licenciamento e fiscalização ambiental;

O conteúdo deste Capítulo está distribuído em subtítulos por Esfera de Governo que expediu a legislação, enfocando temas relacionados à legislação aplicável ao empreendimento do Projeto Caulim, visando facilitar a identificação e análise do assunto que se pretende consultar. Trata-se de informações legais que subsidiarão a análise dos Estudos Prévios de Impacto ambiental (EPIA), sobretudo pelos órgãos competentes, entre os quais o IPAAM, o MPE, o MPF, a FUNAI, o IBAMA e orientarão os técnicos da empresa nas fases de pré-instalação, instalação, operação e fechamento.

## 2.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL

### 2.1.1 Meio Ambiente e Licenciamento Ambiental

#### **Lei Federal n. 6.938/81**

Alterada pela Lei Federal n. 7.804/1989, Lei Federal n. 9.960/2000, Lei Federal 10.165/2000, Lei Federal 11.284/2006 e Lei Federal 12.651/2012): Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências.

Estabelece em seu artigo 10 que: “A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento ambiental”.

Dispõe no Artigo 11, e seus parágrafos 1º e 2º, da PNMA que: “Compete ao IBAMA propor ao CONAMA normas e padrões para implantação, acompanhamento e fiscalização do licenciamento previsto no artigo anterior, além das que forem oriundas do próprio CONAMA.” (Redação dada pela Lei nº 7.804/1989).

#### **Lei Federal 6.938/81**

Dispõe ainda, acerca dos Termos de Referência para Elaboração do Plano de Controle Ambiental (PCA) e do Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD). A saber, que, nesta fase do licenciamento para este empreendimento, obtenção da Licença Prévia, não é requerida a elaboração do PCA detalhado e executivo.

PRAD – A recuperação de áreas degradadas foi estabelecida como um dos princípios da Política Nacional do Meio Ambiente. O **Decreto nº 97.632/1989** regulamenta do artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº **6.938/1981** e estabelece que os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais deverão apresentar junto ao órgão ambiental competente, o Plano de Recuperação de Área Degradada - PRAD. O mesmo Decreto estabelece que a recuperação deve ter por objetivo o retorno da área degradada a uma forma de utilização, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente.

### **Lei 7.347/85**

Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e dá outras providências.

### **Constituição Federal de 1988, Art. 225**

O § 2º, determina que *"Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei"*.

### **Constituição Federal de 1988, Art. 20**

Define que são bens da União "os recursos minerais, inclusive os do subsolo".

### **Constituição Federal de 1988, Art. 22**

Estabelece que compete privativamente à União legislar sobre "jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia".

### **Constituição Federal de 1988, Art. 23**

Estabelece que é competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios "registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios". O Parágrafo único deste artigo determina que "lei complementar fixará normas para a cooperação entre a União e os estados, o Distrito Federal e os municípios, tendo em vista o equilíbrio do desenvolvimento e do bem-estar em âmbito nacional".

### **Constituição Federal de 1988, Art. 176**

Estabelece que "As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da

lavra". Os parágrafos 1º a 4º deste artigo definem como se dá a concessão para pesquisa e aproveitamento destes recursos, e como é dada a participação do proprietário do solo nos resultados deste aproveitamento;

**Constituição Federal de 1988 – Capítulo VI – Do Meio Ambiente – Artigo 225, *in verbis***

*“Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.*

*§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:*

*I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; (Regulamento)*

*II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético; (Regulamento)*

*III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção; (Regulamento)*

*IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; (Regulamento)*

*V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente; (Regulamento)*

*VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;*

*VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade. (Regulamento)*

***§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.***

*§ 3º - As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.*

***§ 4º - A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.***

*§ 5º - São indisponíveis as terras devolutas ou arrecadadas pelos Estados, por ações discriminatórias, necessárias à proteção dos ecossistemas naturais.*

*§ 6º - As usinas que operem com reator nuclear deverão ter sua localização definida em lei federal, sem o que não poderão ser instaladas.*

### **Constituição Federal de 1988, Art. 225, § 2º**

Determina que "*Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei*".

### **Decreto 96.044/88**

Aprova o regulamento para transporte rodoviário de produtos perigosos.

### **Decreto 97.632/89**

Exige de todos os empreendimentos de mineração a apresentação de PRAD - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

### **Decreto. 97.634/89**

Dispõe sobre o controle da produção e da comercialização de substâncias que comportam risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente.

### **Decreto 99.274/90**

Reformula o Dec. 88.351 de 01/06/83, regulamenta a Lei 6.938/81 que estabelece o Sistema Nacional de Meio Ambiente e o Sistema de Licenciamento Ambiental;

### **Decreto 99.556/90**

Dispõe sobre a proteção de cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.

### **Lei 7.804/1989**

Altera a Lei 6.938/81, tratando, entre outros aspectos do rol e das competências dos órgãos integrantes do SISNAMA e dá outras providências.

### **Decreto 98.830/1990**

Dispõe sobre a coleta, por estrangeiros, de dados e materiais científicos no Brasil e dá outras providências.

### **Resolução CONAMA 09/1990**

Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classes I, III a IX.

### **Resolução CONAMA 10/1990**

Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classes II.

### **Resolução CONAMA 237/1997**

Regulamenta os procedimentos e competências do licenciamento ambiental, de forma a efetivar o sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente.

### **Lei 9.605/98**

Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

### **Lei 9.795/99**

Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

### **Resolução CONAMA nº 378/2006 (Alterado pela Resolução nº. 428/2010)**

Define os empreendimentos potencialmente causadores de impacto ambiental nacional ou regional para fins do disposto no inciso III, § 1º, art. 19 da Lei no 4.771/65 e dá outras providências.

### **Decreto Federal nº 6.514/2008**

Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.

### **Lei Complementar nº 140/2011**

Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981.

### **Decreto Federal 8.437 de 22/04/15**

Regulamenta o disposto no art. 7º, caput, inciso XIV, alínea "h", e parágrafo único, da Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será de competência da União.

## **2.1.2 Fauna e Flora**

### **Lei Federal 5.197/67**

Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências.

### **Decreto Federal nº 97.633/1989**

Dispõe sobre o Conselho Nacional de Proteção à Fauna – CNPF.

### **Decreto nº 2.519/1998**

Ratifica a Convenção sobre Diversidade Biológica, criada durante a Conferência da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD, em 1992, dando origem à Política Nacional da Biodiversidade.

### **Decreto Federal nº 3.420/2000**

Cria o Programa Nacional de Florestas, com o fim de propor o uso sustentável, a conservação e a recuperação de florestas e respectivos atributos naturais. Classifica os biomas

brasileiros em: (i) Amazônia; (ii) Cerrado e Pantanal; (iii) Caatinga; (iv) Mata Atlântica e Campos Sulinos. Alterado e revogado em partes pelo Decreto Federal nº 4.864/2003 e pelo Decreto Federal nº. 5.794/2006).

