



# **SUL AMERICANA DE METAIS S.A.**

**MINAS GERAIS**

## **ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA**

**MÓDULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DO  
EMPREENHIMENTO – COMPLEXO MINERÁRIO E  
ADUTORA**

**PROJETO VALE DO RIO PARDO**

**VOLUME I**





# **SUL AMERICANA DE METAIS S.A.**

**MINAS GERAIS**

## **ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA**

**MÓDULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DO  
EMPREENHIMENTO – COMPLEXO MINERÁRIO E  
ADUTORA**

**PROJETO VALE DO RIO PARDO**

**VOLUME II**



# **SUL AMERICANA DE METAIS S.A.**

**MINAS GERAIS**

## **ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA**

**MÓDULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DO  
EMPREENDIMENTO – COMPLEXO MINERÁRIO E  
ADUTORA**

**PROJETO VALE DO RIO PARDO**

---

**JUNHO DE 2012**



## ÍNDICE

### VOLUME I

1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR .....	15
2 - RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	16
2.1 - Fontes de consulta .....	17
3 - DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	18
3.1 - Informações Gerais .....	18
3.1.1 - Histórico do empreendimento.....	18
3.1.2 - Tipo de atividade e porte do empreendimento .....	20
3.1.3 - Objetivos e justificativas do empreendimento.....	21
3.1.4 - Estados e municípios beneficiados .....	23
3.1.5 - Acessos .....	24
3.1.6 - Geologia regional e local.....	24
3.1.7 - Bacias hidrográficas .....	24
3.1.8 - Biomas .....	25
3.1.9 - Clima.....	25
3.2 - Características Geológicas da Jazida .....	25
3.2.1 - Introdução .....	25
3.2.2 - Direitos minerais .....	25
3.2.3 - Pesquisa mineral realizada pela SAM .....	26
3.2.3.1 - Geofísica regional.....	26
3.2.3.2 - Geofísica terrestre .....	26
3.2.3.3 - Aerolevantamento planialtimétrico a laser .....	27
3.2.3.4 - Mapeamento Geológico.....	27
3.2.3.5 - Sondagem .....	28
3.2.4 - Geologia Regional.....	30
3.2.5 - Geologia Local .....	32
3.2.6 - Recursos minerais.....	34
3.2.7 - Mineralização .....	36
3.2.7.1 - Metadiamicititos Hematíticos .....	36
3.2.7.2 - Metadiamicitito Hematítico Muscovítico.....	37
3.2.7.3 - Metadiamicitito Magnético com Muscovita.....	37
3.2.7.4 - Diamictitos Estéreis .....	37
3.2.7.4.1 - Metadiamicitito Areno-argiloso Estéril (Lapa da mineralização) .....	38
3.2.7.4.2 - Metadiamicitito Argiloso Estéril (Capa da mineralização).....	38
3.2.7.5 - Outras litologias .....	38
3.2.8 - Gênese da jazida .....	38
3.2.9 - Potencial de geração de drenagem ácida de mina (DAM) .....	39
3.2.9.1 - Conceitos básicos.....	39
3.2.9.2 - Predição da potencialidade de drenagem ácida de rochas do Bloco 8 .....	41
3.2.9.3 - Discussão dos resultados .....	50
3.3 - Operações Unitárias Principais de Mineração .....	50
3.3.1 - Plano diretor da área de mineração .....	50
3.3.2 - Desenvolvimento e lavra da jazida.....	51
3.3.2.1 - Simulação inicial de otimização da cava.....	54
3.3.2.2 - Plano de produção e regime de trabalho da mina.....	54
3.3.3 - Etapas operacionais do processo de lavra .....	60
3.3.3.1 - Abertura de acessos e terraplanagem .....	60
3.3.3.2 - Perfuração e desmonte de rocha.....	60
3.3.3.3 - Carregamento e transporte de estéril.....	61
3.3.3.4 - Carregamento e transporte de minério .....	61
3.3.3.5 - Sequenciamento de lavra .....	62
3.3.3.5.1 - Canal de desvio dos córregos Lamarão e Mundo Novo .....	64
3.3.3.5.2 - Contenção de sedimentos nos córregos Mundo Novo e Lamarão .....	71
3.3.3.6 - Insumos, reagentes, combustíveis e óleos .....	73
3.3.3.7 - Explosivos e acessórios.....	74
3.3.3.8 - Manutenção dos equipamentos de mina .....	74
3.3.3.9 - Controle e monitoramento de emissões atmosféricas, ruídos, vibrações, efluentes líquidos e resíduos sólidos .....	75

3.3.3.10 - Reabilitação ambiental.....	75
3.3.4 - Diretrizes de engenharia para geometria e estabilidade da cava .....	76
3.3.5 - Frota de equipamentos .....	77
3.3.5.1 - Critérios para dimensionamento de frota .....	77
3.3.5.2 - Equipamentos de lavra .....	78
3.3.6 - Dados operacionais dos equipamentos considerados.....	79
3.3.6.1 - Escavadeiras Hidráulicas Principais .....	79
3.3.6.2 - Caminhões fora de estrada.....	79
3.3.6.3 - Perfuratrizes .....	79
3.3.6.4 - Equipamentos Auxiliares .....	79
3.3.6.5 - Frota de equipamentos para operação da mina.....	80
3.3.7 - Sistemas operacionais auxiliares .....	82
3.3.7.1 - Sistema de drenagem da cava .....	82
3.3.7.2 - Sistema de geração e distribuição de ar comprimido.....	83
3.3.7.3 - Sistema de distribuição de energia elétrica.....	83
3.3.7.4 - Sistema de manutenção de máquinas e veículos .....	83
3.3.7.5 - Sistema de sinalização de segurança.....	83
3.3.8 - Deposição de estéril na mina do Bloco 8 .....	84
3.3.8.1 - Localização e características das áreas de disposição de estéril .....	84
3.3.8.2 - Disposição de estéril no sistema de sequenciamento verde .....	84
3.3.8.3 - Alternativas técnicas e locacionais para disposição de estéril .....	85
3.3.8.4 - Transporte e disposição de estéril - Geometria dos taludes e bermas .....	85
3.3.8.5 - Diretrizes de engenharia para geometria e estabilidade da pilha de estéril .....	85
3.3.8.6 - Sistemas de drenagem, controle e monitoramento de efluentes líquidos .....	86
3.3.8.7 - Sistemas de controle e monitoramento de emissões atmosféricas.....	87
3.3.8.8 - Reabilitação ambiental das pilhas de estéril .....	87
3.3.9 - Estocagem de minério no Bloco 8 .....	87
3.3.9.1 - Localização e características das áreas de estocagem de minério.....	88
3.3.9.2 - Disposição de minério - Geometria dos taludes e bermas.....	88
3.3.9.3 - Diretrizes de engenharia para geometria e estabilidade das pilhas de minério.....	88
3.3.9.4 - Reabilitação ambiental.....	89
3.3.10 - Contingente de mão de obra.....	89
3.3.11 - Investimentos na mina (CAPEX) .....	90
3.3.11.1 - Custo Unitário dos Equipamentos.....	90
3.3.11.2 - Estimativa de Investimento na mina (CAPEX) .....	91
3.3.12 - Custos operacionais da mina (OPEX) .....	92
3.3.12.1 - Custos unitários .....	92
3.3.12.1.1 - Combustível .....	92
3.3.12.1.2 - Pneus .....	93
3.3.12.1.3 - Lubrificantes.....	94
3.3.12.1.4 - Energia Elétrica .....	94
3.3.12.2 - Estimativa de custos operacionais (OPEX).....	95
3.3.13 - Diretrizes conceituais para fechamento da mina .....	97
3.4 - Planta de Beneficiamento .....	100
3.4.1 - Rota de beneficiamento e fluxogramas de processos .....	100
3.4.1.1 - Descrição do processo .....	100
3.4.1.1.1 - Britagem Primária .....	100
3.4.1.1.2 - Peneiramento Primário.....	101
3.4.1.1.3 - Britagem secundária .....	101
3.4.1.1.4 - Pátio de Homogeneização de minério.....	102
3.4.1.1.5 - Prensa de rolos.....	102
3.4.1.1.6 - Moagem primária .....	102
3.4.1.1.7 - Pré-concentração magnética.....	103
3.4.1.1.8 - Remoagem.....	103
3.4.1.1.9 - Deslamagem .....	104
3.4.1.1.10 - Condicionamento para a flotação .....	104
3.4.1.1.11 - Flotação .....	104
3.4.1.1.12 - Espessamento de <i>pellet feed</i> .....	105
3.4.1.1.13 - Espessamento de rejeito / lama .....	105
3.4.1.2 - Sistema de disposição final de rejeitos (ano 1) .....	105
3.4.1.3 - Sistema de disposição final de rejeitos (ano 2 em diante) .....	107
3.4.2 - Lista de equipamentos da planta.....	107
3.4.3 - Critérios de engenharia adotados para construção e operação das instalações de beneficiamento .....	112



3.4.3.1 - Para infraestrutura .....	112
3.4.3.2 - Para arquitetura .....	115
3.4.3.3 - Para obras de concreto.....	119
3.4.3.4 - Para estruturas metálicas .....	119
3.4.3.5 - Para projeto mecânico .....	119
3.4.3.6 - Para projetos elétricos .....	125
3.4.3.7 - Para utilidades .....	142
3.4.4 - Metodologias de operação da planta de beneficiamento e regime de trabalho .....	145
3.4.5 - Insumos, reagentes, combustíveis e óleos.....	146
3.4.6 - Caracterização dos produtos intermediários e finais .....	147
3.4.6.1 - Caracterização da periculosidade dos rejeitos (critérios ABNT).....	148
3.4.7 - Caracterização das emissões atmosféricas, ruídos, efluentes líquidos e resíduos sólidos .....	153
3.4.8 - Quadro de mão de obra da planta de beneficiamento.....	154
3.4.9 - Estimativa de CAPEX da planta de beneficiamento .....	155
3.4.10 - Estimativa de OPEX da Planta de beneficiamento.....	156
3.5 - Operações unitárias auxiliares da mina e planta.....	157
3.5.1 - Limpeza e supressão de vegetação.....	157
3.5.2 - Aberturas de estradas de acesso.....	158
3.5.3 - Obras de terraplanagem e desmonte de rochas .....	158
3.5.4 - Transporte e deposição de material excedente.....	158
3.5.5 - Metodologias e obras de construção civil.....	158
3.5.6 - Metodologias e obras de montagem industrial .....	158
3.5.7 - Demandas e fontes de energia elétrica .....	159
3.5.8 - Captação, adução, tratamento e distribuição de água.....	160
3.5.8.1 - Reservatórios - pulmão.....	162
3.5.8.1.1 - Adutora do reservatório pulmão à planta de beneficiamento.....	165
3.5.8.1.2 - Estimativa Preliminar de Custos da estrutura de adução .....	167
3.5.8.2 - Captação de água subterrânea.....	169
3.5.9 - Unidades de apoio administrativo e operacional .....	173
3.5.9.1 - Localização e características gerais dos canteiros de obras .....	173
3.5.9.2 - Premissas básicas para instalações temporárias .....	174
3.5.9.3 - Premissas básicas para instalações de apoio administrativo.....	174
3.5.9.4 - Premissas básicas para instalações de apoio operacional .....	175
3.5.9.5 - Principais edificações do projeto.....	176
3.5.9.5.1 - Portaria, controle de balança e vestiário .....	176
3.5.9.5.2 - Escritório central e centro de treinamento .....	176
3.5.9.5.3 - Oficina, almoxarifado e laboratório .....	177
3.5.9.5.4 - Alojamentos e vila residencial .....	178
3.5.9.5.5 - Cozinha, refeitório e áreas de lazer.....	178
3.5.9.5.6 - Ambulatório e brigada de combate a incêndios.....	178
3.5.10 - Instalações de esgotamento sanitário .....	179
3.5.11 - Central de materiais descartáveis (CMD).....	179
3.5.12 - Sistemas de controle e monitoramento de efluentes líquidos, resíduos, emissões atmosféricas, vibrações e ruídos .....	180
3.5.13 - Sistemas de gestão de segurança e saúde ocupacional .....	182
3.5.14 - Reabilitação ambiental .....	182
3.6 - Operações Unitárias de Controle Ambiental da Mina e Planta.....	182
3.6.1 - Estações de tratamento de água.....	182
3.6.2 - Estações de tratamento de esgoto sanitário.....	183
3.6.3 - Estações de tratamento de efluentes líquidos e oleosos.....	183
3.6.4 - Disposição de estéril e rejeitos .....	183
3.6.5 - Sistemas de contenção de sedimentos .....	184
3.6.6 - Sistemas de drenagens em geral.....	185
3.6.7 - Sistemas de controle e monitoramento de vibrações e ruídos .....	185
3.6.8 - Sistemas de controle e monitoramento de emissões atmosféricas .....	186
3.6.9 - Sistemas de controle e monitoramento de efluentes líquidos.....	186
3.6.10 - Sistemas de controle e disposição de resíduos sólidos.....	187
3.6.11 - Modelagem matemática de dispersão de particulados (fontes fixas e móveis) .....	187
3.7 - Adutora .....	193
3.7.1 - Objetivos gerais e metas de produção .....	193
3.7.2 - Descrição do traçado escolhido .....	193
3.7.3 - Alternativas técnicas .....	196
3.7.4 - Descrição do sistema adutor de água .....	197

3.7.4.1 - Captação de água .....	197
3.7.4.1.1 - Qualidade da água captada .....	198
3.7.4.1.2 - Taxa de corrosão / erosão .....	198
3.7.4.2 - Estação de bombas principal .....	198
3.7.4.3 - Adutora .....	198
3.7.5 - Operação do sistema adutor .....	200
3.7.5.1 - Operação de <i>start-up</i> .....	201
3.7.5.2 - Parada normal de operação .....	201
3.7.5.3 - Paradas por falha de energia elétrica .....	202
3.7.6 - Sistemas de controle .....	202
3.7.6.1 - Controle da balsa de captação .....	202
3.7.6.2 - Controles da estação principal .....	203
3.7.6.3 - Tanques de amortecimento unidirecional (TAU) .....	203
3.7.7 - Avaliações hidráulicas do sistema .....	204
3.7.7.1 - Avaliação hidráulica em regime permanente .....	204
3.7.7.2 - Avaliação hidráulica em regime transiente .....	204
3.7.8 - Características gerais do sistema adutor de água .....	206
3.7.9 - Subestação de 230 kV .....	208
3.7.10 - CAPEX da adutora .....	209
3.7.11 - OPEX da adutora .....	209
4 - BIBLIOGRAFIA .....	210
ANEXOS .....	211
ANEXO 1 - PLANO DIRETOR DA MINA E PLANTA DE BENEFICIAMENTO .....	213
ANEXO 2 - SEQUENCIAMENTO DE LAVRA .....	215
ANEXO 3 - SEÇÕES TÍPICAS DO CORTE A-A' NOS ANOS 1,5 E 10 E AS SEÇÕES TÍPICAS DO CORTE B-B' NOS ANOS 15 .....	219
ANEXO 4 - FLUXOGRAMAS DE PROCESSOS E REAGENTES .....	221
ANEXO 5 - MAPA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA .....	223

## VOLUME II

PÁG. 229

ANEXO 5 - MAPA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA .....	223
ANEXO 6 - RESULTADOS DA MODELAGEM MATEMÁTICA DE DISPERSÃO DE PARTICULADOS .....	239
ANEXO 7 - ARRANJO GERAL DA CAPTAÇÃO E DA Balsa .....	245
ANEXO 8 - ARRANJO GERAL DA CASA DE BOMBAS .....	249
ANEXO 9 - TANQUES DE AMORTECIMENTO UNIDIRECIONAL - TAU .....	251
ANEXO 10 - DRENOS E VENTOSAS .....	253
ANEXO 11 - ARRANJO DA SUBESTAÇÃO DE BOMBAS .....	255

## Quadros

QUADRO 3.1 - Alvarás de pesquisa do Bloco 8 .....	18
QUADRO 3.2 - Amostras compostas para o estudo de predição DAM .....	41
QUADRO 3.3 - Especificação de enxofre nas amostras .....	43
QUADRO 3.4 - Resultados de PN, PA, PNA e RPN .....	44
QUADRO 3.5a - Resultado Analítico do Ensaio de Lixiviação SPLP .....	46
QUADRO 3.5b - Resultado Analítico do Ensaio de Lixiviação SPLP .....	47
QUADRO 3.5c - Resultado Analítico do Ensaio de Lixiviação SPLP .....	48