### **Decreto Federal nº 4.339/2002**

Dispõe sobre a Política Nacional de Biodiversidade. No Art. 10, prevê como objetivo específico do Conhecimento da Biodiversidade: “10.1.10. Estabelecer mecanismos para exigir, por parte do empreendedor, de realização de inventário da biodiversidade daqueles ambientes especiais (por exemplo canga ferrífera, platôs residuais) altamente ameaçados pela atividade de exploração econômica, inclusive a mineral”. Quanto à Educação, Sensibilização Pública, Informação e Divulgação sobre Biodiversidade, o objetivo específico elencado no Artigo 15.2.3 é: “Promover campanhas junto aos setores produtivos, especialmente os setores agropecuário, pesqueiro e de exploração mineral, e ao de pesquisas sobre a importância das reservas legais e áreas de preservação permanentes no processo de conservação da biodiversidade”.

### **Decreto Federal nº 4.864/2003**

Acresce e revoga dispositivos do Decreto nº 3.420, de 20 de abril de 2000, que dispõe sobre a criação do Programa Nacional de Florestas – PNF.

### **Instrução Normativa MMA nº 03/2003**

Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (de Mamíferos, Aves, Répteis, Anfíbios e Invertebrados Terrestres).

### **Lei nº 11.284/2006**

Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDF; altera as Leis nºs 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências.

## **Instrução Normativa MMA nº 06/2008**

Lista das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção.

## **Lei Federal nº. 12.651/2012**

Novo Código Florestal Brasileiro – Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

### **RESERVA LEGAL**

Delimitação de reserva legal: Imóvel rural localizado na Amazônia Legal:

- a) 80% no imóvel situado em área de florestas;
- b) 35% no imóvel situado em área de cerrado;
- c) 20% no imóvel situado em área de campos gerais; – Nas demais regiões do país: 20%

Excepcionalidades para propriedades em área de floresta na Amazônia Legal:

- Para fins de recomposição, possível redução de reserva legal para até 50% quando o município tiver mais de 50% da área ocupada por unidades de conservação e terras indígenas homologadas;
- Possibilidade de redução da reserva legal para até 50% da área da propriedade quando o estado tiver mais de 65% do seu território ocupado por unidades de conservação e terras indígenas; e
- Para regularização, redução de recomposição para até 50% da propriedade quando indicado por zoneamento ecológico-econômico (ZEE), nos imóveis com área rural consolidada. Estados terão prazo de cinco anos, a partir da data da nova lei, para a aprovação do ZEE.

Cálculo da reserva legal: admitido o cômputo das Áreas de Preservação Permanente (APP) no cálculo do percentual da Reserva Legal do imóvel desde que não implique a conversão de novas áreas; a área a ser computada esteja conservada ou em processo de recuperação; o proprietário ou possuidor tenha requerido inclusão do imóvel no CAR.

Proteção e uso: admitida a exploração econômica mediante manejo sustentável, com procedimentos simplificados para pequena propriedade ou posse rural familiar. Será obrigatória a recomposição da reserva legal, em até dois anos, em caso de desmatamento ilegal a partir de 22 de julho de 2008, sem prejuízo das sanções administrativas e penais cabíveis. É obrigatório o registro da reserva legal no CAR.

Portaria MMA no 443/2014: Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção".

Instrução Normativa nº. 02/2015: Estabelece procedimentos para a supressão de vegetação e a captura, o transporte, o armazenamento, a guarda e manejo de espécimes da fauna, no âmbito do licenciamento ambiental de que trata o art. 10 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a supressão de vegetação em caso de uso alternativo do solo conforme definido pelo inciso VI, do art. 3º, da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que envolvam espécies constantes das Listas Nacionais Oficiais de Espécies da Flora e da Fauna Ameaçadas de Extinção, publicadas por meio das Portarias nºs 443, 444 e 445, de 17 de dezembro de 2014.

### **2.1.3 Mineração**

#### **Constituição Federal de 1988**

O artigo 225, § 2º, que determina que "Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei".

### **Constituição Federal de 1988**

O artigo 76, § 2º, que determina que é assegurado ao superficiário a participação dos resultados da lavra.

### **Decreto-Lei nº 3.365/41**

Dispõe sobre desapropriação por utilidade pública (define mineração como sendo de “utilidade pública”);

### **Decreto nº 62.934/1968**

Aprova o Regulamento do Código de Mineração;

### **Lei nº 6.567/1978**

Dispõe sobre regime especial para exploração e aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências. (Regime De Licenciamento);

### **Portaria nº 10/91 do DNPM**

Estabelece normas para outorga de permissão de lavra garimpeira;

### **Lei nº 7.805/89**

Institui e Define o regime de permissão de lavra garimpeira. Determina que a outorga da permissão de lavra garimpeira depende de prévio licenciamento ambiental concedido pelo órgão ambiental competente;

### **Decreto nº 98.812/90**

Regulamenta a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e dá outras providências;

### **Lei nº 9.314/96**

Reformula o código de Mineração (Lei 227, de 28/02/67);

### **Instrução Normativa nº 01/2000 DNPM**

Estabelece critérios para concessão de Guia de Utilização para extração mineral na etapa de Pesquisa Mineral;

### **Portaria nº 237/2001 DNPM**

Trata do descomissionamento de minas

### **Portaria nº 144/07/DNPM**

Dispõe sobre a regulamentação do § 2º do art. 22 do Código de Mineração, que trata da extração de substâncias minerais antes da outorga de concessão de lavra;

### **Ordem de Serviço do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM nº 001/2010**

Dispõe sobre a fiscalização e cobrança da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM;

### **Lei Federal nº 12.651/2012**

Determina a criação do CAR e torna obrigatório o registro para todos os imóveis rurais, em até dois anos. Prevê a disponibilização do cadastro na internet, para acesso público.

### **Instrução Normativa MMA nº 02/2014**

Dispõe sobre os procedimentos para a integração, execução e compatibilização do Sistema de Cadastro Ambiental Rural-SICAR e define os procedimentos gerais do Cadastro Ambiental Rural (CAR).

## 2.1.4 Recursos Hídricos

### **Lei Federal nº. 9.433/1997**

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989 - Foi criada com o objetivo de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos; e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. Para isso, foram estabelecidos instrumentos pelos quais esses objetivos pudessem ser atingidos, como os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; a compensação a municípios; e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

### **Lei Federal nº. 9.966/2000**

Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Para os efeitos desta lei, plataformas são instalações ou estruturas, fixa ou móvel, localizada em águas sob jurisdição nacional, **destinada a atividade direta ou indiretamente relacionada com a pesquisa e a lavra de recursos minerais oriundos do leito das águas interiores ou de seu subsolo**, ou do mar, da plataforma continental ou de seu subsolo.

### **Resolução CNRH nº 16/2001**

Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos;

### **Resolução CONAMA 357/2005**

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.". Alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009, e nº 430, de 2011. Complementada pela Resolução nº 393, de 2009.

### **Resolução CONAMA nº 396/2008**

Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.

### **Resolução CONAMA nº 430/2011:**

Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357. De acordo com essa resolução, o lançamento indireto de efluentes no corpo receptor deverá observar o disposto na resolução quando verificada a inexistência de legislação ou normas específicas, disposições do órgão ambiental competente, bem como diretrizes da operadora dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário. De acordo com o artigo 3º, os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos na Resolução CONAMA nº 430/2011 e em outras normas aplicáveis.

## **2.1.5 Resíduos**

### **Lei nº 12.305/2010**

Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

### **Resolução nº 307/2002**

Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

### **Resolução CONAMA 358/2005**

Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

## **2.1.6 Terras e Povos Indígenas**

### **Lei nº 6.001/1973**

Dispõe sobre o Estatuto do Índio.

### **Constituição Federal/88, Art 231**

Estabelece os direitos dos Povos Indígenas. Define direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens e que o aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos, a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivados com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei. Importa ressaltar que, ainda não foi aprovada lei que estabeleça os critérios, exigências e procedimentos para a exploração de recursos minerais em Terra Indígenas. O Congresso Nacional discute essa regulamentação há pelo menos 21 anos.

### **Decreto Federal nº 1.775/1996**

Dispõe sobre o procedimento administrativo de demarcação das terras indígenas e dá outras providências.

### **Portaria nº 14/1996**

Estabelece regras sobre a elaboração do Relatório circunstanciado de identificação e delimitação de Terras Indígenas a que se refere o parágrafo 6º do artigo 2º, do Decreto nº 1.775, de 08 de janeiro de 1996.

### **Decreto Federal nº 4.887/2003**

Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias.

### **Decreto Federal nº 5.051/2004**

Promulga a Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho - OIT sobre Povos Indígenas e Tribais.

### **Decreto Federal nº 5.758/2006**

Instituiu o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas – PNAP, tendo em vista o desenvolvimento de estratégias para estabelecer sistema abrangente de áreas protegidas até 2015.

### **Lei nº 11.516/2007**

Dispõe sobre a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes. Em seu Art. 14 estabelece que os órgãos públicos incumbidos da elaboração de parecer em processo visando à emissão de licença ambiental deverão fazê-lo em prazo a ser estabelecido em regulamento editado pela respectiva esfera de governo.

### **Portaria Interministerial nº 419/2011**

Regulamento a atuação de órgãos e entidades da administração pública Federal envolvidas no licenciamento ambiental de que trata o Art 14 da Lei 11.516 de agosto de 2007.

### **Instrução Normativa nº 1/2012**

Estabelece normas sobre a participação da Fundação Nacional do Índio - Funai no processo de licenciamento ambiental de empreendimentos ou atividades potencial e efetivamente causadoras de impactos ambientais e socioculturais que afetem terras e povos indígenas.

### **Instrução Normativa nº 2/2012**

Baixa instruções para o pagamento de indenização pelas benfeitorias derivadas da ocupação de boa-fé em terras indígenas;

### **Decreto nº 7.747/ 2012**

Institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas – PNGATI, e dá outras providências.

### **Portaria Interministerial nº 60/15**

Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental no âmbito do IBAMA.

## **2.1.7 Solo**

### **Resolução CONAMA nº 420/2009**

Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias antrópicas.

### **Decreto nº 6.640/2008**

Dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os Art's. 5-A e 5-B ao Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.

## **2.1.8 Unidades de Conservação**

### **Lei Federal 9.985/2000**

Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

### **Parecer nº 525/2010/FM/PROGE/DNPM**

Mineração em Unidade de Conservação.

### **Parecer PROGE nº 500/2009\_HP de 2009**

Exigências legais ambientais - outorga de títulos minerários e realização de atividades de mineração nas unidades de conservação e zonas de amortecimento.

### **Resolução CONAMA nº 428/2010.**

Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o artigo 36, § 3º, da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências. Dispõe ainda sobre a extensão da faixa da zona de amortecimento quando esta não for definida no ato de sua criação.

## **2.1.9 Áreas de Preservação Permanente (APP's)**

### **Resolução CONAMA nº 369/2006**

Dispõe sobre casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental que possibilitam a intervenção ou supressão vegetal em Área de Preservação Permanente (**Modificada**); No caso das Atividades de Pesquisa e Extração de Substâncias Minerais em APP, a Resolução CONAMA 369 define os casos excepcionais em que o IPAAM pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação nessas áreas para a implantação de

obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou de interesse social, ou para a realização de ações consideradas eventuais e de baixo impacto ambiental. De acordo com a referida Resolução CONAMA 369/06, a intervenção ou supressão de vegetação em APP para a extração de substâncias minerais é permitida.

### **Resolução CONAMA nº 429/2011**

Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APPs.

### **Lei Federal nº 12.651/2012**

Revogou o Código Florestal de 1965 (Lei Federal nº 4.771). E a Lei Federal 12.727/2012 modificou a Lei 12.651/2012 em alguns de seus aspectos, sendo que as duas em conjunto consistem no regulamento referente à proteção da vegetação nativa. Tal legislação revogou as Resoluções CONAMA nº 302/2002 e 303/2002, que definiam os parâmetros para delimitação das Áreas de Preservação Permanente - APPs, além de modificar a Resolução CONAMA nº 369/2006, que trata das exceções que permitem intervenções nas APPs (intervenções consideradas de baixo impacto ambiental, utilidade pública ou interesse social).

As APPs, agora, são definidas pelas Leis nº 12.651/2012 e nº 12.727/2012. O artigo 3º da Lei Federal nº 12.651/2012, inciso II, define APP como sendo a “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”. Por sua vez, o artigo 4º da Lei Federal nº 12.651/2012 estabelece os parâmetros, as definições e os limites das APPs. Consideram-se de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d’água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

Obs: Na hipótese da mineração se situar em área urbana deverão ser observadas as leis municipais e o Código Ambiental e, se houver, do município onde estiver localizado o empreendimento para saber qual o tamanho da APP;

No seu Art. 3º, inciso VIII, essa Lei define como de utilidade pública:

a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária;

b) as obras de infraestrutura destinadas às concessões e aos serviços públicos de transporte, sistema viário, inclusive aquele necessário aos parcelamentos de solo urbano aprovados pelos Municípios, saneamento, gestão de resíduos, energia, telecomunicações, radiodifusão, instalações necessárias à realização de competições esportivas estaduais, nacionais ou internacionais, bem como **mineração**, exceto, neste último caso, a extração de areia, argila, saibro e cascalho; Supressão de vegetação: somente nas hipóteses de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental;

O Art. 8º estabelece que a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas nesta Lei. No seu § 1º condiciona que a supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, dunas e restingas somente poderá ser autorizada em caso de **utilidade pública**. Hipóteses para supressão de vegetação em área protegida: Utilidade pública: atividades de segurança nacional e proteção sanitária; obras de infraestrutura para serviços públicos de transporte, sistema viário, saneamento, gestão de resíduos, salineiras, energia, telecomunicações, radiodifusão e **mineração** (exceto extração de areia, argila, saibro e cascalho); atividades e obras de defesa civil; atividades que proporcionem melhorias em Área de Preservação Permanente; outras atividades definidas pelo Executivo Federal.