QUADRO 3.5d - Resultado Analítico do Ensaio de Lixiviação SPLP .....	49
QUADRO 3.6 - Plano de produção de minério e estéril, base seca.....	56
QUADRO 3.7 - Plano de produção - Geração de <i>pellet feed</i> - Base seca.....	56
QUADRO 3.8 - Produção de rejeitos (em toneladas, base seca) .....	57
QUADRO 3.9 - Plano de produção - Base úmida.....	58
QUADRO 3.10 - Altura Diária de Precipitação Máxima Anual - Estação Cancela .....	65
QUADRO 3.11 - Quantis de precipitação máxima para durações inferiores a 24h.....	66
QUADRO 3.12 - Parâmetros Considerados na Modelagem Hidrológica .....	68
QUADRO 3.13 - Vazões de projeto .....	69
QUADRO 3.14 - Dimensionamento Hidráulico dos Canais de Desvio.....	70
QUADRO 3.15 - Sequenciamento de diques de contenção de sedimentos nos córregos Mundo Novo e Lamarão .....	72
QUADRO 3.16 - Equipamentos de lavra especificados.....	78
QUADRO 3.17 - Resumo do quadro de mão de obra da mina (Bloco 8).....	89
QUADRO 3.18 - Estimativa de Preço Unitário dos equipamentos (em US\$ 000).....	90
QUADRO 3.19 - Resumo de Investimento - Capex da Mina .....	91
QUADRO 3.20 - Estimativa Consumo Total Diesel .....	92
QUADRO 3.21 - Consumo de Diesel por Equipamento.....	93
QUADRO 3.22 - Estimativa de Vida Útil de Pneus .....	93
QUADRO 3.23 - Custo Horário do Equipamento.....	94
QUADRO 3.24 - Percentual de Custo Anual de Manutenção .....	95
QUADRO 3.25 - Resumo do Custo Operacional por Operação Unitária (em US\$/t) .....	96
QUADRO 3.26 - Custo Operacional por Item de Consumo (em US\$/t) .....	96
QUADRO 3.27 - Equipamentos da britagem primária .....	108
QUADRO 3.28 - Equipamentos do peneiramento .....	108
QUADRO 3.29 - Equipamentos da britagem secundária.....	108
QUADRO 3.30 - Equipamentos da pilha de homogeneização.....	109
QUADRO 3.31 - Equipamentos da britagem primária .....	109
QUADRO 3.32 - Equipamentos da pré concentração magnética .....	110

QUADRO 3.33 - Equipamentos da remoagem .....	110
QUADRO 3.34 - Equipamentos da flotação.....	111
QUADRO 3.35 - Equipamentos do espessamento de concentrado.....	111
QUADRO 3.36 - Equipamentos do espessamento de rejeito .....	111
QUADRO 3.37 - Equipamentos do empilhamento de rejeitos .....	111
QUADRO 3.38 - Equipamentos da recuperação de água dos rejeitos .....	112
QUADRO 3.39 - Equipamentos da captação de água bruta.....	112
QUADRO 3.40 - Amostras de rejeito utilizadas para testes segundo ABNT.....	148
QUADRO 3.41 - Lixiviação das amostras de rejeitos (DIAG e REJ SCAV) .....	149
QUADRO 3.42 - Solubilização das amostras originais (DIAG) de rejeitos.....	149
QUADRO 3.43 - Solubilização de amostras originais (REJ SCAV) de rejeitos .....	150
QUADRO 3.44 - Solubilização das amostras duplicatas (DIAG 1) de rejeitos .....	151
QUADRO 3.45 - Solubilização das amostras duplicatas (REJ SCAV) de rejeitos .....	152
QUADRO 3.46 - Mão de obra administrativa e da planta de beneficiamento .....	154
QUADRO 3.47 - Estimativas de Investimentos Diretos na Planta .....	155
QUADRO 3.48 - Estimativas de Investimentos Indiretos na Planta .....	156
QUADRO 3.49 - Custos operacionais (OPEX) da planta de beneficiamento.....	156
QUADRO 3.50 - Consumos e demandas estimadas da planta de beneficiamento .....	159
QUADRO 3.51 - Reservatório Pulmão: Comparação das Alternativas Avaliadas.....	164
QUADRO 3.52 - Reservatório Pulmão - Vazões Mínimas Residuais.....	165
QUADRO 3.53 - Pré-dimensionamento das Estruturas de Adução .....	166
QUADRO 3.54 - Estruturas de Adução: Estimativa Preliminar de Custos .....	168
QUADRO 3.55 - Resultados Calculados das Concentrações - PTS.....	189
QUADRO 3.56 - Resultados Calculados das Concentrações - PM <sub>10</sub> .....	191
QUADRO 3.57 - Cursos de água atravessados pela adutora.....	196
QUADRO 3.58 - Distribuição dos drenos ao longo da adutora .....	200
QUADRO 3.59 - Cenários e procedimentos de simulação de transiente .....	205
QUADRO 3.60 - Características gerais das estações de bombas e adutora .....	207

QUADRO 3.61 - Espessura da tubulação .....	207
QUADRO 3.62 - Peso da tubulação .....	208

## ***Figuras***

---

FIGURA 3.1 - Localização dos direitos minerais que compõem o Bloco 8 .....	19
FIGURA 3.2 - Distribuição dos furos de sonda na área de pesquisa do Bloco 8 .....	29
FIGURA 3.3 - Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental no cenário do Gondwana.....	31
FIGURA 3.4 - Mapa geológico regional .....	32
FIGURA 3.5 - Coluna estratigráfica no Bloco 8 .....	33
FIGURA 3.6 - Distribuição das reservas na área do Bloco 8 .....	35
FIGURA 3.7 - Movimentação total de massa rochosa .....	53
FIGURA 3.8 - Plano de produção do Bloco 8 - Base úmida .....	59
FIGURA 3.9 - Arranjos propostos para modelagem hidrológica .....	68
FIGURA 3.10 - Seção típica dos canais dimensionados .....	70
FIGURA 3.11 - Seção da área da cava do Bloco 8 apresentando o limite da cava no início da implantação do canal e a projeção esquemática da pilha de rejeitos .....	71
FIGURA 3.12 - Seção da área da cava do Bloco 8 apresentando o limite final da cava e a projeção da pilha de estéril final.....	71
FIGURA 3.13 - Sequenciamento de diques de contenção de sedimentos determinados pelo sequenciamento de lavra proposto pela SAM .....	73
FIGURA 3.14 - Curva cota x área x volume do reservatório da barragem de rejeitos.....	106
FIGURA 3.15 - Curva de vazão regularizada da barragem de rejeitos (m <sup>3</sup> /h) .....	107
FIGURA 3.16 - Balanço integrado de água (mina Bloco 8 + planta + mineroduto) .....	161
FIGURA 3.17 - Alternativas avaliadas para o reservatório pulmão.....	163
FIGURA 3.18 - Mapa representado a superfície freática na área do complexo minerário. ....	171
FIGURA 3.19 - Rota proposta para a adutora .....	194
FIGURA 3.20 - Perfil do terreno a ser percorrido pela adutora .....	195
FIGURA 3.21 - Corte esquemático da vala de instalação da adutora.....	199



## 1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

<b>EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO</b>	
Razão social	SUL AMERICANA DE METAIS S.A.
CNPJ	08.289.492/0001-99
Inscrição Estadual	isento
Inscrição Municipal	-
Endereço completo	Rodovia Salinas / Taiobeiras, 60 - Bairro Novo Panorama, CEP 39560-000, Salinas/MG
CTF no IBAMA	4896097

<b>REPRESENTANTE LEGAL</b>	
Representante Legal	Haroldo Freischfresser
CPF	428.749.121-15
CTF no IBAMA	294127
Endereço	Av. das Nações Unidas, 1.251 - 18º andar - Conj. 1801, Brooklin - São Paulo - SP - CEP 04578-903
Telefone e Fax	(11) 3043-8811 e Fax (11) 3043-8810
E-mail	<a href="mailto:haroldo.fleisch@sammetais.com.br">haroldo.fleisch@sammetais.com.br</a>

<b>PESSOAS PARA CONTATO</b>	
Nomes	Haroldo Freischfresser - CPF 013.993.988-14 Marco Túlio Naves de Carvalho - CPF 428.749.121-15
Endereço	Av. das Nações Unidas, 1.251 - 18º andar - Conj. 1801, Brooklin - São Paulo - SP - CEP 04578-903
Cargo / função	Haroldo Freischfresser - Presidente Marco Túlio Naves de Carvalho - Diretor de Geologia e Meio Ambiente
Telefone(s)	(11) 3043-8811 e Fax (11) 3043-8810
Endereços eletrônicos	<a href="mailto:haroldo.fleisch@sammetais.com.br">haroldo.fleisch@sammetais.com.br</a> <a href="mailto:marco.tulio@sammetais.com.br">marco.tulio@sammetais.com.br</a>

## 2 - RESPONSABILIDADE TÉCNICA

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS			
Razão social:	BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA.	http:	www.brandt.com.br
CNPJ:	71.061.162/0001-88	Diretor Operacional:	Sergio Avelar
CTF no IBAMA nº 197484			
Nova Lima / MG - Alameda do Ingá, 89 - Vale do Sereno - 34000-000 - Nova Lima - MG Tel (31) 3071 7000 - Fax (31) 3071 7002 - <a href="mailto:bma@brandt.com.br">bma@brandt.com.br</a>			

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS PELA CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO			
Técnico	Formação / Registro Profissional	CTF no IBAMA	Responsabilidade
Marco Túlio Naves de Carvalho	Geólogo CREA DF 7850/D	294127	Caracterização do empreendimento, aspectos de geologia e mina
Eder de Sílvio	Engenheiro de Minas CREA 367-D RO	4976834	Caracterização do empreendimento, aspectos de engenharia

ENDEREÇO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO		
Responsáveis Técnicos	E-mail	Endereço
Marco Tulio Naves de Carvalho	<a href="mailto:marco.tulio@sammetais.com.br">marco.tulio@sammetais.com.br</a>	Rodovia Salinas / Taiobeiras, 60 Bairro Novo Panorama CEP 39560-000, Salinas/MG
Eder de Sílvio	<a href="mailto:eder.silvio@sammetais.com.br">eder.silvio@sammetais.com.br</a>	

ASSINATURAS E RUBRICAS DOS REPONSÁVEIS TÉCNICOS		
Responsável Técnico	Assinatura	Rubrica
Marco Tulio Naves de Carvalho		
Eder de Sílvio		

PRODUÇÃO GRÁFICA (Brandt Meio Ambiente)	Gustavo Freitas	Assistente de produção
	Leonardo Ferreira	Assistente de produção
	Eli Lemos	Gerenciamento / edição

A responsabilidade técnica pelo projeto de engenharia do sistema integrado de mina (Bloco 8) + planta de beneficiamento + adutora + mineroduto, que configura o conteúdo deste módulo 3 do EIA, é integralmente da Sul Americana de Metais S/A (SAM), conforme anotação de responsabilidade técnica (ART) assinada pelo geólogo Marco Túlio Naves de Carvalho (CREA DF 7850/D), inscrito no Cadastro Técnico Federal sob nº 294127, e pelo Engenheiro de Minas Eder de Sílvio, CREA 367-D RO, inscrito no Cadastro Técnico Federal sob nº 4976834. As cópias das ARTs e dos CTFs estão inseridas nos anexos do módulo 1.



## 2.1 - Fontes de consulta

<b>Fontes de consulta</b>	<b>Assunto</b>
Sul Americana de Metais S/A	Responsabilidade Técnica pelas informações e dados utilizados para caracterização do mineroduto
SNC Lavalin Minerconsult	Informações técnicas multidisciplinares de engenharia (relatórios técnicos específicos) e de apoio à caracterização do mineroduto
Coffey Mining	
Golder Associates	
Brass do Brasil	
AECOM do Brasil	
Brandt Meio Ambiente	Acervos técnicos de referência
Terravision - Geoprocessamento	
Catálise - Consultoria Ambiental	

## 3 - DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

### 3.1 - Informações Gerais

#### 3.1.1 - Histórico do empreendimento

A Sul Americana de Metais S.A. (SAM) é empresa de mineração constituída no Brasil e controlada pela Votorantim Novos Negócios, com a matriz inscrita no CNPJ sob o nº 08.289.492/0001-99, sediada na cidade de Salinas/MG, na Rodovia Salinas/Taiobeiras, 60, Bairro Novo Panorama, CEP 39560-000. Tem filial inscrita no CNPJ nº 08.289.492/0002-70 e localizada na cidade de São Paulo/SP, à Avenida das Nações Unidas, 12.551, 18º Andar, Conjunto 1.801, Bairro Brooklin, CEP 04578-903.

A SAM é detentora, dentre outros, dos direitos minerais relativos às áreas cobertas pelos processos DNPM 831.028/2007 e DNPM 831.029/2007. Essas áreas, em conjunto, foram denominadas de “Bloco 8” e foram requeridas no dia 04 de abril de 2007. Os respectivos alvarás de pesquisa, conforme quadro abaixo, foram publicados no D.O.U. do dia 13 de maio de 2008.

**QUADRO 3.1 - Alvarás de pesquisa do Bloco 8**

Processo	Área (ha)	Publicação	Alvará nº	Município
831.028/2007	956,84	13/05/2008	3.670	Grão Mogol / Padre Carvalho
831.029/2007	1.667,11	13/05/2008	3.671	Grão Mogol / Padre Carvalho

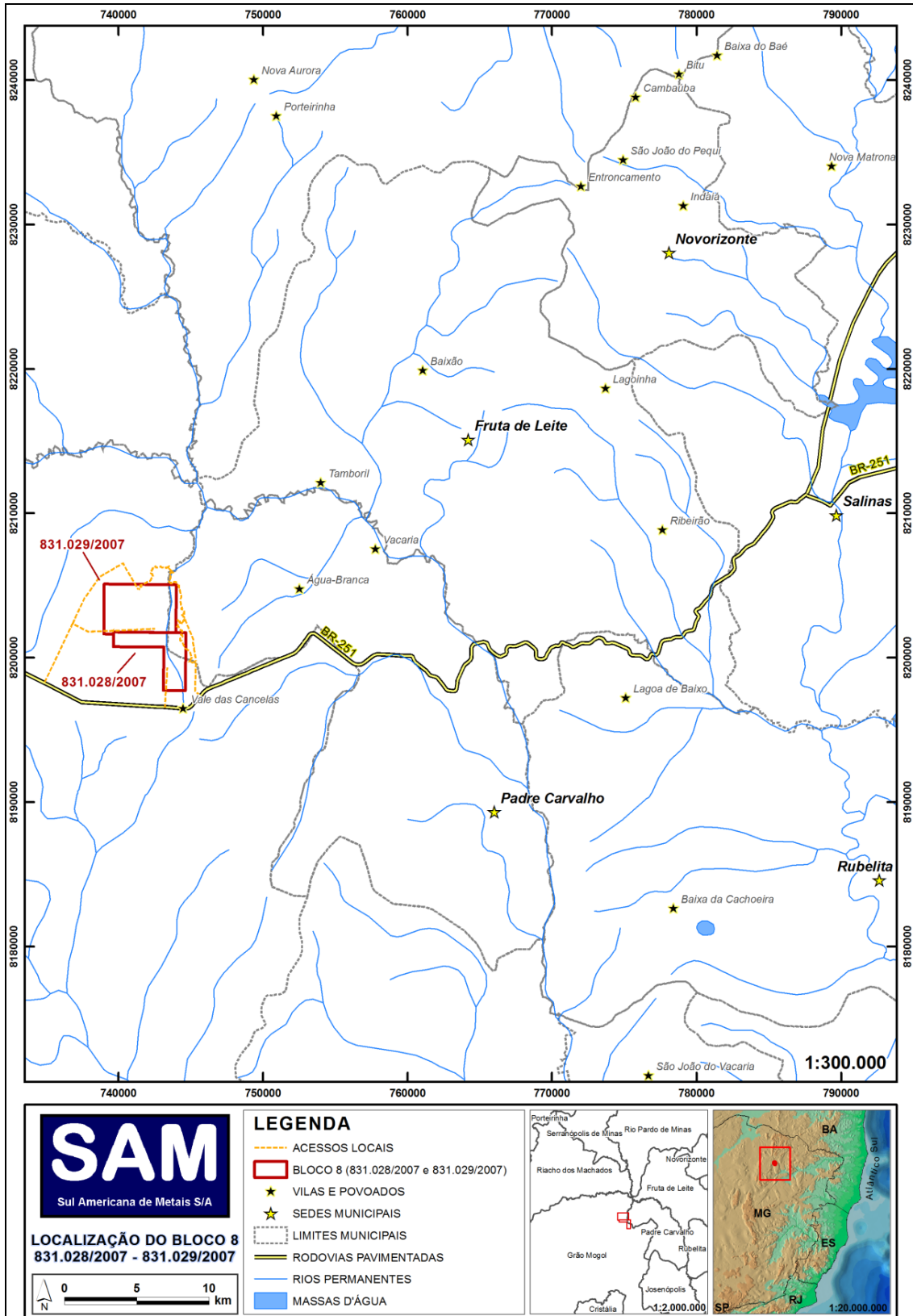
Fonte: Sul Americana de Metais

Essas duas áreas (Figura 3.1) foram contempladas em amplo programa regional de exploração mineral, denominado Projeto Vale do Rio Pardo, que abrange também outras áreas de titularidade da empresa na região, localizadas principalmente nos municípios de Grão Mogol, Padre Carvalho, Fruta de Leite, Riacho dos Machados, Serranópolis de Minas e Rio Pardo de Minas, em Minas Gerais, todas para minério de ferro.

O programa compreendeu, inicialmente, atividades de reprocessamento dos levantamentos aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos existentes e sua integração com os mapas geológicos públicos. Essa fase foi seguida por campanhas de mapeamento geológico de semidetalhe e detalhe, levantamentos geoquímicos de sedimentos de corrente e rochas, levantamentos geofísicos terrestres (magnetometria e polarização induzida - IP), levantamentos topográficos planialtimétricos aerotransportados a laser e intensa campanha de sondagem para cubagem de reservas.

O extensivo programa de pesquisa mineral, conforme requerido pelo Código de Mineração, na área do Bloco 8, priorizou a sondagem rotativa a diamante, em diâmetro HQ e HW, e compreendeu a execução de 459 furos, para um total de 65.627,69 metros sondados. Como resultado, definiu-se uma grande jazida de minério de ferro, com reservas medidas e indicadas de 2.614 milhões de toneladas de minério, com um teor médio de 20,04% de ferro.

**FIGURA 3.1 - Localização dos direitos minerais que compõem o Bloco 8**



Do recurso total no Bloco 8, a porção lavrável corresponde a 2.439,9 milhões de toneladas de minério, com teor médio de 20,23% de ferro.

As mineralizações de ferro encontradas no Bloco 8 apresentam algumas características especiais: são de baixo teor médio de ferro, próximo a 20%, com larga predominância de hematita sobre magnetita e conteúdo elevado de alguns contaminantes, como P,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ , posteriormente reduzidos durante o processo de beneficiamento do minério.

Em continuidade ao processo de estimativa de reservas foram desenvolvidos vários trabalhos de engenharia, com o objetivo de definir os processos de lavra e de beneficiamento, com foco na concentração dos minerais de ferro e eliminação dos contaminantes, e as possibilidades de transporte do produto, além de estudos socioambientais visando a elaboração do EIA-RIMA.

Em maior detalhe, os estudos conduzidos até o momento incluem geotecnia, estudos conceituais de lavra, estudos de rotas de processo, caracterização tecnológica do minério, estudos de disponibilidade hídrica e energética, diagnósticos ambientais e sociais e estudos para definição de rota para implantação de mineroduto, suportado por intensivo trabalho de interpretação e integração de dados.

Como resultado dos estudos acima listados, demonstrou-se a exequibilidade da lavra e o tratamento econômico do minério, gerando produto comerciável do tipo *pellet feed*, destinado a usinas de pelletização, com as seguintes características: Ferro  $\geq 65\%$ , Fósforo (P)  $\leq 0,065\%$ ,  $SiO_2 \leq 3\%$ ,  $Al_2O_3 \leq 1\%$ , LOI  $\leq 1\%$  e umidade máxima de 10,5%. O contaminante fósforo (P) ocorre essencialmente no mineral apatita, o que permitirá sua redução a padrões compatíveis com o mercado utilizando o processo de concentração magnética seguido de flotação. O mesmo ocorrerá com a sílica. A planta de beneficiamento será abastecida com água aduzida da represa de Irapé, através de adutora com 57,58 km de extensão.

O *pellet feed*, sob a forma de polpa aquosa, será transferido para área de embarque no Porto Sul, no município de Ilhéus (BA), através de um mineroduto com, aproximadamente, 482 km de extensão e que corta terras de Minas Gerais e da Bahia.

Esses aspectos particulares tornam evidente a grandeza do desafio para tornar este empreendimento viável sob os aspectos técnicos, econômicos e ambientais. No entanto, tal desafio vem sendo encarado e superado pela Sul Americana de Metais S.A.

### **3.1.2 - Tipo de atividade e porte do empreendimento**

O Projeto Vale do Rio Pardo é um empreendimento de mineração e beneficiamento de minério de ferro, integrado a um mineroduto, que consistem em um modal de transporte do concentrado do tipo *pellet feed*, em forma de polpa aquosa, entre a área da mina e a estação de desagamento e filtragem da polpa, que estarão inseridas na retroárea do Porto Sul (público, do Governo do Estado da Bahia), de onde será embarcado até seu destino final.

Trata-se de empreendimento de grande porte, que demandará, em média, a exploração anual de 169,3 milhões de toneladas por ano (Mtpa) de rochas extraídas da mina do Bloco 8, das quais 97,7 Mtpa serão de minério e 71,6 Mtpa serão de estéril. Do tratamento do minério bruto (ROM) será gerado o produto final, constituído por 25 Mtpa de *pellet feed* com teor mínimo de 65% de ferro. Os rejeitos do beneficiamento somarão, em média, 75 Mtpa. A vida útil do empreendimento, com os recursos conhecidos, está estimada em 25 anos, havendo a real probabilidade de ser estendida por acréscimo de novos recursos, ainda em pesquisa. O aumento de recursos pode também levar à expansão futura do empreendimento.

### 3.1.3 - Objetivos e justificativas do empreendimento

Na mineração, particularmente em minério de ferro, crescentes esforços de ampliação das reservas minerais e excelentes performances de produção, nos últimos anos, posicionam o Brasil dentre os mais destacados produtores mundiais. Os investimentos em curso e propostos em novos projetos, no Brasil e no resto do mundo, indicam que a produção/demanda de minério de ferro deve crescer ainda mais.

O grande desafio que a SAM enfrentou desde o início do projeto foi desenvolver tecnologia capaz de viabilizar a produção de *pellet feed* a partir do minério de ferro de baixo teor, que será extraído de mina a céu aberto, em região sem nenhuma tradição mineral, carente de oportunidades econômicas e infraestrutura e com baixo IDH.

Aproveitando as boas perspectivas para o mercado mundial do minério de ferro e a elevação do preço nos últimos anos, a estratégia da SAM é atingir, numa primeira etapa, apenas com a lavra da jazida do Bloco 8, uma produção total de 25 Mtpa de concentrado do tipo *pellet feed*, já a partir do segundo semestre de 2014. Futuramente, com a melhor definição da jazida do Bloco 7, localizada cerca de 25 km a nordeste do Bloco 8 e ainda em fase de pesquisa, ou com a descoberta de novos recursos nas áreas de pesquisa ora outorgadas à SAM, essa produção poderá ser significativamente ampliada ou a vida útil do projeto estendida.

A importância do empreendimento no contexto econômico-social do norte do Estado de Minas Gerais e, em especial, dos municípios de Grão Mogol e Padre Carvalho, é evidente, tendo em vista que promoverá desenvolvimento econômico e social e uma maior integração e diversificação dos setores secundário e terciário da economia regional. Como implicação direta, espera-se uma significativa melhoria do nível de vida da região, via arrecadação de impostos, geração de empregos diretos e indiretos, melhoria da renda familiar e, conseqüentemente, maior circulação de riquezas.

O projeto da SAM justifica-se, portanto, por se alinhar aos esforços da indústria mineral brasileira para gerar riquezas dentro do próprio país e por atender os objetivos de inúmeros programas e planos governamentais de desenvolvimento industrial e socioeconômico para as diversas regiões do país, especialmente aquelas mais carentes, entre as quais está situada a região de influência do empreendimento.

No Brasil, a mineração tem fortes raízes históricas, estando ligada ao processo de expansão das fronteiras econômicas desde os tempos coloniais. Foi essa atividade que interiorizou o desenvolvimento social e econômico, levando infraestrutura a regiões carentes e reduzindo desigualdades regionais. Nesses locais, alavancou o desenvolvimento, induzindo a implantação de indústrias de base mineral e gerando empregos e renda.

O Projeto Vale do Rio Pardo, integrando mina e mineroduto, alvo deste estudo de impactos ambientais, é um exemplo claro e atual desta importante função da mineração, pois trará desenvolvimento social e econômico a regiões historicamente carentes do norte de Minas Gerais e do sul da Bahia.

Evoluindo de uma visão historicamente distorcida, herdada do passado mais longínquo, quando os cuidados com a qualidade ambiental não estavam incluídos nas preocupações dos agentes sociais do desenvolvimento (empresários, consumidores e governos), a atividade minerária organizada já não é mais vista como incompatível com o desenvolvimento sustentado, tendo em vista que vem praticando o conceito de sustentabilidade para o aproveitamento racional e oportuno dos recursos minerais. Além disso, as modernas tecnologias hoje disponíveis na mineração e as severas normas legais a que está submetida viabilizam (e condicionam) que a lavra de bens minerais somente seja realizada em concreta harmonia com a proteção do meio ambiente, compromisso ao qual se alia o Projeto Vale do Rio Pardo.

Constituem aspectos vitais do processo de inserção da economia regional no contexto mundial a obtenção de formas adequadas de financiamento para implantação e modernização da infraestrutura regional e para o estímulo à atração de grandes projetos industriais, a exemplo do que almeja o Projeto Vale do Rio Pardo.

Da mesma forma, vencer os desafios econômicos também implica concentrar e intensificar esforços para a capacitação da mão de obra regional, aumentando a escolaridade e a qualificação profissional da população e permitindo a sua inserção nas novas formas de produção que deverão ser consolidadas na região. Isso também pressupõe a adoção de uma nova abordagem voltada para as cadeias e arranjos produtivos, bem como a criação de condições diferenciadas para a economia regional que permitam atrair outros investimentos não relacionados à mineração, a qual é vista pela SAM como um indutor do desenvolvimento, porém com a visão de que, por se tratar de recursos não renováveis, devem ocorrer associados a investimentos em outras áreas.

Com relação à área da ciência e da tecnologia, os grandes desafios estão voltados para melhoria do ora reduzido nível formal de escolaridade da força de trabalho, para a necessidade de ampliação da capacidade dos sistemas regionais de geração das atividades econômicas e para a difusão e aplicação de novas e modernas técnicas e processos, visto que hoje prevalecem formas tradicionais e de reduzido grau de competitividade.

Os desafios na área socioeconômica são ainda mais críticos e requerem um grande esforço para sua superação, especialmente nas regiões onde são notórios os desníveis de qualidade de vida, a deficiente inclusão da população economicamente ativa ao trabalho produtivo e o acesso à renda, as baixas de taxas de crescimento e de desenvolvimento humano. Assim, o Projeto Vale do Rio Pardo também contempla compromissos para ampliar a oferta e melhorar o perfil da mão de obra regional.

Nos municípios abrangidos pelo Projeto Vale do Rio Pardo (mina e mineroduto) se constata também um quadro quase geral de enfraquecimento dos laços de integração social e econômica em razão da heterogeneidade espacial desses municípios, alguns dotados de grande dinamismo, mas confrontando-se e convivendo com municípios vizinhos atrasados e estagnados em sua economia e qualidade de vida.

Assim, para a região de influência do empreendimento da SAM, destacam-se oportunidades e potencialidades relevantes para o desenvolvimento sustentável, embasado na diversidade regional e sob as perspectivas econômica, social, cultural e política, suportada pelo inconformismo com as condições econômicas e sociais de parte significativa da sua população.

Acredita-se, portanto, já existir um claro entendimento de que o Projeto Vale do Rio Pardo pode assegurar melhoria significativa das condições de vida das populações de muitos dos municípios com os quais o empreendimento passará a conviver no dia-a-dia. A SAM almeja, com base no conceito de empreendimento economicamente sustentável e dentro das limitações relacionadas aos impactos socioambientais que gerará, poder trabalhar com as entidades públicas e de direito civil na promoção das necessárias transformações e soluções socioeconômicas desejadas pelas populações das regiões do norte de Minas Gerais e sul da Bahia.

A SAM considera o desenvolvimento do empreendimento viável sob os vários aspectos cuidadosamente analisados, dentre eles a disponibilidade dos recursos naturais, a aplicação de tecnologias modernas e eficientes de beneficiamento do minério, a implantação de uma infraestrutura de transporte eficiente (o mineroduto) e a possibilidade de formação de recursos humanos capacitados, motivados e valorizados, preferencialmente provenientes da própria região, aspectos esses desenvolvidos em equilíbrio com o meio ambiente no qual se inserem, além de um forte e efetivo posicionamento no mercado.

### **3.1 4 - Estados e municípios beneficiados**

O empreendimento integrado (mina + planta de beneficiamento + adutora) abrangerá territórios apenas de Minas Gerais. A mina do bloco 8 abrange terras dos municípios de Grão Mogol e Padre Carvalho, mas a planta de concentração mineral estará integralmente inserida no município de Grão Mogol (MG). A adutora atravessará terras dos municípios de Grão Mogol e Josenópolis.

### **3.1.5 - Acessos**

A área da mina é acessível, partindo de Belo Horizonte, pela BR-040 até o entroncamento com a BR-365 (em Luislândia de Minas), quando então se toma a direção norte, seguindo por esta BR-365, até Montes Claros. Daí segue-se na direção leste pela BR-251, em direção a Salinas, por cerca de 150 km, até se alcançar o Vale das Cancelas, localidade mais próxima do Bloco 8.

Como alternativa, pode-se seguir, a partir de Belo Horizonte, por trecho da BR-262 até o entroncamento da BR-381, seguindo então até Governador Valadares. Após essa cidade, acessa-se a BR-365, que segue de Governador Valadares até Montes Claros.

Por meio aéreo, o deslocamento até a área de pesquisa pode ser feito até as cidades de Montes Claros, a qual é atendida por diversos voos diários partindo de importantes cidades, como Belo Horizonte, São Paulo (Congonhas, Guarulhos e Campinas) e Salvador, além de diversas outras conexões. Como alternativa, é possível voar até Vitória da Conquista, servida por voos diários para Belo Horizonte e Salvador, ficando, porém, mais distante do projeto.

### **3.1.6 - Geologia regional e local**

A mineralização do Bloco 8 está associada a metadiamicritos ricos em hematita e, subordinadamente, a quartzitos hematíticos, com raras camadas de xistos hematíticos, todos pertencentes ao Membro Riacho dos Poções, da Formação Nova Aurora.

Maiores detalhes sobre a geologia serão apresentadas no módulo 6, no capítulo específico de geologia da região da mina. A descrição da geologia da jazida é apresentada no item 3.2 deste módulo.

### **3.1.7 - Bacias hidrográficas**

O empreendimento minerário situa-se na bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, no segmento que compreende o norte de Minas Gerais e que posteriormente segue até o Estado da Bahia, para desaguar no Oceano Atlântico. As nascentes do rio Jequitinhonha situam-se no município de Serro, em Minas Gerais. Esse importante rio percorre uma das regiões consideradas, até passado bem recente, uma das mais pobres do Brasil, mas que já começam a apresentar melhorias no seu desenvolvimento socioambiental e econômico. No rio Jequitinhonha situa-se a represa de Irapé, de onde será derivada água bruta para atendimento às necessidades do projeto minerário da SAM.



### **3.1.8 - Biomas**

O bioma mais característico na área da mina e estruturas associadas, como a adutora e a planta de beneficiamento de minério, é o Cerrado. Cabe destacar, no entanto, que a maior parcela do empreendimento estará situada em áreas que já sofreram grande pressão antrópica e hoje são cobertas por pastagens e por plantios de eucaliptos e pinus, além de poucas culturas de subsistência.