## 2.1.10 Compensação Ambiental - SNUC

### Lei Federal nº 9.985/2000

Estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Merece destaque compensação ambiental prevista no artigo 36 da Lei. Esse artigo determina que nos casos de empreendimentos em que seja exigido o EIA-RIMA, o empreendedor deve apoiar a implantação e a manutenção de Unidade de Conservação de Proteção Integral.

A compensação ambiental se dá por meio da aplicação de quantia correspondente a percentual do custo total do empreendimento, objeto de licenciamento ambiental.

O Decreto Federal nº 6.848/2009, que altera e acrescenta dispositivos ao Decreto Federal nº 4.340/2002, define o valor da compensação ambiental. É, portanto, clara a determinação legal de aplicação dos recursos de compensação ambiental em Unidade de Conservação de Proteção Integral situada na área de influência do empreendimento objeto de licenciamento ambiental, sendo que o valor da compensação não deverá passar de 0,5 % do total dos investimentos.

Quanto à escolha da(s) UC(s) na(s) qual(is) será aplicado o valor da compensação ambiental, a Lei Federal nº 9.985/2000 estabelece que o órgão licenciador é que deve definir aquelas a serem beneficiadas, considerando as propostas apresentadas no EIA-RIMA (no respectivo Programa de Compensação Ambiental), devendo ser ouvido o empreendedor. A lei prevê também a possibilidade de criação de novas unidades de conservação.

Além disso, a Lei Federal nº 9.985/2000 e a Resolução CONAMA nº 428/2010 determinam que se o empreendimento afetar UC ou zona de amortecimento específica, o licenciamento ambiental só poderá ser concedido mediante autorização do órgão responsável por sua administração e, obrigatoriamente, a UC afetada deverá receber ao menos parte dos recursos da compensação ambiental.

Os recursos devem ser destinados segundo uma ordem de prioridades previstas no Decreto Federal nº 4.340/2002, artigo 33: “I - regularização fundiária e demarcação das terras; II - elaboração, revisão ou implantação de plano de manejo; III - aquisição de bens e serviços necessários à implantação, gestão, monitoramento e proteção da unidade, compreendendo sua

área de amortecimento; IV - desenvolvimento de estudos necessários à criação de nova unidade de conservação; e V - desenvolvimento de pesquisas necessárias para o manejo da unidade de conservação e área de amortecimento”.

Ainda quanto à escolha da unidade de conservação a ser beneficiada pela compensação ambiental, a Resolução CONAMA nº 371/2006, em seu artigo 9º, também define prioridades a serem consideradas pelo órgão licenciador.

#### **Decreto Federal nº 6.848/2009**

Regulamenta a compensação ambiental prevista na Lei nº 9.985/2009.

### **2.1.11 Patrimônio Histórico, Arqueológico E Artístico**

#### **Decreto-Lei 25/37**

Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional.

#### **Decreto-Lei 3924/61**

Dispõe sobre os monumentos históricos e arqueológicos e pré-históricos no Brasil.

#### **Lei 1528/82**

Dispõe sobre a proteção do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado do Amazonas, em particular em seu Art. 1º, Inciso IV, relativo às questões específicas da arqueologia.

#### **Portaria IPHAN/MINC no 07/1988**

Normatiza e legaliza as ações de intervenção no patrimônio arqueológico nacional.

### **Portaria IPHAN nº 07/88**

Estabelece os procedimentos necessários à comunicação prévia, às permissões e autorizações para pesquisas e escavações arqueológicas; autorização de projetos que afetem, direta ou indiretamente, sítios arqueológicos.

### **Portaria IPHAN nº 230/2002**

Define os procedimentos para a obtenção das licenças ambientais, referentes à apreciação e acompanhamento das pesquisas arqueológicas para os casos de licenciamento de empreendimentos potencialmente capazes de afetar o patrimônio arqueológico. Para a fase de obtenção da Licença Prévia a referida portaria orienta que se proceda à contextualização arqueológica e etno-histórica da área de influência do empreendimento, por meio de levantamento exaustivo de dados secundários e levantamento arqueológico de campo e à elaboração dos Programas de Prospecção e de Resgate.

### **Portaria IPHAN nº 127/2009**

Regulamenta a Chancela Paisagem Cultural Brasileira.

### **Parecer nº 456/2010/PROGE/ DNPM**

Consulta sobre os procedimentos legais para a outorga de títulos minerários em áreas tombadas.

### **Parecer nº 457/2010/PROGE/ DNPM**

Consulta sobre os procedimentos legais para a outorga de títulos minerários em regiões ocupadas por comunidades quilombolas.

### **Portaria Interministerial nº. 60/15**

Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental no âmbito do IBAMA.

### **Instrução Normativa nº. 01/15**

Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo IPHAN nos processos de licenciamento ambiental do qual participe.

## **2.1.12 Outras Resoluções do CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE)**

### **Resolução CONAMA nº 1/1986**

Regulamenta os procedimentos para a realização e apresentação dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA), e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente.

### **Resolução CONAMA nº 1A/86**

Dispõe sobre transporte de produtos perigosos.

### **Resolução CONAMA nº 9/1987**

Disciplina a realização de audiências públicas para apreciação do conteúdo dos Estudos e Relatório de Impacto Ambiental. Estabelece a obrigatoriedade de audiência pública quando esta for solicitada por entidade civil, pelo Ministério Público, ou por 50 (cinquenta) ou mais cidadãos.

### **Resolução CONAMA nº 1/1990**

Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. As medições deverão ser efetuadas de acordo com a NBR-10.151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da ABNT.

### **Resolução CONAMA nº 3/1990**

Estabelece de novos padrões de qualidade do ar mediante informações científicas a respeito. Amplia o número de poluentes atmosféricos passíveis de monitoramento e controle no País, estabelece métodos de amostragem e análise de poluentes.

### **Resolução CONAMA nº 002/1991**

Disciplina procedimentos em relação a cargas deterioradas, contaminadas, fora de especificações ou abandonadas, as quais têm um grande potencial de gerar danos ambientais. Cabendo aos infratores responsabilidade civil e penal.

### **Resolução CONAMA nº 01/96**

Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental.

### **Resolução CONAMA nº 279/2001**

Estabelecer procedimento simplificado para o licenciamento ambiental, com prazo máximo de sessenta dias de tramitação, dos empreendimentos com impacto ambiental de pequeno porte. Os procedimentos e prazos estabelecidos nessa Resolução, aplicam-se, em qualquer nível de competência, ao licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental.

### **Resolução CONAMA nº 286/2001**

Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos nas regiões endêmicas de malária.

### **Resolução CONAMA nº 347/2004**

Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico.

### **Resolução CONAMA nº 378/2004**

Alterada pela Resolução nº 428/2010. Define os empreendimentos potencialmente causadores de impacto ambiental nacional ou regional para fins do disposto no inciso III, § 1º, art. 19 da Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências.