### **3.1.9 - Clima**

O norte do Estado de Minas Gerais apresenta o tipo climático Tropical Quente semiúmido com regime de chuvas com intensa variação entre o período seco e o chuvoso, apresentando períodos de fortes estiagens e temperaturas altas que, em médias anuais, situam-se na faixa de 28º Celsius.

## **3.2 - Características Geológicas da Jazida**

### **3.2.1 - Introdução**

Este capítulo descreve a evolução dos trabalhos de pesquisa mineral desenvolvidos pela SAM nos direitos minerais do denominado Bloco 8 e que resultaram no melhor conhecimento geológico da jazida e no dimensionamento dos recursos minerais lavráveis que irão viabilizar a implantação e a operação do projeto minerário de ferro intitulado Projeto Vale do Rio Pardo, foco deste estudo de impacto ambiental.

### **3.2.2 - Direitos minerais**

A SAM é detentora, no norte do Estado de Minas Gerais, dos alvarás de pesquisa relativos aos processos DNPM 831.028/2007 e DNPM 831.029/2007. Essas duas áreas, em conjunto, são denominadas de “Bloco 8”, objeto do presente licenciamento mineral, junto com as demais instalações de adução de água, beneficiamento de minério e transporte de polpa em mineroduto, as quais deverão ser objeto de servidão.

O relatório final de pesquisa positivo foi protocolizado no 3º Distrito do DNPM, em Minas Gerais, no dia 05/04/2011, com detalhes técnicos da caracterização da jazida, definição de reservas e estruturas de apoio que permitem afirmar a viabilidade técnica da lavra de minério de tão baixo teor, como é o caso da SAM.

O conjunto das áreas do Bloco 8, somadas a diversos outros alvarás de pesquisa outorgadas à SAM e ainda em fase de desenvolvimento de pesquisas minerais, localizados nos municípios de Grão Mogol, Padre Carvalho, Fruta de Leite, Riacho dos Machados, Serranópolis de Minas e Rio Pardo de Minas, todos no Estado de Minas Gerais, denomina-se Projeto Vale do Rio Pardo.

### **3.2.3 - Pesquisa mineral realizada pela SAM**

O programa de exploração mineral realizado pela SAM contemplou, em sua fase mais inicial, atividades de processamento de dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos e sua integração com os mapas geológicos públicos. Essa fase foi seguida por campanhas de mapeamento geológico de semidetalhe e detalhe (1:25.000 e 1:10.000), levantamentos geoquímicos de sedimentos de corrente e rochas, levantamentos geofísicos terrestres (magnetometria e polarização induzida - IP), levantamentos topográficos planialtimétricos a laser e intensa campanha de sondagem diamantada, que resultou na cubagem das reservas da jazida.

Os trabalhos de pesquisa realizados são descritos a seguir.

#### **3.2.3.1 - Geofísica regional**

O processamento e a interpretação de dados geofísicos, visando definir anomalias magnéticas que pudessem estar relacionadas a mineralizações de ferro, constituiu a primeira fase dos trabalhos de pesquisa no Bloco 8. Esse trabalho foi realizado pela empresa Reconsult Geofísica, de São Paulo e usou os dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos do “Levantamento Aerogeofísico de Minas Gerais - Área 8”, desenvolvido pela CODEMIG/CPRM em 2006 e compreendendo uma área total de 40.868,68 km<sup>2</sup>.

O reprocessamento dos dados digitais indicou a presença de anomalias de interesse, as quais foram priorizadas de acordo com a intensidade do campo magnético, sendo que as mais intensas foram consideradas indicadoras de potencial para a ocorrência de rochas ricas em ferro, metal que foi pesquisado nas fases subsequentes. Grande parte das áreas da Sul Americana de Metais S.A. foi requerida com base nessas informações geofísicas, dentre eles o alvo denominado Bloco 8.

#### **3.2.3.2 - Geofísica terrestre**

A empresa Geodatos do Brasil Ltda. realizou, na área do Bloco 8, levantamento geofísico de resistividade e de polarização induzida (IP), num total de 25,15 km lineares, e de magnetometria terrestre, totalizando 27,53 km lineares, com o objetivo de localizar corpos que pudessem conter mineralização de ferro e porventura também corpos sulfetados em subsuperfície.

Apesar de o levantamento magnetométrico ter indicado algumas áreas anômalas ainda desconhecidas, principalmente nas partes noroeste e sudeste da área levantada, o mesmo não representou com precisão a área de ocorrência do corpo mineralizado e, por este motivo, não foi levado em consideração para o planejamento e desenvolvimento das atividades subsequentes de exploração no Bloco 8.

### **3.2.3.3 - Aerolevanteamento planialtimétrico a laser**

O aerolevanteamento planialtimétrico a laser foi executado em duas etapas. Na primeira, foi imageado o Bloco 8, enquanto na segunda topografou-se o restante da Área de Influência Direta do Empreendimento Mina (AID) e todo o eixo do mineroduto, desde a área da futura mina até o porto. A primeira fase do levantamento foi realizado pela empresa Geoid, em junho de 2008, e a segunda fase pela empresa SAI - Serviços Aéreos Industriais, em dezembro de 2010.

A aplicação da tecnologia de perfilamento a laser para o mapeamento topográfico permitiu obter redução expressiva da duração do tempo do levantamento, associado a uma precisão inferior a 15 cm, alcançada mediante pontos de controle de campo implantados com GPS diferencial. A transformação dos dados representados nos modelos digitais de elevação (MDE) permitiu gerar modelos digitais do terreno (MDT).

Como produtos do levantamento a laser foram obtidos mapas topográficos com curvas de nível diferenciadas em mestras e intermediárias, cotadas com altitude e com equidistância de 1 metro. Feições importantes identificadas no levantamento e presentes nas imagens, consideradas como elementos notáveis, tais como hidrografia, vias de acesso, edificações, pontes e outros, foram devidamente registrados para uso da SAM. Também foi gerado mapa hipsométrico representando as variações do relevo a partir da atribuição de cores aos espaços entre as curvas de nível, demonstrando visualmente as variações na declividade do relevo em relação a uma escala relativa. Outro produto obtido foram ortofotos com resolução espacial de 30 cm e escala final de 1:2.000, sendo essa uma importante ferramenta para a tomada de decisões diversas pela SAM.

### **3.2.3.4 - Mapeamento Geológico**

O mapeamento geológico no Bloco 8 foi realizado objetivando-se delimitar o corpo de minério, caracterizar seus controles geológico-estruturais e identificar as variações físicas e químicas, tanto vertical quanto horizontalmente.

Esse trabalho consistiu da descrição de 1.470 pontos geológicos em uma área de aproximadamente 5 x 3,5 km, tendo demandado praticamente um ano de trabalhos ininterruptos. A partir desse mapeamento geraram-se as condições necessárias para a realização da sondagem, a qual é descrita no item a seguir.

Os detalhes da geologia da área da mina (Bloco 8) serão descritos detalhadamente em capítulo específico do diagnóstico do meio físico.

### 3.2.3.5 - Sondagem

A avaliação do corpo de minério do Bloco 8 foi realizada com um programa de sondagem diamantada testemunhada que totalizou 459 furos (Figura 3.2) e 65.627,69 metros lineares, tendo os furos uma profundidade média de 142,05 metros. Os furos foram todos realizados em diâmetro HW/HQ (63,5mm), o que possibilitou a geração de maior volume de amostras para a realização de testes de processo. O acompanhamento e a descrição dos furos ficaram a cargo da excelente equipe de geólogos e técnicos da Sul Americana de Metais S.A.

A programação de sondagem foi antecedida por entendimentos amigáveis com os superficiários e pela obtenção, junto ao Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF-MG), do Documento Autorizativo para Intervenção Ambiental (DAIA).

A campanha inicial de sondagem, realizada no segundo semestre de 2008, foi conduzida pela empresa K.V.N. Meio Ambiente e Mineração Ltda., que realizou 43 furos. Para a segunda etapa foi contratada a empresa Geosol - Geologia e Sondagens S.A., que executou 416 furos e chegou a usar, simultaneamente, 10 sondas rotativas diamantadas para cumprir o programa proposto.

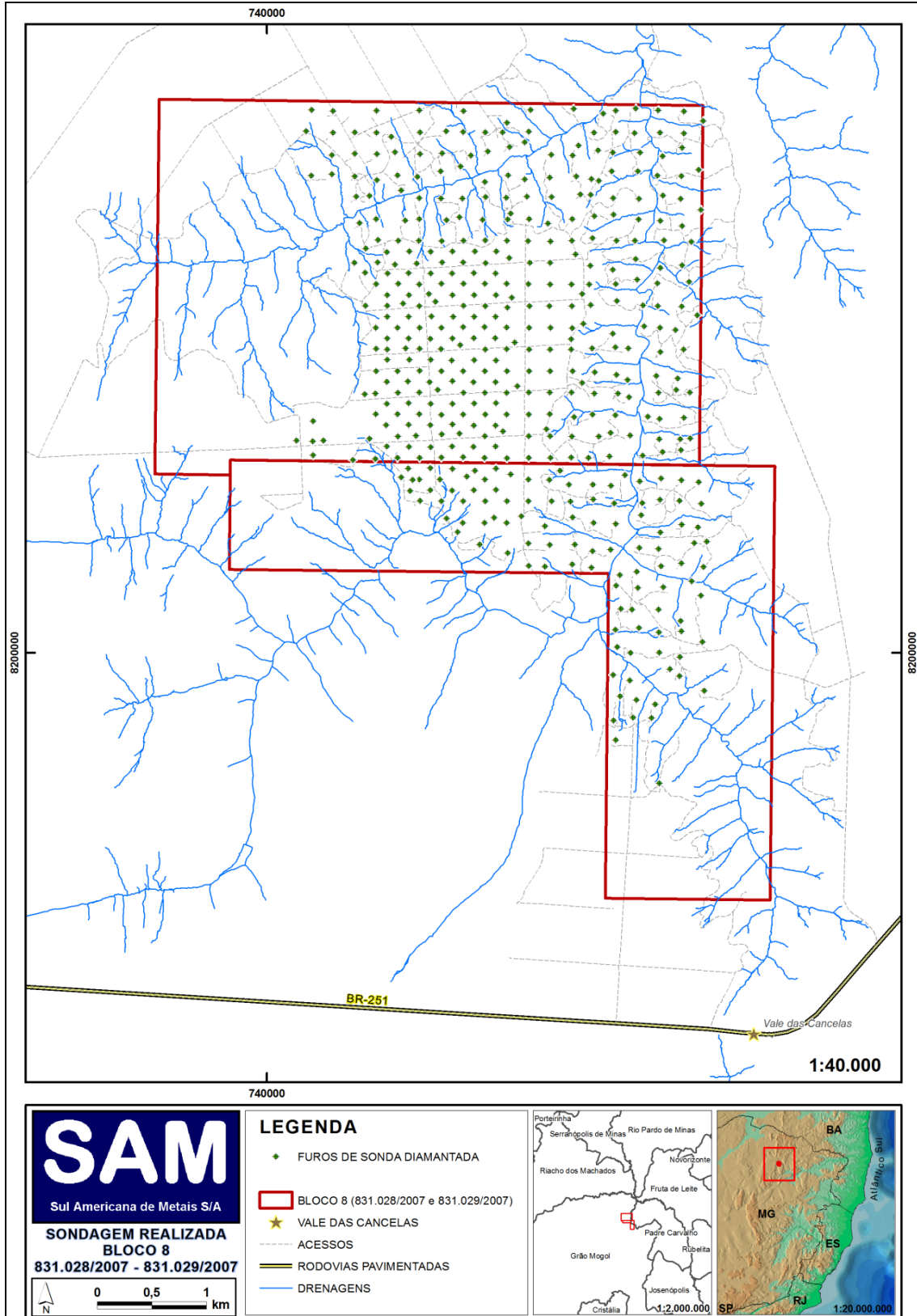
O espaçamento da malha de sondagem final foi de 200 x 200 metros para obtenção de reserva indicada, incluindo-se um furo no centróide de cada quadrângulo de 200 x 200 (malha de 200 metros + 1) para obtenção de reserva medida. Em uma pequena porção do corpo de minério, em sua borda norte, os furos foram espaçados 400 metros entre si, correspondendo, porém, a apenas 9% da área total perfurada.

O extensivo programa de sondagem, como resultado, propiciou a definição de uma grande jazida de minério de ferro, que tem reservas medidas e indicadas estimadas em 2.614 milhões de toneladas de minério com um teor médio de 20,04% de ferro. A porção lavrável (medida + indicada) dessa reserva é de 2.439,9 milhões de toneladas, com teor médio de 20,06% de ferro.

Destaca-se que, dentre o total de furos realizados, apenas seis não interceptaram mineralização ferrífera, mas serviram para balizamento dos limites do corpo mineralizado.

Todos os testemunhos de sondagem encontram-se armazenados de maneira organizada no galpão que sedia a base técnica do Projeto Vale do Rio Pardo, localizado no distrito do Vale das Cancelas, município de Grão Mogol (MG). Fotografias digitais e boletins descritivos de todos os testemunhos também se encontram arquivadas no projeto.

**FIGURA 3.2 - Distribuição dos furos de sonda na área de pesquisa do Bloco 8**



### 3.2.4 - Geologia Regional

O depósito ferrífero do Bloco 8 está inserido na Faixa de Dobramentos Araçuaí (Almeida 1977; Pedrosa-Soares & Noce 1998; Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos 2000), que corresponde a uma região orogênica de idade neoproterozóica, situada entre o Cráton do São Francisco e a margem continental leste brasileira, aproximadamente entre os paralelos 15°S e 21°S (Pedrosa-Soares et al. 2001, 2005; Heilbron *et al.* 2004). Desenvolveu-se principalmente no final do ciclo Brasileiro e inicialmente formou um grande golfo articulado ao norte (Figura 3.3), o qual se fechou como resultado da convergência dos crátons do São Francisco e Congo.

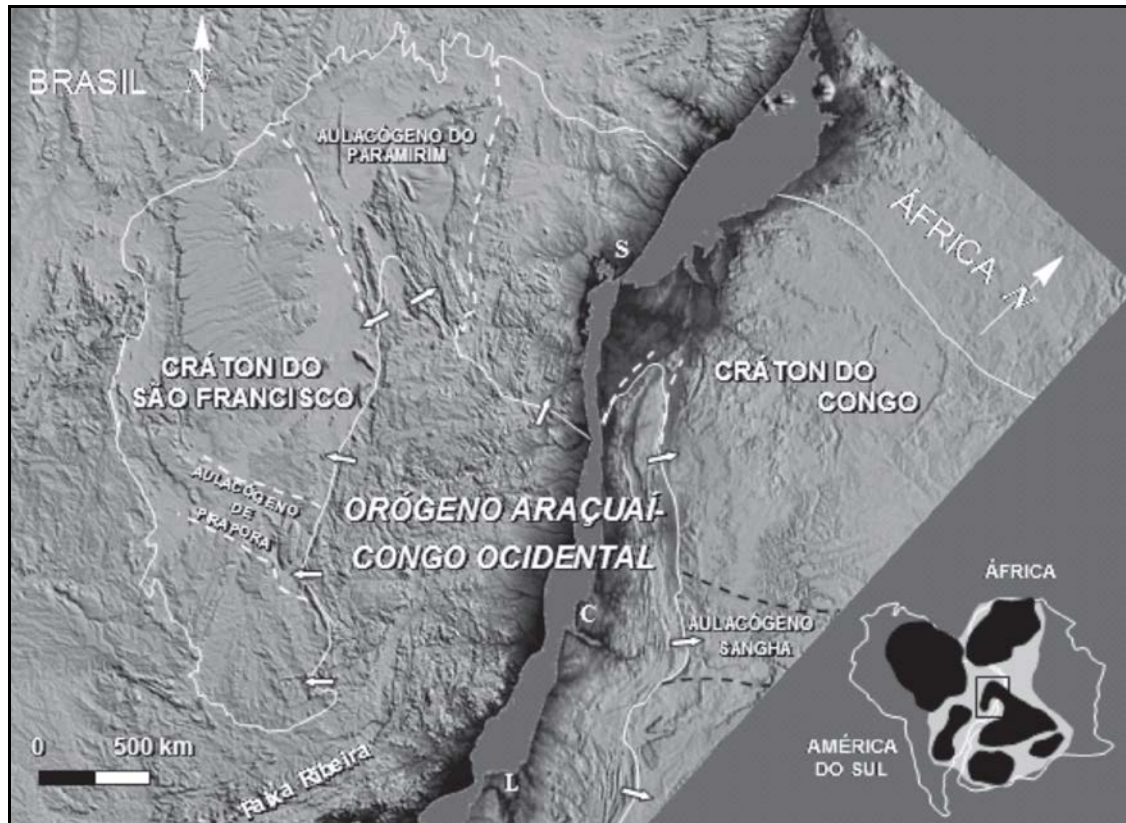
O mapa geológico regional da Figura 3.4 mostra o contexto da área do Projeto Vale do Rio Pardo, onde predominam rochas metassedimentares de origem predominantemente marinha e glacio-marinha, além de pequenos corpos ofiolíticos e intrusões graníticas diversas, algumas delas hospedeiras de mineralizações de feldspato, caulim, gemas e outros bens minerais.

No âmbito das mineralizações ferríferas destaca-se a Formação Nova Aurora, Membro Riacho das Poções, o qual consiste de uma sequência de rochas sedimentares formadas pelo acúmulo de fluxos de detritos e turbiditos arenosos depositados sob influência glacial durante a evolução do estágio *rift* do orógeno. As rochas que compõem essa unidade são principalmente metadiamicritos com escassas bandas quartzíticas. Hematita e/ou magnetita ocorrem na matriz dessas rochas e constituem os principais minerais de interesse econômico.

O fechamento do orógeno Araçuaí ocorreu com vergência de leste para oeste e resultou no alinhamento geral das unidades geológicas regionais na direção norte-nordeste, formando um contexto estrutural de dobras isoclinais com mergulho suave para leste (10° a 15°), correspondente seu plano axial à foliação denominada S1.

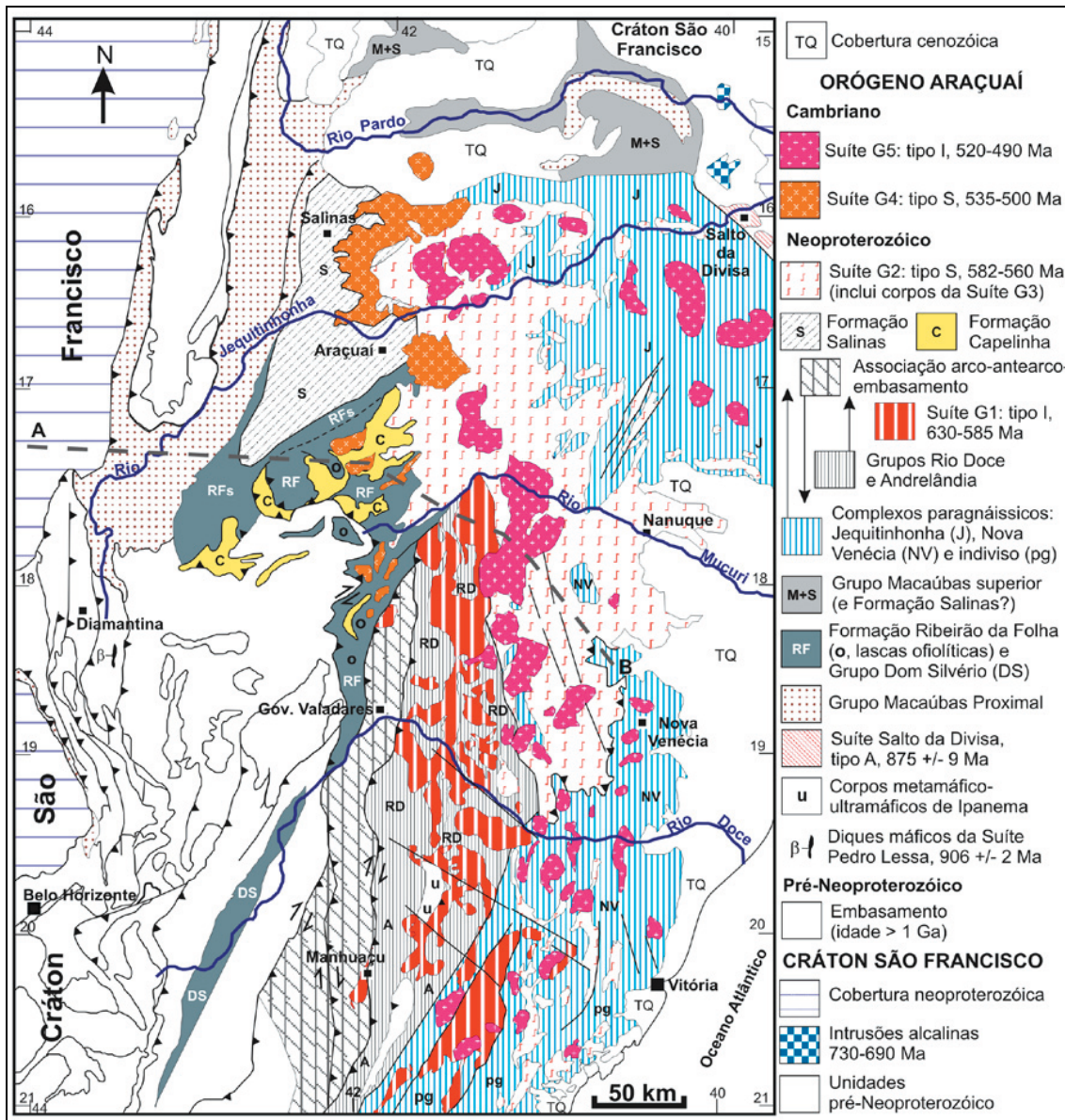
O metamorfismo da faixa Araçuaí, resultante principalmente do processo de fechamento do orógeno, varia desde a fácies xisto verde, próximo à borda do cráton, até a fácies granulítica e anfibolítica de alto grau, no centro do orógeno, com incremento do grau metamórfico de leste para oeste e de norte para sul.

**FIGURA 3.3 - Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental no cenário do Gondwana**



Fonte: Golder Associates / SAM

FIGURA 3.4 - Mapa geológico regional



### 3.2.5 - Geologia Local

A mineralização ferrífera, na área do projeto, está associada a diamictitos ricos em hematita e, subordinadamente, quartzitos hematíticos com raras camadas de xistos (milonitos) hematíticos, todos pertencentes ao Membro Riacho das Poções da Formação Nova Aurora (Figura 3.5). A orientação média do corpo de minério, medida em campo, foi determinada nas seções de sondagens, indicando um mergulho suave variável entre 10° e 15° para leste.



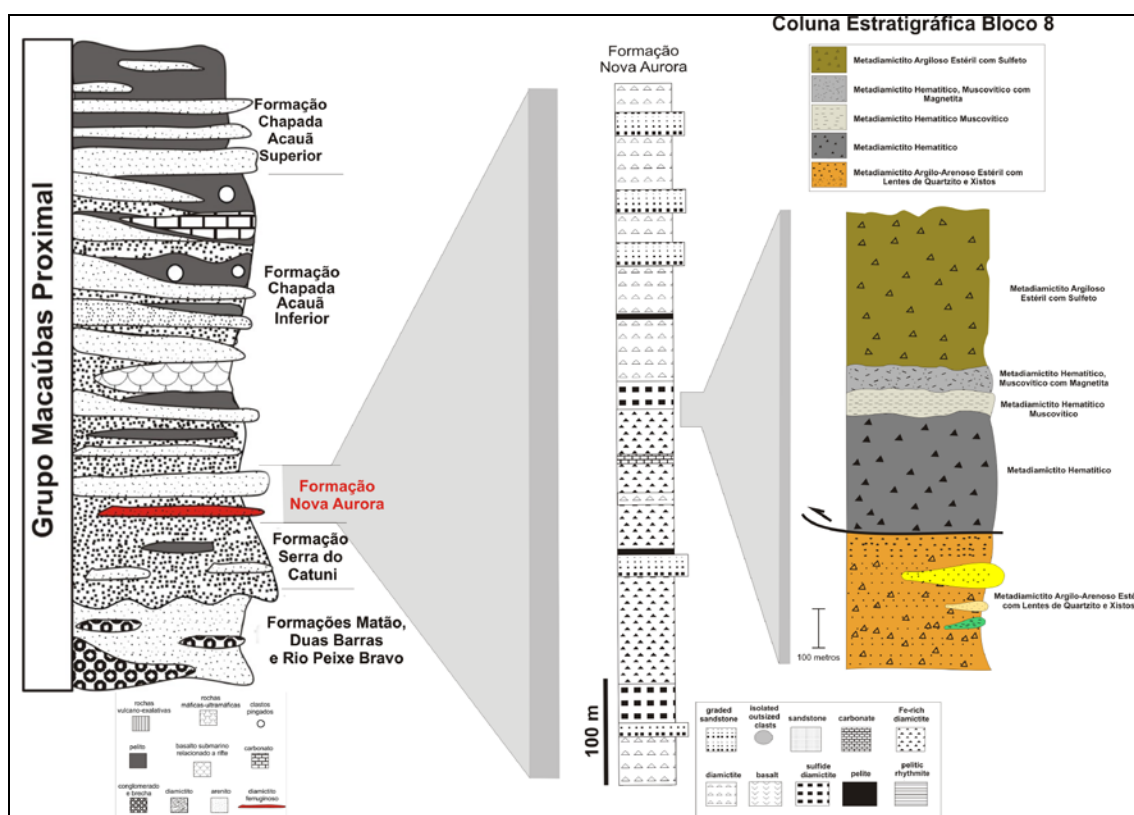
Três fases de deformação são reconhecidas nas zonas mineralizadas: D1, D2 e D3, sendo:

- D1: foliação regional (S1) com direção aproximadamente norte-sul e mergulho variável entre 10° e 15° para leste, correspondendo ao plano axial de dobras assimétricas apertadas. Minerais e seixos alongados indicam vergência para oeste;
- D2: crenulação de clivagem (S2), com mergulho para oeste;
- D3: Sistema de fraturas com direções NW e NE.

O horizonte de diamictitos mineralizados tem geometria essencialmente tabular, estando encaixados em pacotes de diamictitos estéreis bastante semelhantes, porém desprovidos de minerais de ferro. O principal mineral de minério é a hematita, com magnetita rara (1%) e goethita principalmente nos horizontes mais superiores da topografia, próximos à superfície.

Maiores detalhes sobre a geologia serão apresentadas no módulo 6, no capítulo específico de geologia da região da mina.

**FIGURA 3.5 - Coluna estratigráfica no Bloco 8**



Fonte: SAM

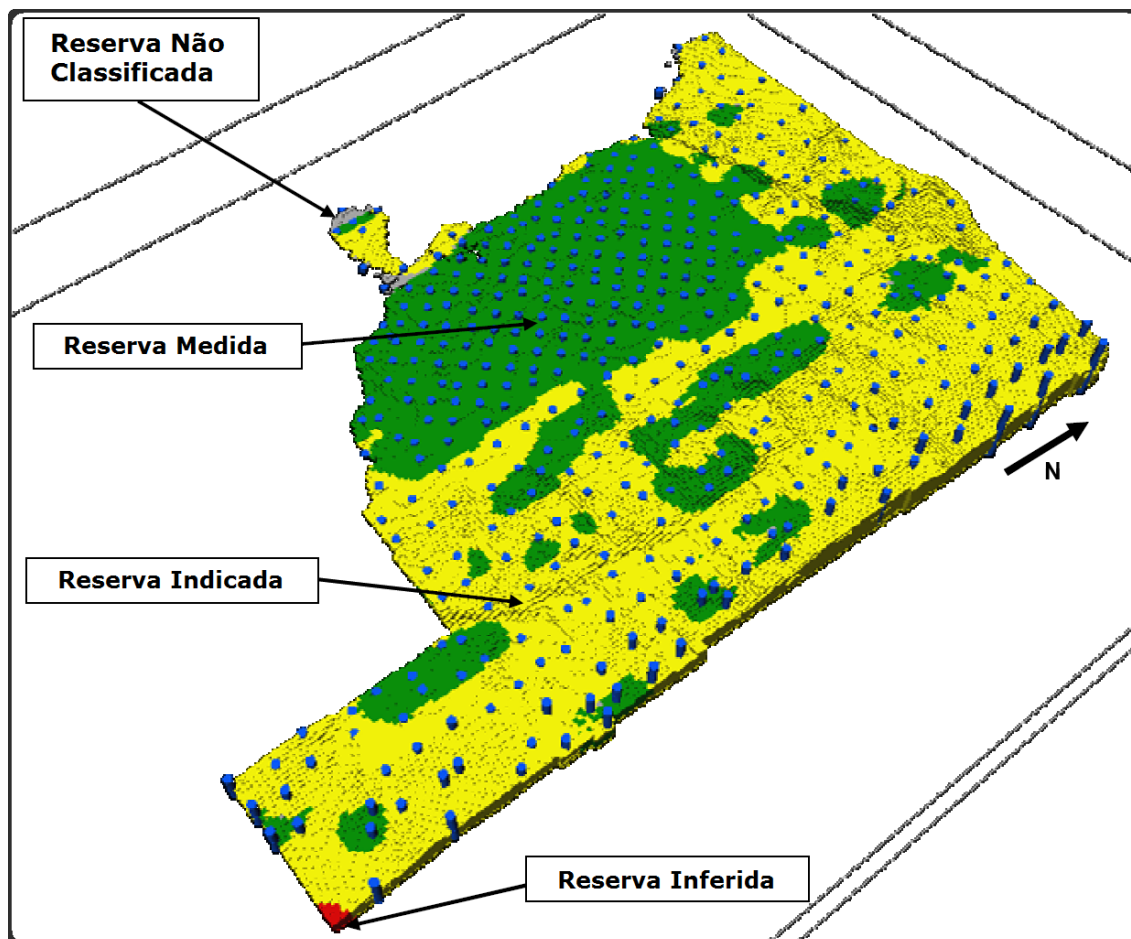
### 3.2.6 - Recursos minerais

O cálculo de recursos de minério do Bloco 8 levou em consideração os fatores geológicos de superfície, obtidos durante o mapeamento geológico, e os intensivos dados de sondagem (459 furos), os quais demonstraram que o corpo mineral é essencialmente tabular, com mergulho suave para leste e com forte controle estrutural, responsável pelo enriquecimento em ferro na sua base. Além disso, o intemperismo atuou como fator preponderante na distribuição dos litotipos encontrados no depósito, assim como na remoção do fósforo, presente na forma de apatita.

A classificação de reservas do Bloco 8 teve como base a malha de sondagem utilizada e a quantidade de furos que compuseram cada bloco, a partir do que se determinou a homogeneidade e a geometria do corpo mineralizado. A partir desse trabalho, definiu-se as reservas de acordo com as seguintes características:

- Reservas Medidas: Blocos estimados com furos a uma distância média aproximada de 75 metros entre si e com informação de, ao menos, 5 furos diferentes;
- Reservas Indicadas: Blocos estimados com furos a uma distância média aproximada de 200 metros entre si e com informações de, ao menos, 4 furos diferentes;
- Reservas Inferidas: Blocos estimados com furos a distância média aproximada de 400 metros entre si e com informações de, ao menos, 4 furos diferentes;
- Reservas Não Classificadas (ou potenciais): Todos os demais blocos estimados que não se enquadraram nas definições acima.

Conforme pode ser visto na Figura 3.6, os recursos medidos concentram-se, em sua grande maioria, na parte oeste do depósito, em zona de platô, faixa na qual se pretende iniciar a lavra. Alcança-se, assim, também o objetivo de aumentar a segurança sobre a qualidade do minério que alimentará a planta nos anos iniciais da operação.

**FIGURA 3.6 - Distribuição das reservas na área do Bloco 8**

Fonte: Golder Associates

Para definição do teor de corte (*cut-off*) a ser utilizado no cálculo de reservas, verificou-se os custos totais de operação da mina, planta de beneficiamento e unidade de transporte de minério (mineroduto), tendo-se concluído que o mesmo deveria ser de 14% Fe, para que se alcançasse o teor médio de alimentação da planta de beneficiamento de 20% Fe.

Utilizando-se o teor de corte de 14% Fe, as reservas medidas + indicadas do Bloco 8 foram então calculadas em 2.614 milhões de toneladas, com teor médio de 20,04% Fe. As reservas Inferidas correspondem a apenas 0,986 milhões de toneladas, com teor médio de 18,34% de Fe, estando estas localizadas no extremo sudeste da área. Além disso, existem ainda 580 mil toneladas de minério não classificados, ou potenciais, localizadas no centro-oeste da área.