#### **Resolução CONAMA nº 362/2005**

Revoga a Resolução nº 09, de 1993. Alterada pela Resolução nº 450, de 2012. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.

#### **Resolução CONAMA nº 382/2006**

Complementada pela Resolução nº 436, de 2011. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.

#### **Resolução CONAMA nº 398/2008**

Dispõe sobre o conteúdo mínimo do plano de Emergência individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração.

#### **Resolução CONAMA nº 436/2011**

Complementa as Resoluções nº 05/1989 e nº 382/2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007.

### **2.1.13 Normas de Outros Órgãos Federais**

#### **Portaria nº 204/97 do Ministério dos Transportes**

Estabelece normas para transporte de produtos perigosos e o sistema de classificação de produtos perigosos.

**Portaria nº 16/2001 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).**

Regulamenta a outorga de uso de recursos hídricos.

### **2.1.14 Outras Normas**

**Lei Federal nº 10.650/2003 (Lei da Informação Ambiental)**

Os órgãos e entidades da Administração Pública, direta, indireta e fundacional, integrantes do SISNAMA, ficam obrigados a permitir o acesso público aos documentos, expedientes e processos administrativos que tratem de matéria ambiental e a fornecer todas as informações ambientais que estejam sob sua guarda, em meio escrito, visual, sonoro ou eletrônico, especialmente as relativas a:

I - qualidade do meio ambiente;

II - políticas, planos e programas potencialmente causadores de impacto ambiental;

III - resultados de monitoramento e auditoria nos sistemas de controle de poluição e de atividades potencialmente poluidoras, bem como de planos e ações de recuperação de áreas degradadas;

IV - acidentes, situações de risco ou de emergência ambientais;

V - emissões de efluentes líquidos e gasosos, e produção de resíduos sólidos;

VI - substâncias tóxicas e perigosas;

VII - diversidade biológica;

VIII - organismos geneticamente modificados.

## **2.2 LEGISLAÇÃO ESTADUAL**

### **2.2.1 Meio Ambiente e Licenciamento Ambiental**

#### **Lei Estadual nº 1.532/82**

Dispõe sobre o Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades com Potencial de Impacto no Meio Ambiente e aplicação de penalidades e dá outras providências.

#### **Decreto Estadual nº 10.028/87**

Regulamenta a Lei Estadual no 1.532 (06/07/82), que dispõe sobre o Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades com Potencial de Impacto no Meio Ambiente. O artigo 8º desse Decreto define quais são as atividades com potencial de impacto no meio ambiente e que dependem de licenciamento prévio pelo IPAAM, sendo a instalação de atividades de mineração uma dessas atividades. O artigo 20 define quais são as atividades que devem ser licenciadas por meio de EIA-RIMA. Já o artigo 10º, trata sobre a concessão da Licença Prévia (LP). Segundo o parágrafo primeiro desse artigo, para requerimento da LP o interessado apresentará:

- Informações e memoriais exigidos pelo IPAAM;
- Comprovante de Registro - Cadastro Básico da Atividade, emitido pelo IPAAM;
- Estudo de Impacto Ambiental, quando julgado necessário pelo IPAAM;
- Anuência prévia de órgão e entidades federais, estaduais e municipais pertinentes, quando for o caso;
- Comprovante do pagamento da remuneração fixado pelo IPAAM.
- Por sua vez, o artigo 11º, estabelece que para o requerimento da LI o interessado deverá apresentar:
- Licença Prévia;
- Projeto, conforme roteiro fornecido pelo IPAAM;
- Informações e/ou memoriais complementares exigidos;

- Estudo de Impacto Ambiental e outros exigidos pelo IPAAM, quando julgados necessários;
- Comprovante do pagamento da remuneração fixada pelo IPAAM.

#### **Lei nº 2.984/2.005**

Altera, na forma que especifica a Lei n.º 1.532, de 06 de julho de 1982, relativa à Política da Prevenção e Controle da Poluição, Melhoria e Recuperação do Meio Ambiente e da Proteção aos Recursos Naturais e dá outras providências.

#### **Decreto Estadual nº 25.044/2.005**

Proíbe o licenciamento do corte, transporte e comercialização de madeira das espécies de andirobeiras e copaibeiras e dá outras providências.

#### **Instrução Normativa/IPAAM/ nº 001/06**

Dispõe sobre a CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES POLUIDORAS para fins de licenciamento e dá outras providências.

#### **Lei Complementar nº 53/2007**

Regulamenta o inciso V do artigo 230 e o § 1º do artigo 231 da Constituição Estadual, institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação - SEUC, dispondo sobre infrações e penalidades e estabelecendo outras providências.

#### **Lei nº 3.135/2.007**

Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas, e estabelece outras providências.

#### **Decreto Estadual nº 30.108/2010**

Regulamento os Art. 14 e 22 da Lei Complementar nº 53/07.

### **Instrução Normativa IPAAM nº 002/07**

Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos situados em áreas endêmicas de malária e dá outras providências.

### **Lei Delegada nº 102/07**

Dispõe sobre o INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS - IPAAM, definindo sua estrutura organizacional, fixando o seu quadro de cargos comissionados e estabelecendo outras providências.

### **Lei nº 3.635/2.011**

Cria o Programa de Regularização Ambiental dos Imóveis Rurais do Estado do Amazonas, estabelece o Cadastro Ambiental Rural - CAR e disciplina as etapas do processo de regularização, e dá outras providências.

### **Lei nº 3.785/2012**

Regulamenta o licenciamento ambiental no Estado do Amazonas. Institui as taxas de licenciamento, conforme a atividade e o tipo de licença requerida (LP, LI, LO, supressão de vegetação, entre outras); em seu Anexo I o rol de atividades passíveis de licenciamento pelo Estado, pelo que as atividades relacionadas à mineração são classificadas como fonte poluidora, pelo que a competência de seu licenciamento é de responsabilidade do órgão ambiental estadual – IPAAM (Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas). O dispositivo legal trata também da taxa para a atividade de desmatamento e supressão vegetal que passa a ser calculada conforme parâmetros abaixo.

- VA = valor da autorização; Nh = hectares; Tf = taxa fixa;
- Valor de Autorização de Desmatamento (VA) = Tf + VA x Nh;
- Porte:
- Micro  $\leq 3$  ha R\$ 40,00 R\$ 150,00;
- Pequeno  $3,0 < \text{ha} \leq 10$  R\$ 80,00 R\$ 200,00;

- Médio 10<ha ≤30 R\$ 120,00 R\$ 400,00;
- Grande 30<ha ≤100 R\$ 160,00 R\$ 800,00;
- Excepcional > 100 ha R\$ 200,00 R\$ 1500,00.

Outro aspecto tratado na Lei é a pesquisa e a lavra de recursos minerais na Floresta Estadual dependem de Autorização ou Concessão do DNPM, e devem ser submetidas ainda, às normas estabelecidas pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente do Amazonas – CEMAAM.