### 3.2.7 - Mineralização

Os diamictitos mineralizados são compostos por quartzo, hematita, carbonato, mica e, subordinadamente, por epidoto, clorita, magnetita e goethita. A hematita é o mineral de minério, seguido por goethita e magnetita. Destaca-se o fato de que o fósforo encontrado no minério está associado essencialmente à fase mineral apatita, o que facilita o processo de eliminação desse contaminante metalúrgico tanto por meio de separação magnética quanto flotação.

A composição química média do minério do Bloco 8, considerando-se toda a vida útil da mina, é de 20,26% Fe, 60,60% SiO<sub>2</sub>, 4,40% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,095% Mn, 0,189% P e 1,88% de perda ao fogo, devido principalmente à presença de carbonatos na matriz dos diamictitos.

A cor dos diamictitos mineralizados em ferro varia de acordo com a quantidade de hematita e, subordinadamente, de magnetita e goethita presentes na rocha e, conseqüentemente, com o seu teor de ferro. Diamictitos pobres tendem a ser de cor levemente cinza, diamictitos intermediários tendem a ser cinza claros e diamictitos ricos em ferro tendem a ser cinza escuros.

Os metadiamictitos hematíticos (DH) do Bloco 8, que constituem a mineralização principal, são subdivididos em três subunidades principais, denominadas Metadiamictitos Hematíticos Friáveis (DHF), Metadiamictitos Hematíticos Semicompactos (DHS) e Metadiamictitos Hematíticos Compactos (DHC). A compatibilidade desses materiais é tida como produto essencialmente do intemperismo, sendo observada uma forte zonação vertical. Nesse contexto, o horizonte friável superior (DHF) se estende até uma profundidade variável entre 30 e 40 m, transicionando para o horizonte semicompacto (DHS), que alcança profundidades variáveis entre 60 e 80 m, e novamente de forma transicional deste para o horizonte de minério compacto (DHC), nas porções mais profundas do corpo de minério.

Considerando o pacote tectônico-estratigráfico, que molda a distribuição das unidades geológicas não apenas no Bloco 8, mas em todo o orógeno Araçuaí, a mineralização é mais rica na base do corpo mineralizado, em geral acima de 25% Fe, se tornando progressivamente mais pobre em direção ao topo, onde alcança teores médios inferiores a 15% Fe, até se tornar estéril.

#### 3.2.7.1 - Metadiamictitos Hematíticos

Essa unidade constitui a zona mineralizada do Bloco 8. A rocha que constitui essa unidade é um metadiamictito hematítico de matriz areno-argilosa, formada principalmente por quartzo, hematita fina a raramente média, em sua maioria especular, muscovita fina a média, clorita de granulação média, epidoto e apatita. A matriz sustenta clastos de quartzo, metapelitos (sericita xistos, quartzo xistos e clorita-quartzo xistos) e quartzitos finos a grossos, geralmente brancos e bastante recristalizados. Uma importante característica da hematita que compõe a unidade mineralizada é sua susceptibilidade magnética, elevada o suficiente para ser separada com ímãs de alta intensidade, inclusive de mão.

A coloração dessas rochas varia entre cinza-escura a cinza-clara, de acordo com a quantidade de minerais de ferro presentes na rocha, sendo que quanto maior a quantidade de hematita presente, mais escura é a rocha.

A base da unidade mineralizada é caracterizada por alta concentração de hematita, formando em geral um nível de hematita especular maciça. Sua gênese está relacionada ao cisalhamento de baixo ângulo que representa o empurrão que marca o contato basal e que promoveu sua reconcentração.

Devido tanto à origem sedimentar da mineralização quanto ao tectonismo superimposto, essa sequência apresenta algumas variações laterais e verticais, com a presença de lentes mais ou menos enriquecidas em ferro dentro das unidades principais do corpo de minério.

O contato basal com os diamictitos estéreis é abrupto, definido por uma zona de cisalhamento paralela à foliação S1, a qual gera também o enriquecimento em hematita, principalmente especular, na base da camada mineralizada. Com os diamictitos de topo o contato é transicional, havendo uma progressiva diminuição ascendente do percentual de hematita.

#### **3.2.7.2 - Metadiamictito Hematítico Muscovítico**

Essa unidade constitui o topo da zona mineralizada, tendo espessura média de 50 metros. É caracterizada por metadiamictitos hematíticos com alta porcentagem de muscovita na matriz. Seu arcabouço é areno-argiloso, com matriz composta principalmente por quartzo, hematita fina por vezes especular e muscovita. O teor médio de ferro nessa rocha é, em geral, próximo a 12%, portanto abaixo do teor de corte do minério, o que o classifica, em termos lavráveis, como estéril, apesar de ainda conter hematita.

No futuro, espera-se desenvolver tecnologia apropriada para gerar também o aproveitamento econômico desse material.

#### **3.2.7.3 - Metadiamictito Magnético com Muscovita**

O limite superior da unidade mineralizada é marcado por ocasionais enriquecimentos em magnetita com granulometria mais grossa do que a hematita à qual ocorre associada, sendo sua origem considerada hidrotermal. Muscovita é abundante, sendo inversamente proporcional à quantidade de muscovita.

#### **3.2.7.4 - Diamictitos Estéreis**

Os diamictitos estéreis de topo e base da jazida do Bloco 8 são caracterizadas conforme a seguir:

#### **3.2.7.4.1 - Metadiamicrito Arenoso-argiloso Estéril (Lapa da mineralização)**

É composto basicamente por matriz areno-argilosa com quartzo, muscovita e clorita, a qual suporta clastos com variações nos tamanhos seixos até grânulos, principalmente de quartzitos, quartzo xistos, clorita-quartzo xistos, rochas carbonáticas e quartzo. Encontram-se sempre bastante friáveis e intemperizados e apresentam cores variando em tons de amarelo a vermelho rosado, quando oxidados.

#### **3.2.7.4.2 - Metadiamicrito Argiloso Estéril (Capa da mineralização)**

Devido à conformação da área de pesquisa, sua área de maior ocorrência está restrita à zona escarpada a leste do Córrego Lamarão. É composta por metadiamicrito argiloso com matriz de quartzo, sericita e eventualmente clorita. A cor da rocha varia de amarelo a creme e, em geral, é bastante argilosa.

Em testemunhos de sondagem foram descritos nessa unidade sulfetos, principalmente pirita e mais raramente pirrotita, em quantidades traço, mas alcançando pontualmente até 5% da moda, em alguns intervalos centimétricos. Em superfície, porém, esses sulfetos não são observados, devido ao intenso grau de intemperismo dessas rochas.

A presença dos sulfetos permite distinguir essa unidade das demais. Em termos de evolução do ambiente geológico, indica uma importante mudança no ambiente deposicional em relação às demais unidades presentes na área do Bloco 8, visto que evidencia ambiente redutor, contrastando com o ambiente oxidante gerador de hematitas e magnetitas da unidade sotoposta.

#### **3.2.7.5 - Outras litologias**

Na região mapeada também foram identificados cangas lateríticas, latossolos argilosos vermelhos, latossolos vermelho-amarelados areno-argilosos e cambissolos, com ocorrência diretamente relacionada à cota topográfica e ao relevo no qual se inserem. Em regiões de vales, essas unidades são recobertas por colúvios contendo principalmente lateritas roladas da região de platô e fragmentos de quartzo, geralmente leitosos e bastante angulosos. Todas essas coberturas também se caracterizam como rochas estéreis em minério de ferro.

#### **3.2.8 - Gênese da jazida**

As jazidas de ferro do norte de Minas Gerais, conhecidas desde o início da década de 1970 a partir de trabalhos de pesquisa realizados pela então Companhia Vale do Rio Doce ("Vale"), tem sido mais intensamente estudadas a partir da metade da primeira década do século XXI.

Levantamentos geológicos e geofísicos de maior detalhe permitiram a descoberta de novos corpos de minério de ferro na região, o que associado ao aumento de preço do minério no mercado internacional, atraiu a atenção de empresas de mineração para a região. Dentre essas empresas, destaca-se a atuação da Sul Americana de Metais, intensa e ao mesmo tempo participativa, com forte integração com as comunidades vizinhas e responsabilidade ambiental como princípio fundamental de sua atuação.

As mineralizações ferríferas do norte de Minas Gerais encontram-se hospedadas em metadiamicritos hematíticos e/ou magnetíticos com intercalações subordinadas de quartzitos e xistos também hematíticos, pertencentes à Formação Nova Aurora, Grupo Macaúbas, de idade neoproterozóica.

Sua origem é tida como glacio-marinha, o que é suportado por diversos estudos científicos realizados na região e pelos próprios trabalhos da SAM. Destaca-se nessas rochas a presença de clastos de diversos tamanhos, tidos como transportados por geleiras até um mar relativamente raso, onde após o derretimento se depositaram.

Outros exemplos similares desse tipo de depósito são as mineralizações de Urucum, no Mato Grosso do Sul, e do Canadá (Rapitan).

Abordagem mais detalhada sobre a gênese da jazida será feita nos capítulos de descrição da geologia regional e local.

### **3.2.9 - Potencial de geração de drenagem ácida de mina (DAM)**

#### **3.2.9.1 - Conceitos básicos**

A movimentação de grandes volumes de minério, com a geração de milhões de toneladas de rochas estéreis e de rejeitos na mineração, ricos em sulfetos, tem causado em alguns empreendimentos danos ambientais face à geração de águas ácidas, devido à oxidação desses materiais. Esse processo, em um ambiente de mineração, é conhecido como Drenagem Ácida de Mina (DAM).

Os fatores que afetam as reações de geração de água ácida aplicam-se tanto às pilhas de estéreis quanto às barragens de rejeitos, além é claro do interior de minas a céu aberto e subterrâneas.

Existe também uma variedade de fatores ambientais que controlam as taxas de dissolução de determinados metais, bem como a geração de drenagem ácida de mina. Assim, o fenômeno de geração de DAM deve ser investigado conjuntamente com os mecanismos geoquímicos de lixiviação de metais.

Resultante do fenômeno de oxidação de minerais sulfetados, na presença de água e bactérias, a drenagem ácida de mina se caracteriza pela formação de ácido sulfúrico, resultando em concentrações elevadas de metais dissolvidos que podem afetar águas superficiais, subterrâneas, solos e sedimentos de corrente.

Os efluentes de DAM são geralmente caracterizados pela elevada acidez e por conter metais e sulfatos. Quando não controlada, a drenagem ácida pode fluir até os corpos de água adjacentes, causando mudanças substanciais no ecossistema aquático, constituindo-se em fonte difusa de poluição (Motta Marques *et al.* 1997, in Menezes *et al.* 2004).

Portanto, a DAM é o resultado de uma série complexa de reações químicas envolvendo, segundo Kontopoulos (1998):

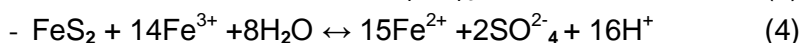
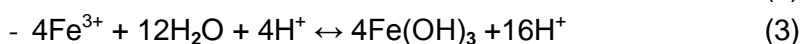
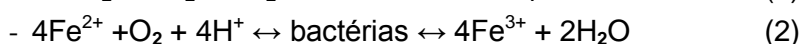
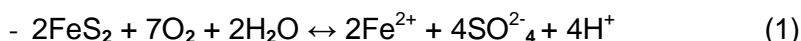
- Geração de ácido sulfúrico em função da oxidação de sulfetos, cuja taxa geralmente é acelerada pela ação de microorganismos;
- Consumo do ácido pelos componentes alcalinos, resultando na precipitação de hidróxidos metálicos e óxi-hidróxidos (Menezes *et al.* 2007).

No processo de geração de DAM os sulfetos são oxidados elevando a capacidade de lixiviação de metais tanto do minério quanto das rochas encaixantes.

Os efluentes são caracterizados, além do baixo pH, pela alta condutividade e altas concentrações de Al, Fe, Mn e outros metais e metalóides que auxiliam na acidez, pelo fato de sofrerem reações de hidrólise.

Dentre os sulfetos frequentemente encontrados e que podem produzir drenagem ácida estão a pirita ( $\text{FeS}_2$ ), a arsenopirita ( $\text{FeAsS}$ ), a calcopirita ( $\text{CuFeS}_2$ ) e a calcocita ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ), sendo a primeira a mais comum.

O processo de oxidação química e bacteriana da pirita é apresentado de forma resumida abaixo:



Para reduzir os possíveis impactos causados pela água ácida no meio ambiente, várias técnicas foram desenvolvidas, a exemplo dos sistemas convencionais de neutralização da acidez utilizando-se reagentes alcalinos (i.e.  $\text{CaO}$  e  $\text{CaCO}_3$ ), que são os mais comumente empregados em áreas de mineração, tanto a céu aberto quanto subterrânea.

Apesar das tecnologias desenvolvidas para minimizar a geração de drenagem ácida, um dos pontos chaves para gerenciamento de materiais portadores de sulfetos, visando evitar a formação de água ácida, são os estudos de predição do potencial formador de acidez das rochas encaixantes e do minério da mina, a exemplo do que foi realizado para as rochas do Bloco 8 do Projeto Vale do Rio Pardo.



### 3.2.9.2 - Predição da potencialidade de drenagem ácida de rochas do Bloco 8

Devido ao fato de que a unidade de metadiamicritos estéreis da lapa da mineralização e algumas raras interseções do metadiamicrito mineralizado são portadores de sulfeto (pirita), foi realizado estudo de predição de DAM para avaliar se haverá potencialidade, ou não, de geração de acidez nas futuras disposições.

Os trabalhos de caracterização preliminar da potencialidade de geração de drenagens ácidas foram elaborados pela AECOM do Brasil Ltda., com a coleta de dezenove amostras de rochas encaixantes e de minério a partir de testemunhos de nove furos de sondagem representativos das diversas partes do depósito.

As amostras foram compostas por várias porções de cada intervalo, pesando cerca de 1,20 a 3,20 kg cada uma, dependendo do tamanho ou da quantidade de intervalos amostrados. Para cada amostra foi confeccionada uma ficha descritiva. Foram no estudo adotadas as seguintes nomenclaturas para as litologias de rocha amostradas:

- DHF = Metadiamicrito Hematítico Friável
- DHC = Metadiamicrito Hematítico Compacto
- DHS = Metadiamicrito Hematítico Semicompacto
- DI = Metadiamicrito Estéril
- CG = Canga Laterítica

O Quadro 3.2 mostra as principais características de cada amostra. As amostras de rocha foram enviadas ao laboratório para realização de ensaios de avaliação do potencial de geração de drenagem ácida de rocha (DAM). Os resultados dos ensaios de *Modified Acid Base Account* (MABA) estão apresentados nos Quadros 3.3 e 3.4.

O Quadro 3.3 apresenta a especiação do enxofre (fonte geradora de acidez após a sua oxidação) e é importante para avaliar, preliminarmente, o potencial de acidez que as amostras de rocha possuem. Embora os sulfetos estejam presentes nas rochas da área, a quantidade, a princípio (em geral S < 0,01%) não apresenta risco em termos de geração de água ácida na área, conforme indicam os ensaios estáticos realizados.

**QUADRO 3.2 - Amostras compostas para o estudo de predição DAM**

Amostra	Litologias	Intervalos amostrados (m)	Furo de sonda	Coordenadas	
				X	Y
AM-1-BL8-SAM	DHF/CG/DHC/DI	11,38 a 12,69 23,80 a 25,27 48,55 a 87,68 103,52 a 108,12	FSF-FS-073	742.403,8 3	8.201.400,2 2
AM-1A-BL8-SAM	DHF/CG/DHC/DI	11,38 a 12,69 23,80 a 25,27 48,55 a 87,68 103,52 a 108,12	FSF-FS-073	742.403,8 3	8.201.400,2 2

## Continuação

Amostra	Litologias	Intervalos amostrados (m)	Furo de sonda	Coordenadas	
				X	Y
AM-2-BL8-SAM	DHF/DHS/DI	27,25 a 30,28 34,60 a 36,10 51,20 a 52,05 65,00 a 78,15	FSF-FS-101	741.401,2 6	8.202.403,0 7
AM-3-BL8-SAM	DHF/DHS/DHC	17,05 a 22,17 50,30 a 72,45 118,20 a 121,03	FSF-FS-151	742.597,2 7	8.203.197,5 9
AM-4-BL8-SAM	DHF/DI/DHS/DHC	3,67 a 10,65 41,94 a 45,13 45,13 a 57,17 73,59 a 103,15	FSF-FS-270	742.820,6 7	8.205.016,7 2
AM-4A-BL8-SAM	DHF/DI/DHS/DHC	3,67 a 10,65 41,94 a 45,13 45,13 a 57,17 73,59 a 103,15	FSF-FS-270	742.820,6 7	8.205.016,7 2
AM-5-BL8-SAM	DHF/DHC	23,12 a 26,34 41,24 a 54,00 75,18 a 96,84	FSF-FS-280	741.400,7 4	8.204.194,9 1
AM-6-BL8-SAM	DHS	17,90 a 36,50	FSF-FS-326	743.832,1 1	8.202.168,4 7
AM-7-BL8-SAM	DHS/DHC	47,94 a 72,52 75,52 a 89,70 89,70 a 100,05	FSF-FS-326	743.832,1 1	8.202.168,4 7
AM-7A-BL8-SAM	DHS/DHC	47,94 a 72,52 75,52 a 89,70 89,70 a 100,05	FSF-FS-326	743.832,1 1	8.202.168,4 7
AM-9-BL8-SAM	DI	18,29 a 23,08 32,64 a 34,23 48,82 a 56,69 61,96 a 66,34	FSF-FS-435	743.800,8 6	8.204.185,9 4
AM-9A-BL8-SAM	DI	18,29 a 23,08 32,64 a 34,23 48,82 a 56,69 61,96 a 66,34	FSF-FS-435	743.800,8 6	8.204.185,9 4
AM-10-BL8-SAM	DHC	144,49 a 156,05	FSF-FS-435	743.800,8 6	8.204.185,9 4
AM-11-BL8-SAM	DI/DHC	237,22 a 238,84 259,60 a 292,20 320,16 a 330,11 343,28 a 345,17	FSF-FS-435	743.800,8 6	8.204.185,9 4
AM-12-BL8-SAM	DHF/DHS/DHC	20,68 a 26,30 37,33 a 41,47 116,32 a 120,99	FSF-FS-447	743.988,1 3	8.200.529,4 8

Continuação

Amostra	Litologias	Intervalos amostrados (m)	Furo de sonda	Coordenadas	
				X	Y
AM-13-BL8-SAM	DHC/DI	168,15 a 180,16 180,16 a 186,03	FSF-FS-447	743.988,1 3	8.200.529,4 8
AM-14-BL8-SAM	DI	14,96 a 18,08 58,00 a 63,00 78,00 a 81,00	FSF-FS-454	743.952,0 6	8.203.112,8 2
AM-15-BL8-SAM	DHC	83,45 a 104,37	FSF-FS-454	743.952,0 6	8.203.112,8 2

Fonte: AECOM do Brasil

### QUADRO 3.3 - Especificação de enxofre nas amostras

Amostra	% de sulfeto	% de sulfato	% de S total	
1	AM1-BL8-SAM	<0,01	<0,01	<0,01
2	AM1A-BL8-SAM	<0,01	<0,01	<0,01
3	AM2-BL8-SAM	<0,01	<0,01	<0,01
4	AM3-BL8-SAM	<0,01	<0,01	<0,01
5	AM4-BL8-SAM	<0,01	<0,01	<0,01
6	AM4A-BL8-SAM	<0,01	<0,01	<0,01
7	AM5-BL8-SAM	<0,01	<0,01	<0,01
8	AM6-BL8-SAM	<0,01	<0,01	<0,01
9	AM7-BL8-SAM	0,01	0,07	0,08
10	AM7A-BL8-SAM	<0,01	0,01	0,01
11	AM8-BL8-SAM	<0,01	<0,01	<0,01
12	AM9-BL8-SAM	<0,01	0,15	0,15
13	AM9A-BL8-SAM	0,37	0,02	0,39
14	AM10-BL8-SAM	<0,01	0,01	0,01
15	AM11-BL8-SAM	<0,01	<0,01	<0,01
16	AM12-BL8-SAM	<0,01	<0,01	<0,01
17	AM13-BL8-SAM	<0,01	0,01	0,01
18	AM14-BL8-SAM	<0,01	0,01	0,49
19	AM15-BL8-SAM	<0,01	0,02	0,02

Fonte: AECOM do Brasil

Também se pode observar nos resultados das análises químicas da maior parte das amostras de rocha que a percentagem de enxofre total é superior à percentagem de sulfeto, o que evidencia que está ocorrendo a oxidação destes minerais. Contudo, a oxidação do sulfeto não necessariamente estará gerando acidez, como pode ser verificado pela razão entre o potencial de neutralização (PN) e o potencial de acidez (PA), que é sempre maior que 2, ou seja, existe um potencial maior de neutralização desse material do que o potencial de geração de acidez dessas amostras.

O Quadro 3.4 apresenta os resultados do potencial de acidez (PA), potencial de neutralização (PN) e suas respectivas relações de neutralização ( $PNA = PN - PA$ ) e de razão ( $RPN = PN/PA$ ). Para efeito de cálculo estatístico, os valores de  $PA < 0,31$  foram multiplicados por um fator conservador de 0,5, resultando em valores de  $PA = 0,155$ .

**QUADRO 3.4 - Resultados de PN, PA, PNA e RPN**

AMOSTRA		PN	PA	PA (X 0,5)*	PNA	RPN
1	AM1-BL8-SAM	19,00	<0,31	0,155	18,845	122,580
2	AM1A-BL8-SAM	15,75	<0,31	0,155	15,595	101,612
3	AM2-BL8-SAM	5,50	<0,31	0,155	5,345	35,483
3	AM3-BL8-SAM	26,50	<0,31	0,155	26,345	170,967
5	AM4-BL8-SAM	50,25	<0,31	0,155	50,095	324,193
6	AM4A-BL8-SAM	51,00	<0,31	0,155	50,845	329,032
7	AM5-BL8-SAM	37,50	<0,31	0,155	37,345	241,935
8	AM6-BL8-SAM	15,50	<0,31	0,155	15,345	100,000
9	AM7-BL8-SAM	118,50	0,44	0,44	118,06	270,86
10	AM7A-BL8-SAM	79,50	<0,31	0,155	79,345	512,903
11	AM8-BL8-SAM	32,50	<0,31	0,155	32,345	209,677
12	AM9-BL8-SAM	107,00	<0,31	0,155	106,845	690,322
13	AM9A-BL8-SAM	105,25	11,44	11,44	93,81	9,200
14	AM10-BL8-SAM	58,00	<0,31	0,155	57,845	374,193
15	AM11-BL8-SAM	44,00	<0,31	0,155	43,845	283,870
16	AM12-BL8-SAM	48,50	<0,31	0,155	48,345	312,90
17	AM13-BL8-SAM	118,75	<0,31	0,155	118,595	766,129
18	AM14-BL8-SAM	116,50	15,06	15,06	101,44	7,735
19	AM15-BL8-SAM	80,50	<0,31	0,155	80,345	519,354

Fonte: AECOM do Brasil

Outra forma importante de analisar o potencial de geração de acidez das amostras é pela obtenção da razão entre o potencial de neutralização e o potencial de acidificação. Caso essa razão seja maior que um, existirá uma probabilidade maior de não acidificação das soluções intersticiais das rochas.

Os valores do potencial de neutralização, dividido pelo potencial de acidificação, se apresentam maiores que dois em 100% das amostras. Esse fato sugere que apesar de estar ocorrendo oxidação nas amostras, a quantidade de carbonatos e silicatos consumidores de prótons ( $H^+$ ) presentes nessas amostras estão atuando para neutralizar a geração de acidez.

Do conjunto de amostras, 16 delas foram submetidas a análises químicas de Lixiviação SPLP (Quadros 3.5a a 3.5d) e interpretadas comparando-se os resultados com os valores máximos permitido para lançamento de efluente, determinados pela Resolução CONAMA 357/2008.

Essa avaliação visou avaliar a potencial qualidade do efluente da disposição de estéril, com o objetivo de subsidiar estudos e projeto de drenagem dos sistemas de disposição de estéril.

Observa-se que todas as amostras apresentaram resultados inferiores aos limites máximos estipulados para efluentes, para todos os parâmetros avaliados.

### QUADRO 3.5a - Resultado Analítico do Ensaio de Lixiviação SPLP

PARÂMETROS	UNIDADE	CONAMA 357/2005 Efluente	Bulk de Análise	Amostras			
				AM1-BL8-SAM	AM1A-BL8-SAM	AM2-BL8-SAM	AM3-BL8-SAM
				19/05/2011	19/05/2011	19/05/2011	19/05/2011
Peso Amostra (NaOH)	g	-	N,A,	50,0	50,0	50,0	50,0
Volume (NaOH)	mL	-	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Tempo Lixiviação (NaOH)	H	-	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
pH com NaOH	-	-	13,29	13,22	13,22	13,30	13,23
Peso Amostra (Solução)	g	-	N,A,	25,0	25,0	25,0	25,0
Volume (Solução)	mL	-	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
Tempo Lixiviação (Solução)	H	-	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
pH com solução	-	-	6,93	6,87	7,07	7,47	6,78
Umidade	%	-	N,A,	N,A,	N,A,	N,A,	N,A,
Arsênio Total	mg As/L	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selênio Total	mg Se/L	0,3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cianeto Total	mg CN-/L	0,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mercúrio Total	mg Hg/L	0,01	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Prata Total	mg Ag/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bário Total	mg Ba/L	5,0	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	<0,02
Cádmio Total	mg Cd/L	0,2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg Pb/L	0,5	0,02	0,04	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo Total	mg Cr/L	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Fonte: AECOM do Brasil

### QUADRO 3.5b - Resultado Analítico do Ensaio de Lixiviação SPLP

PARÂMETROS	UNIDADE	CONAMA 357/2005 Efluente	Bulk de Análise	Amostras			
				AM4-BL8-SAM	AM4A-BL8-SAM	AM5-BL8-SAM	AM6-BL8-SAM
				19/05/2011	19/05/2011	19/05/2011	19/05/2011
Peso Amostra (NaOH)	g	-	N,A,	50,0	50,0	50,0	50,0
Volume (NaOH)	mL	-	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Tempo Lixiviação (NaOH)	H	-	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
pH com NaOH	NOUNIT	-	13,29	13,26	13,24	13,28	13,18
Peso Amostra (Solução)	g	-	N,A,	25,0	25,0	25,0	25,0
Volume (Solução)	mL	-	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
Tempo Lixiviação (Solução)	H	-	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
pH com solução	NOUNIT	-	6,93	7,21	6,85	7,28	6,71
Umidade	%	-	N,A,	N,A,	N,A,	N,A,	N,A,
Arsênio Total	mg As/L	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selênio Total	mg Se/L	0,3	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
Cianeto Total	mg CN-/L	0,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mercúrio Total	mg Hg/L	0,01	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Prata Total	mg Ag/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bário Total	mg Ba/L	5,0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cádmio Total	mg Cd/L	0,2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg Pb/L	0,5	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,01
Cromo Total	mg Cr/L	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Fonte: AECOM do Brasil

### QUADRO 3.5c - Resultado Analítico do Ensaio de Lixiviação SPLP

PARÂMETROS	UNIDADE	CONAMA 357/2005 Efluente	Bulk de Análise	Amostras			
				AM9-BL8-SAM	AM9A-BL8-SAM	AM10-BL8-SAM	AM11-BL8-SAM
				19/05/2011	19/05/2011	19/05/2011	19/05/2011
Peso Amostra (NaOH)	g	-	N,A,	50,0	50,0	50,0	50,0
Volume (NaOH)	mL	-	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Tempo Lixiviação (NaOH)	H	-	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
pH com NaOH	NOUNIT	-	13,29	13,24	13,28	13,24	13,25
Peso Amostra (Solução)	g	-	N,A,	25,0	25,0	25,0	25,0
Volume (Solução)	mL	-	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
Tempo Lixiviação (Solução)	H	-	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
pH com solução	NOUNIT	-	6,93	7,14	7,34	7,40	7,47
Umidade	%	-	N,A,	N,A,	N,A,	N,A,	N,A,
Arsênio Total	mg As/L	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Selênio Total	mg Se/L	0,3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cianeto Total	mg CN-/L	0,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mercúrio Total	mg Hg/L	0,01	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Prata Total	mg Ag/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bário Total	mg Ba/L	5,0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cádmio Total	mg Cd/L	0,2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg Pb/L	0,5	0,02	0,05	0,02	0,02	0,03
Cromo Total	mg Cr/L	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Fonte: AECOM do Brasil



### QUADRO 3.5d - Resultado Analítico do Ensaio de Lixiviação SPLP

PARÂMETROS	UNIDADE	CONAMA 357/2005 Efluente	Bulk de Análise	Amostras			
				AM12-BL8-SAM	AM13-BL8-SAM	AM14-BL8-SAM	AM15-BL8-SAM
				19/05/2011	19/05/2011	19/05/2011	19/05/2011
Peso Amostra (NaOH)	g	-	N,A,	50,0	50,0	50,0	50,0
Volume (NaOH)	mL	-	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Tempo Lixiviação (NaOH)	H	-	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
pH com NaOH	-	-	13,29	13,25	13,27	13,27	13,27
Peso Amostra (Solução)	g	-	N,A,	25,0	25,0	25,0	25,0
Volume (Solução)	mL	-	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
Tempo Lixiviação (Solução)	H	-	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
pH com solução	-	-	6,93	7,25	7,57	7,25	7,52
Umidade	%	-	N,A,	N,A,	N,A,	N,A,	N,A,
Arsênio Total	mg As/L	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selênio Total	mg Se/L	0,3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cianeto Total	mg CN-/L	0,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mercúrio Total	mg Hg/L	0,01	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Prata Total	mg Ag/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bário Total	mg Ba/L	5,0	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cádmio Total	mg Cd/L	0,2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg Pb/L	0,5	0,02	0,04	0,02	0,01	0,04
Cromo Total	mg Cr/L	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Fonte: AECOM do Brasil

### 3.2.9.3 - Discussão dos resultados

Com base nos resultados analíticos do enxofre (% S), observa-se que os valores são muito baixos. Apenas as amostras AM7, AM9, AM9A e AM10 apresentaram concentrações acima de 0,01%, sendo 0,39% o maior valor de todo o conjunto, encontrado na amostra AM-13. A parcela de enxofre preponderante nessa amostra é a proveniente do sulfeto, que alcança 0,37% do total da rocha, enquanto os demais 0,02% são originários do sulfato, indicando que os efeitos da oxidação de sulfetos se apresentam em baixíssima intensidade.

De acordo com os resultados obtidos para o Potencial de Neutralização Apurado e fortemente positivos, as litologias analisadas podem ser classificadas como potencialmente não produtoras de ácidos ou como fontes não geradoras de drenagem ácida.

Destaca-se que os valores do Potencial de Neutralização são marcadamente superiores aos valores do Potencial de Acidez, resultando numa relação em que os componentes geradores de ácido são neutralizados pelos componentes consumidores.

Essa afirmação pode ser corroborada observando-se os valores de RPN (Razão do Potencial de Neutralização), que também são positivos. Apenas as amostras AM-9A e AM-14 apresentaram valores bem inferiores às demais, entretanto, bastante superiores ao limite de risco (RPN = 3,0) dos padrões internacionais sobre geração de drenagem ácida referendados, por exemplo, pelos estados de *British Columbia* (Canadá), Califórnia e Montana (EUA), dentre outros.

Os resultados das análises químicas de lixiviação SPLP situam-se, para todas as 16 amostras avaliadas, bem abaixo dos valores máximos permitidos para lançamento de efluentes, para todos os parâmetros determinados pela Resolução CONAMA 357/2008. Assim, também se elimina a preocupação com a potencial qualidade do efluente da disposição de estéril.

## 3.3 - Operações Unitárias Principais de Mineração

### 3.3.1 - Plano diretor da área de mineração

O Projeto Vale do Rio Pardo, da Sul Americana de Metais, constituirá um marco na mineração de ferro no Brasil. Seu desenvolvimento não apenas impulsionará uma região inteira, extremamente carente de oportunidades de desenvolvimento, como significará a implementação de um projeto mineiro inovador para beneficiamento de minério de ferro de baixo teor, ainda inédito no Brasil e na maior parte do mundo.