Para toda solicitação de Licenciamento Ambiental na Unidade de Conservação Estadual ou em sua Zona de Amortecimento o IPAAM submete ao Centro Estadual de Unidades de Conservação (CEUC), órgão vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS) que responsável pela gestão das unidades de conservação do Amazonas. No caso de UC Federal a solicitação é submetida ao Instituto Chico Mendes (ICMBIO), que é o órgão responsável pela gestão das unidades de conservação federais.

#### **Lei nº 4.185/2015**

Estabelece normas aplicáveis ao licenciamento ambiental no âmbito do Estado do Amazonas, de competência do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas e estabelece outras providências. Trata dos prazos quanto a manifestação dos órgãos federais em processos de licenciamento ambiental previstos na Portaria Interministerial MMA nº 60/2015.

### **2.2.2 Patrimônio Histórico, Arqueológico e Artístico**

#### **Decreto Estadual nº 4811/80:**

Delega competência ao Presidente do Conselho Estadual de Defesa do Patrimônio Histórico e Artístico do Amazonas (CEDPHA), para assinatura de Resolução de Proteção Especial;

## **Resoluções do CEDPHA (CONSELHO ESTADUAL DE DEFESA DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO DO AMAZONAS)**

- Resolução 004/86: Define as atribuições do Setor de Arqueologia;
- Resolução 007/86: Estabelece orientações para a realização de pesquisa arqueológica no Amazonas;
- Resolução 008/86: Aprova a Proteção Especial a Bens que especifica e dá outras providências.

### **2.3 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE MANAUS-AM**

#### **Lei Municipal nº 219/1993**

Cria o Parque Municipal do Mindu.

#### **Lei Municipal nº 605/2001**

Institui o Código Ambiental de Manaus.

#### **Lei Municipal nº 671/2002**

Atualizada: Lei 752/2004. Institui o Plano Diretor do município de Manaus.

#### **Lei Municipal nº 672/2002**

Atualizada: Lei 857/2005/2004. Institui as normas de uso e ocupação do solo no município de Manaus.

#### **Lei Municipal nº 673/2002**

Institui o Código de Obras e Edificações do Município de Manaus.

### **Lei Municipal nº 752/2004**

Altera as Leis nº 671/2002, que regulamenta o Plano Diretor Urbano e Ambiental, estabelece diretrizes para o desenvolvimento da cidade de Manaus e dá outras providências; e 672/2002, que institui as normas de uso e ocupação do solo no município de Manaus.

### **Lei Municipal nº 856/2005**

Altera os dispositivos da lei nº 671, de 04 de novembro de 2002, que regulamenta o plano diretor urbano e ambiental, estabelece diretrizes para o desenvolvimento da cidade de Manaus e dá outras providências relativas ao planejamento e a gestão do território do município.

### **Lei Municipal nº 857/2005**

Altera os dispositivos da Lei nº 672, de 04 de novembro de 2002, que institui as Normas de Uso e Ocupação do Solo no município de Manaus.

### **Lei Municipal nº 886/2005**

Dispõe sobre a criação e o Reconhecimento das reservas Particulares do patrimônio natural o município de Manaus, e dá outras Providências.

### **Decreto Municipal nº 8.044/2005**

Cria a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Tupé.

### **Lei nº 1032/ 2006**

Dispõe sobre o descarte e destinação final de pilhas que contenham mercúrio metálico, lâmpadas Fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham metais pesados, na forma que indica.

### **Decreto Municipal nº 8.351/2006**

Cria o Parque Municipal Nascente do Mindu.

### **Decreto Municipal nº 8.501/2006**

Cria a RPPN Moto Honda.

### **Decreto Municipal nº 9.243/2007**

Cria a RPPN Buritis.

### **Decreto Municipal nº 9.556/2008**

Cria a APA Tarumã;

### **Decreto Municipal nº 9.503/2008**

CRIA a Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN – Reserva Norikatsu Miyamoto e dá outras providências.

“Art. 1º Fica criada a Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN - Reserva Norikatsu Miyamoto localizada na AM-010 KM 37, ramal do Leão, zona rural da cidade de Manaus, de propriedade do Sr. Norikatsu Miyamoto”.

### **Lei Municipal nº 1.474, de 08 de julho de 2010**

Modifica a denominação, as finalidades e as competências do Instituto Municipal de Planejamento Urbano, definidas na lei municipal nº 1.318 de 16 de abril de 2009, e dá outras providências;

### **Lei nº 1705, de 27 de dezembro de 2012**

Dispõe sobre a coleta, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final de lixo tecnológico no município de Manaus e dá outras providências;

**Decreto Municipal nº 1.499/2012**

Cria a Área de Proteção Ambiental Parque Linear do Bindá;

**Decreto Municipal nº 1.500/2012**

Cria a Área de Proteção Ambiental Parque Linear do Igarapé do Gigante;

**Decreto Municipal nº 1.501/2012**

Cria a Área de Proteção Ambiental Ponta Negra, denominada Parque Ponta Negra;

**Decreto Municipal nº 1.502/2012**

Cria a Área de Proteção Ambiental Adolpho Ducke;

**Decreto Municipal nº 1.503/2012**

Cria a Área de Proteção Ambiental UFAM, INPA, Ulbra, Elisa Miranda, Lagoa do Japiim e Acariquara;

**Lei nº 1815 de 23 de dezembro de 2013**

Altera a lei nº 605, de 24 de julho de 2001, que institui o código ambiental do município de Manaus, e dá outras Providências.

**Lei nº 1816 de 23 de dezembro de 2013**

Altera a lei nº 605, de 24 de julho de 2001, que institui o código ambiental do município de Manaus.

**Lei nº 1817 de 23 de dezembro de 2013**

Institui as taxas de licenciamento ambiental, e dá outras providências.

#### **Lei nº 1837, de 16 de janeiro de 2014**

Dispõe sobre as áreas de especial interesse social previstas no Plano diretor urbano e ambiental do município de Manaus e dá outras providências;

#### **Lei nº 1838, de 16 de janeiro de 2014**

Dispõe sobre as normas de uso e ocupação do solo no município de Manaus e estabelece outras providências.

#### **Lei nº 1839, de 16 de janeiro de 2014**

Dispõe sobre o perímetro urbano do município de Manaus e descreve os limites da cidade, conforme as diretrizes do Plano Diretor Urbano e Ambiental;

#### **Resolução COMDEMA nº 001/2010**

Revisa procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental de forma a incorporar ao Sistema Municipal de Licenciamento de Atividades com Potencial de Impacto ao Meio Ambiente;

#### **Resolução COMDEMA nº 090/2006**

Estabelece diretrizes gerais de arborização pública, bem como regulamentar os procedimentos relativos ao corte e poda no município de Manaus;

#### **Resolução CMMA nº 002/2001**

Disciplina o processo de licenciamento realizado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMMAS nos empreendimentos ou atividades que provoquem o desmatamento nas áreas urbanas e de expansão urbana;

## Capítulo 3: Metodologia Geral.

### 3 METODOLOGIA GERAL

O Estudo de Impacto Ambiental – EIA é de natureza técnico científica que tem como finalidade realizar análises dos meios físico, biótico e socioeconômico das áreas de estudo do Projeto Extração e Beneficiamento do Mineral Caulim, avaliar os impactos ambientais gerados pelo projeto e propor medidas mitigadoras, controle e potencializadoras para os impactos ambientais dele advindos.

Seu objetivo, portanto, é verificar a viabilidade ambiental do empreendimento e, ao mesmo tempo, estabelecer, a priori as bases conceituais que possam garantir o uso sustentável dos recursos naturais na área de implantação do projeto.

As etapas da elaboração do EIA e as bases metodológicas de cada uma delas se refletem nos capítulos e itens apresentados neste relatório. Assim, No **Capítulo 1, Item 1 – Caracterização do Empreendimento** são apresentados os principais aspectos de engenharia do Projeto Extração e Beneficiamento do Mineral Caulim, como por exemplo, as informações sobre a lavra, o beneficiamento, acesso ao empreendimento, instalações auxiliares, insumos, entre outras. Nesta Caracterização do Empreendimento se descrevem as principais estruturas e os processos do projeto, situando-os no espaço e no tempo, com o objetivo de subsidiar a adequada avaliação de impactos ambientais do EIA. No **Capítulo 1, Item 1.5 – Alternativas Locacionais e Tecnológicas** são apresentadas as alternativas locacionais e tecnológicas estudadas para as estruturas que não possuem rigidez locacional, isto é que não são condicionadas pelo posicionamento da jazida mineral, e os critérios técnicos e ambientais avaliados para a definição do Plano Diretor do Projeto.

O **Capítulo 2 – Aspectos Legais e Normativos** apresenta a legislação ambiental aplicável à atividade de mineração, servindo como referência legal para o Projeto Caulim. Para tanto estão elencadas e comentadas as principais Leis, Resoluções, Instruções Normativas, Portarias, Pareceres e Decretos editados nas esferas Federal, Estadual e Municipal competentes, especialmente aqueles relacionados às atividades de mineração e o seu licenciamento ambiental.

Para a caracterização dos temas relacionados aos meios físico, biótico e socioeconômico na área de inserção do Projeto Caulim buscou-se, preliminarmente ao desenvolvimento do diagnóstico ambiental, definir as áreas de estudo objetivando balizar os esforços de levantamento de dados primários principalmente. Nesta linha, foi estabelecida uma definição inicial destas áreas, buscando representar o recorte territorial que permitisse a compreensão das interações e pressões que poderão ocorrer sobre os sistemas naturais, em razão sobretudo, da implantação, operação e fechamento do empreendimento. Foram delimitadas áreas geográficas para serem estudadas sob a ótica do desenvolvimento do diagnóstico ambiental, estabelecendo limites específicos às peculiaridades das variáveis que assim os exigissem para os meios físico, biótico, socioeconômico e cultural. As premissas adotadas e as referidas áreas de estudo estão apresentadas no **Capítulo 1, Item 1.6 – Áreas Propostas para Implantação e Áreas de Estudo**.

Para a elaboração do diagnóstico regional dos meios físico, biótico, socioeconômico e cultural na área de inserção do Projeto Caulim, buscou-se, inicialmente o levantamento das informações secundárias existentes que pudessem permitir uma primeira aproximação com as variáveis consideradas fundamentais para identificação das características do ambiente. Na sequência, para a elaboração do diagnóstico local, procedeu-se ao levantamento das informações primárias em campo, com o objetivo de consolidar e validar o conhecimento obtido através de dados secundários levantados em bibliografia diversa sobre a área de estudo local. Esse levantamento de campo foi realizado para os diferentes temas que compõem os meios físico, biótico, socioeconômico e cultural, e se estenderam de abril de 2015 a abril de 2016. O texto **Diagnóstico Ambiental** (meios físico, biótico, socioeconômico e cultural), apresentado nos **Capítulos 4.2, 4.3 e 4.4**, foi organizado de forma a apresentar cada tema estudado. Por isso os temas abordados encontram-se discutidos sequencialmente em relação às diferentes áreas de estudo consideradas. Os pontos de amostragem dos diversos temas podem ser visualizados nas figuras e desenhos apresentados ao longo do referido capítulo. Ressalta-se que as metodologias específicas de cada tema são apresentadas no início de cada tema estudado.

Para possibilitar uma visão sistêmica, os diagnósticos dos diversos meios foram apresentados primeiramente em separado, e em seguida, na forma de uma Análise Integrada, na qual se descrevem as condições ambientais atuais, explicitam-se as relações de dependência e/ou de sinergia entre os meios físico, biótico e socioeconômico, e se busca compreender a estrutura e a dinâmica ambiental na Área de Estudo.

A partir da compreensão do cenário ambiental das Áreas de Estudo do Projeto Caulim é apresentado no **Capítulo 5 – Prognóstico Ambiental**. Os quadros prospectivos tendenciais foram elaborados considerando um horizonte temporal sem a implantação do empreendimento e outro considerando a implantação do empreendimento. Dessa forma, as tendências das atividades transformadoras que já se manifestam na região do Projeto foram caracterizadas, assim como as consequências da implantação, operação e fechamento do empreendimento proposto.

O processo de avaliação dos impactos ambientais apresentado no **Capítulo 5** se desenvolveu em várias etapas a partir da constituição de cenários futuros relativos ao comportamento do sistema considerado (ambiente estudado e projeto avaliado). A base para a constituição desses cenários foi a situação ambiental atual das áreas de estudo, contraposta às ações/atividades do projeto, identificadas como potencialmente modificadoras dos ambientes existentes.

Para a **Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais** a serem gerados pelo Projeto Caulim, adotou-se a metodologia específica de Avaliação de Impacto Ambiental – AIA, respeitando as diretrizes legais vigentes: Resolução CONAMA nº 001 de 23 de janeiro de 1986 e o Termo de Referência 005/15 – GEPE, emitido pelo IPAAM.

Após a avaliação dos impactos ambientais, foram apresentados os limites das áreas geográficas a serem direta e indiretamente afetadas pelos impactos, denominadas **Áreas de Influência do Empreendimento (Capítulo 5)**. Essas áreas foram estabelecidas pela equipe responsável pela execução do estudo, a partir da análise de todas as informações levantadas no diagnóstico e por meio dos prognósticos e das avaliações dos impactos ambientais.

No **Capítulo 6** são descritos os Planos e Programas de gestão ambiental estabelecidos em função das atividades transformadoras previstas, com a finalidade de manter o equilíbrio ambiental da região, em vista de suas potencialidades e fragilidades socioambientais, de modo a garantir níveis desejáveis de qualidade ambiental e de vida. Essas medidas consideram as ações de controle dos aspectos ambientais significativos, as ações de mitigação dos impactos ambientais adversos significativos, o acompanhamento e monitoramento das estruturas de controle e atividades do empreendimento, bem como a compensação dos impactos não mitigáveis. Nesta etapa de licenciamento os programas e ações são descritos de maneira conceitual e serão detalhadas em etapas futuras do projeto (licença de instalação). O **Capítulo**

**6**, além de todas as **Ações, Planos e Programas Ambientais**, apresenta também o PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas a ser aplicado durante as etapas de implantação, operação e fechamento do empreendimento, além do Plano de Fechamento de Mina e do Plano de Compensação Ambiental.

O **Capítulo 7** refere-se ao Relatório de Impacto Ambiental, que está apresentado no **Volume 6**. O **Capítulo 8**, apresenta a metodologia e os critérios para a identificação das áreas com relevante sensibilidade ambiental, bem como as figuras dos Mapas Síntese de Sensibilidade Ambiental das ADA's 1 e 2.

A partir das informações coletadas e analisadas durante a elaboração deste EIA são apresentadas as considerações da equipe técnica do estudo quanto à viabilidade ambiental do empreendimento (**Capítulo 9 – Conclusão**).

As listas do Glossário e das Siglas citadas no EIA são apresentadas no **Capítulo 10**.

Por fim, destaca-se que as referências bibliográficas são apresentadas ao final de cada Volume.

## REFERÊNCIAS

A CRÍTICA. Especialistas dizem que o estado tem que livrar-se da dependência da Zona Franca. **Acrítica**. 2013. Disponível em: <[http://acritica.uol.com.br/especiais/Manaus-amazonas-aamazonia-Especialistas-Estado-dependencia-Zona\\_Franca-PIM-Corecon\\_0\\_874112626.html](http://acritica.uol.com.br/especiais/Manaus-amazonas-aamazonia-Especialistas-Estado-dependencia-Zona_Franca-PIM-Corecon_0_874112626.html)> Acesso em: 20 jun. 2015.

BRASIL (1976). Portaria 3214, **Norma Regulamentadora N. 15**, anexo 11, de 08/06/1978. Atividades e Operações Insalubres.

BRASIL (1976). Portaria 3214, **Norma Regulamentadora N. 9**, de 08/06/1978. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Nº. 357** de 17 de março de 2005. Brasília: MMA, 2005.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Nº. 430** de 13 de maio de 2011. Brasília: MMA, 2011.

CAPUTO M.V., RODRIGUEZ R., VASCONCELOS D.N.N. 1972. **Nomenclatura Estratigráfica da Bacia do Amazonas**: histórico e atualização. In: SBG, Congr. Brasil. Geol., 26º, Belém, Anais, 3:35-46.

CHAMMAS, R. (1989), **Barragens de Contenção de Rejeitos, Curso de Especialização em Engenharia de Barragens (CEEb)**, UFOP, Ouro Preto, MG, 29 p.

DAMIÃO, R.N., SOUZA, M.M., MEDEIROS, M.F. **Projeto argila de Manaus**, Manaus: DNPM/CPRM, 1972. 65p.

ESPÓSITO, T. J. (2000). **Metodologia probabilística e observacional aplicada a barragens de rejeito construídas por aterro hidráulico**. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília.

FICHA de Informações de Segurança de Produtos Químicos. **QGP QUÍMICA**. 2014. Disponível em: <http://www.qgpquimica.com.br/upload/FISPQ-381.pdf>. Acesso em: 20 out. 2015.

FINCH, E. (2002). **Transforming kaolin ore into high-performance products**. Industrial Minerals, March, p. 64-67.

HORBE, A.M.C.; GOMES, I.L.F.; MIRANDA, S.F.; SILVA, M.S.R. 2005. **Contribuição à hidroquímica de drenagens no Município de Manaus - AM**. Acta Amazonica, 35(2): 119-124.

ÍNDICE de Progresso Social 2015. **Progresso Social**. Washington, DC, 2015. Disponível em: [http://www.progressosocial.org.br/wp-content/uploads/2016/03/IPS-Global\\_FINAL.pdf](http://www.progressosocial.org.br/wp-content/uploads/2016/03/IPS-Global_FINAL.pdf). Acesso em 28 out. 2015.

LUZ, A. B; LOUREIRO, F. E.; SAMPAIO, J. A.; CASTILHOS, Z. C. e BEZERRA, M. S. **Rochas, Minerais e Rotas Tecnológicas para a Produção de Fertilizantes Alternativos**. In: Agrominerais para o Brasil, FRANCISCO R. C. FERNANDES, ADÃO B. LUZ E ZULEICA C. CASTILHOS (Editores), p.61-88, CETEM/MCT, Rio de Janeiro, 2010.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO. **Atlas do Setor Primário no Amazonas**. Manaus, 2013. Disponível em: <http://www.seplancti.am.gov.br/arquivos/download/noticias/arq/20131129114146atlasdosetorprimarioamazonas2013.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2015.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO. **Perfil da Região Metropolitana de Manaus**. Manaus, 2014. Disponível em: <http://www.seplancti.am.gov.br/pagina.php?cod=259>. Acesso em: 4 jun. 2015.

SUFRAMA. **Desenvolvimento Regional Sustentável**, Manaus, 2010. Disponível em: [http://www.suframa.gov.br/zfm\\_desenvolvimento\\_regional.cfm](http://www.suframa.gov.br/zfm_desenvolvimento_regional.cfm). Acesso em: 28 out. 2015.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano de Expansão e Melhorias pro Setor Elétrico do Estado do Amazonas**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/3013891/Plano+de+Expans%C3%A3o+e+Melhorias+do+Setor+El%C3%A9trico+do+Estado+do+Amazonas/a1b96ee0-f9c2-4223-a683->

2b6b23b97e82;jsessionid=86CAD09CDD4310717F869360DB20F490.srv154>. Acesso em: 20 Jun. 2015.

PRASADA, M. S.; REID, K. J.; MURRAY, H. H. (1991). **Kaolin**: processing, properties and application. Applied Clay Science, Amsterdam, v.6, p.87-119, Elsevier.

YOON, R.; SHI, J.(1986). **Processing of kaolin clay**. In: Advance in Mineral Processing, Proceedings of the Arbitr Symposium, ed. AIME, New York, AIME. YOON, R.H. et al. Beneficiation of kaolin clay by froth flotation using hydroximate collectors. Minerals Engineering, V.5, N. 3/5, p. 457-467, 1992.

PETTIJOHN, F. J., 1975 – **Sedimentary rocks**. 3Th. Ed., New York, Harper & Bros., 628p.

Resolução COMDEMA 34 de 2012. **Estabelece Normas e padrões para qualidade das águas, condições para lançamentos de efluentes e dá outras providências**. (Manaus, 2012)

SUPERQUÍMICA. Disponível em:<<http://superquimica.com.br/fispq/1321632569.pdf>>. Acesso em 1 set. 2015.

CLANOX. Disponível em: <[http://www.clanox.com.br/fispq/FISPQ\\_ECONOX\\_PO.pdf](http://www.clanox.com.br/fispq/FISPQ_ECONOX_PO.pdf)>. Acesso em 1 set. 2015.