A produção de 25 milhões de toneladas de concentrado de minério de ferro do tipo *pellet feed*, ao mesmo tempo em que se constitui em um enorme desafio, proporciona a escala necessária para redução de alguns importantes custos, auxiliando na viabilização econômica do projeto.

Considerando-se que os teores médios de lavra e de alimentação da usina de beneficiamento de minério serão próximos a 20% Fe, tem-se como consequência uma grande movimentação de material, tanto de minério e estéril quanto de rejeitos.

Soluções alternativas para o manejo adequado desses materiais têm sido buscadas, especialmente no que tange à disposição final de rejeitos e estéril. Nesse ponto, a alternativa adotada passa pela técnica de preenchimento retroativo da cava exaurida, também conhecida como sequenciamento verde, com deposição compartilhada do material estéril e rejeitos diversos nas áreas que forem sendo liberadas dentro da cava, após sua exploração.

O planejamento atual da lavra mostra que, já a partir do início do segundo ano de extração do minério, haverá espaço disponível nas partes da cava que estiverem exauridas tanto para a deposição do material estéril quanto dos rejeitos do processo, conformação essa somente possível devido ao baixo ângulo da camada de minério e conseqüentemente do rápido desenvolvimento lateral da cava. Destaca-se que a solução de sequenciamento verde proposta pela SAM é ainda inédita em projetos de minério de ferro nesta escala.

No primeiro ano, a disposição de rejeitos ocorrerá em barragem situada na cabeceira do córrego Mundo Novo, a montante da cava, de forma compartilhada com o material estéril, que será depositado em pilha na margem direita do mesmo barramento.

O mapa com o Plano Diretor de mineração e beneficiamento do Projeto Vale do Rio Pardo pode ser encontrado no Anexo 1 deste módulo do EIA.

### **3.3.2 - Desenvolvimento e lavra da jazida**

O estudo de lavra foi elaborado pela Golder Associates, de forma a atender a premissa básica de produção de 25 milhões de toneladas anuais (base seca) de *pellet feed*, com teor mínimo final de 65% Fe. Considerando a premissa de produção anual de concentrado, a mina deverá ter uma vida útil de, aproximadamente, 25 anos.

O plano de produção foi elaborado com base no modelo de recursos estimados, que teve como base o banco de dados de sondagem com data de 07 de fevereiro de 2011. Cabe destacar, no entanto, que trabalhos de pesquisa realizados após essa data poderão demonstrar que as reservas são ainda maiores, o que poderá resultar no alongamento da vida útil do empreendimento.

Em função da configuração do jazimento, a lavra será desenvolvida a céu aberto, em painéis progredindo de maneira geral de oeste para leste, com frentes de lavra em bancadas de 15 metros. O material estéril a ser removido será disposto, no primeiro ano, em pilha, e a partir do ano seguinte nas áreas já lavradas da cava (sequenciamento verde).

O contorno da cava final foi definido buscando-se maximizar o aproveitamento dos recursos geológicos, mantendo-se sua evolução de acordo com o menor custo unitário da lavra e, conseqüentemente, maior retorno financeiro do empreendimento. Na definição da lavra foram analisadas as feições topográficas locais, obtidas a partir de levantamento topográfico a laser contratado pela SAM, e as diversas possíveis restrições, dentre elas as ambientais, de infraestrutura e legais.

O desenho da cava ótima incluiu as bases e cristas das bancadas de lavra, as rampas de acesso, os taludes e bermas de segurança e as áreas operacionais, de forma a permitir o desenvolvimento seguro e eficiente da lavra da jazida. Foi adotado como critério de projeto, baseado nas características físicas dos materiais observadas em testemunhos de sondagem, que apenas 25% do estéril e 50% do minério serão desmontados com explosivos. Os parâmetros utilizados para o desenho da cava final foram os seguintes:

- Altura da bancada (estéril e minério): 15 m;
- Berma mínima: 6,42 m;
- Ângulo de face: 45°;
- Largura da rampa: 30 m;
- Inclinação máxima das rampas: 10%;
- Ângulo de inclinação geral: máximo de 38°.

A profundidade da cava variará entre 15 metros (1 bancada), em sua parte mais rasa, a oeste, até 300 metros (20 bancadas), no extremo leste da cava. O avanço em área será maior nos anos iniciais e tende a diminuir consideravelmente com o aumento da espessura de minério.

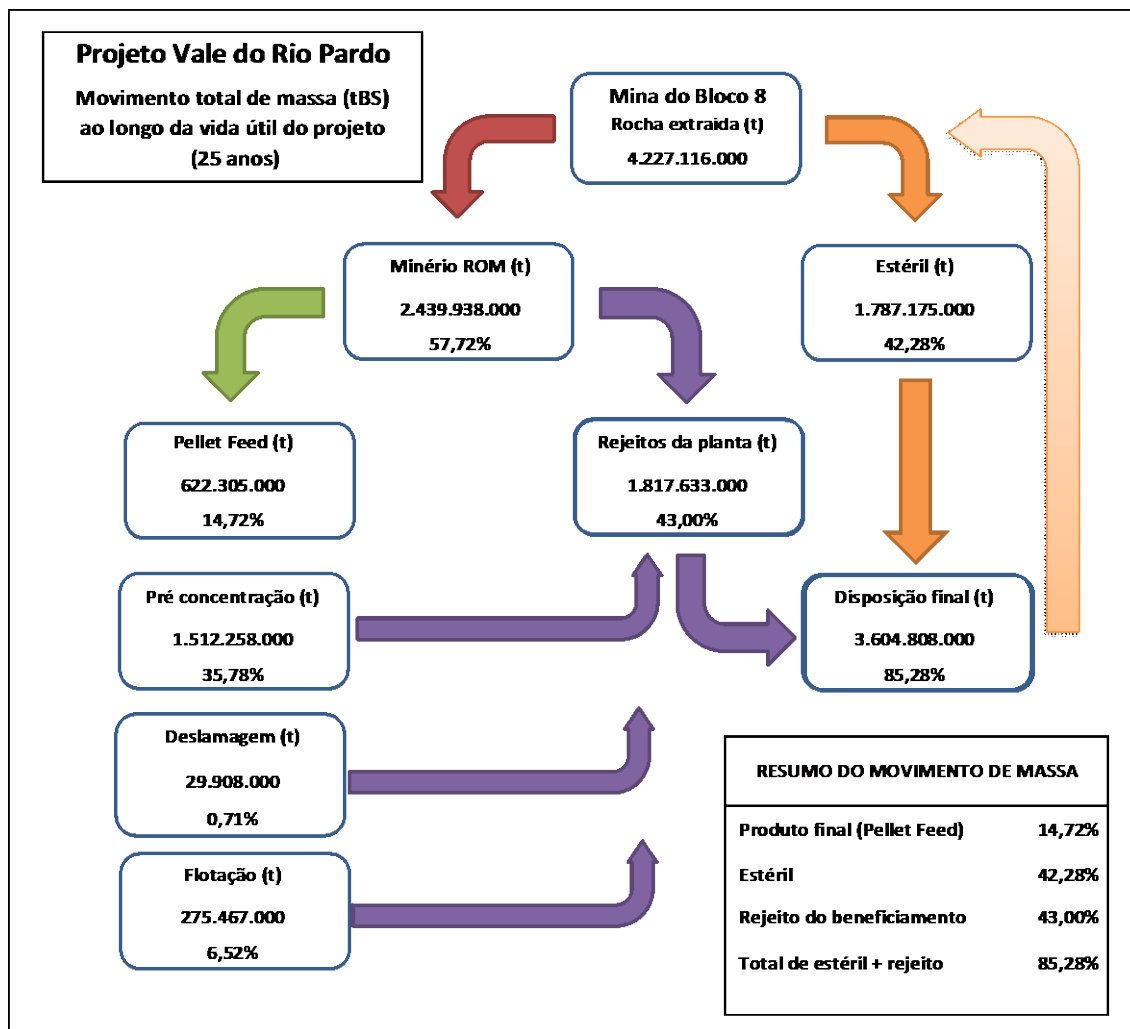
A perfuração será feita com o uso de perfuratrizes rotativas com 250 mm de diâmetro. A detonação usará carga mista de Emulsão (20%) e ANFO (80%), em horário pré-determinado e fixo, com medidas especiais de segurança e de controle de vibrações.

O carregamento será feito com escavadeiras hidráulicas de 40 m<sup>3</sup> e o transporte será feito por caminhões de 360 toneladas métricas de capacidade de carga.

Deverão ser gerados rejeitos grosseiros provenientes do circuito de pré-concentração (concentração magnética de alta intensidade) e rejeitos finos provenientes dos circuitos de deslamagem e flotação da sílica. A Figura 3.7 ilustra a movimentação de massa rochosa prevista para a vida útil do empreendimento.

A adoção de enchimento em recuo com estéril (sequenciamento verde) reduzirá a necessidade de construção de pilhas de estéril exteriores à área de lavra e, conseqüentemente, irá proporcionar melhores condições para o fechamento da mina. Apenas no primeiro ano de operação será necessário construir uma pilha de estéril fora da área de lavra. A configuração da disposição de estéril na cava exaurida será feita com o uso de tratores de esteira de 100 t de peso bruto.

**FIGURA 3.7 - Movimentação total de massa rochosa**



Fonte: Golder / SAM - Formatação Brandt

No sistema de sequenciamento verde só é possível a disposição compartilhada de estéril com rejeitos que apresentem pouca liberação de água nas áreas de disposição. Desta forma, os rejeitos devem ser previamente desaguados e dispostos em forma de polpa não segregável ou pouco segregável. Adotou-se, neste estudo, de forma conceitual, que será possível a realização dessa disposição compartilhada. No entanto, somente após a conclusão dos testes de caracterização tecnológica dos rejeitos será possível elaborar o projeto detalhado do sistema de disposição.

### 3.3.2.1 - Simulação inicial de otimização da cava

O sequenciamento de lavra foi desenvolvido usando simulação no *software* Whittle, sempre buscando a maximização do Valor Presente Líquido (NPV). O resultado da simulação mostrou ser possível lavrar a maior parte dos recursos minerais, sendo que a lavra deverá se iniciar na parte oeste do corpo de minério, o que maximiza a lavra, permite um sequenciamento com teores de ferro mais alto nos primeiros anos do projeto e resulta em relação estéril x minério baixa. Na montagem da Função Benefício foram utilizados os seguintes parâmetros:

- Recursos medidos, indicados, inferidos e potenciais totais de 2,614 bilhões de toneladas, com teor médio de 20,04% Fe;
- Modelo de blocos 3D com estimativa de teores sem classificação de recursos;
- Otimização da cava considerando todos os recursos e teor de corte de 14% Fe;
- Preço de venda de US\$ 65 por tonelada do produto com 65% Fe;
- Ângulo de talude geral da cava de 38°;
- Otimização da cava restrita aos contornos dos polígonos DNPM

A otimização da lavra configurou uma cava onde deverão ser lavrados 2,44 bilhões de toneladas de minério, com teor médio de 20,23% Fe, suficiente para uma vida útil de aproximadamente 25 anos.

O sequenciamento sugerido na modelagem com o *software* Whittle Pit 32 foi usado para o planejamento da lavra e, por meio de intervenção do operador, foram realizadas as devidas adaptações para que houvesse o mais cedo possível a liberação das áreas lavradas, visando seu posterior preenchimento pelo material estéril e rejeitos, o que efetivamente se mostrou possível de ocorrer a partir do segundo ano de operação da mina. Esse sistema, ambientalmente muito favorável e de grande valor agregado ao projeto, é aqui denominado de sequenciamento verde.

### 3.3.2.2 - Plano de produção e regime de trabalho da mina

O desenvolvimento do plano de produção foi elaborado considerando-se um sequenciamento de lavra que possibilitasse conciliar o avanço das frentes de lavra com a disposição sistemática de material estéril e rejeito em recuo (sequenciamento verde) nas áreas já lavradas.

Os critérios básicos adotados na elaboração do plano de produção foram os seguintes:

#### **Recursos:**

- Base da estimativa: banco de dados da SAM de 07 de fevereiro de 2011;
- Recursos considerados no plano de produção: Medidos + Indicados;
- Recursos (medidos + indicados): 2.439.975.500t com teor médio de 20,23% Fe.

### **Produção:**

- Produto final: concentrado tipo *pellet feed* com 65% de Fe;
- Produção anual de concentrado de *pellet feed*: 25.000.000 t (base seca).

### **Regime de Trabalho na lavra:**

- |   |       |
|---|-------|
| - Dias trabalhados por ano:               | 365   |
| - Turnos por dia:                         | 3     |
| - Horas por turno:                        | 8     |
| - Horas programadas por dia:              | 24    |
| - Horas programadas por ano:              | 8.760 |
| - Número de equipes trabalhando em turno: | 4     |

### **Crítérios de Projeto:**

- |  |         |
|--|---------|
| - Produção de <i>pellet feed</i> :     | 25 Mtpa |
| - Teor do <i>pellet feed</i> :         | 65% Fe  |
| - Recuperação metalúrgica do processo: | 82%     |
| - Umidade do minério:                  | 8%      |
| - Umidade do estéril:                  | 8%      |
| - Empolamento do minério:              | 35%     |
| - Empolamento do estéril:              | 35%     |

Com base nos recursos medidos + indicados foi elaborado o plano de produção que definiu uma vida útil próxima de 25 anos para a lavra do Bloco 8, adotando-se um sequenciamento matemático que levou em conta a necessidade de se manter uma lavra com avanços cadenciados de modo a permitir o enchimento das áreas já lavradas com estéril e rejeito.

A distância média de transporte (DMT) para efeitos de projeto foi de 2.500 metros. Previu-se ainda o avanço sistemático das frentes de lavra, sem a necessidade de retornos para lavar áreas isoladas (ilhas).

O plano de produção adotado neste estudo, considerando-se base seca, é apresentado no Quadro 3.6. A previsão de geração de concentrado final (produto) em função da produção de minério é apresentada no Quadro 3.7. A previsão de geração de rejeitos na planta de beneficiamento encontra-se no Quadro 3.8, tendo sido considerados os resultados da rota de processo envolvendo pré-concentração com separadores magnéticos de alta intensidade e concentração final de finos por flotação com deslamagem prévia. Destaca-se que no primeiro e no último ano de vida útil da mina a produção será limitada a seis meses, fato que leva a vida útil da mina ao total de 25 anos.

### QUADRO 3.6 - Plano de produção de minério e estéril, base seca

Ano	Minério (tBS)	Estéril (tBS)	REM (t:t)
1	34.122.000	3.412.000	0,10
2	80.559.000	13.186.000	0,16
3	83.294.000	18.636.000	0,22
4	84.906.000	21.227.000	0,25
5	89.818.000	31.206.000	0,35
6	91.061.000	31.871.000	0,35
7	93.060.000	32.571.000	0,35
8	98.104.000	34.337.000	0,35
9	92.050.000	32.217.000	0,35
10	94.747.000	40.591.000	0,43
11	98.580.000	50.358.000	0,51
12	100.340.000	55.187.000	0,55
13	102.159.000	61.043.000	0,60
14	100.287.000	67.237.000	0,67
15	102.313.000	76.241.000	0,75
16	104.719.000	86.194.000	0,82
17	100.748.000	90.673.000	0,90
18	105.106.000	104.924.000	1,00
19	105.535.000	121.948.000	1,16
20	105.183.000	126.220.000	1,20
21	104.852.000	125.823.000	1,20
22	104.852.000	125.823.000	1,20
23	104.852.000	125.823.000	1,20
24	104.852.000	125.823.000	1,20
25	104.852.000	125.823.000	1,20
26	48.987.000	58.784.000	1,20
<b>Total</b>	<b>2.439.938.000</b>	<b>1.787.175.000</b>	<b>0,73</b>

### QUADRO 3.7 - Plano de produção - Geração de *pellet feed* - Base seca

Ano	Minério (tBS)	Teor de Fe (%)	Recuperação Massa (%)	Produto (tBS)
1	34.122.000	25,30	31,14	10.625.000
2	80.559.000	24,60	31,03	25.000.000
3	83.294.000	23,79	30,01	25.000.000
4	84.906.000	23,34	29,44	25.000.000
5	89.818.000	22,06	27,83	25.000.000



Continuação

Ano	Minério (tBS)	Teor de Fe (%)	Recuperação Massa (%)	Produto (tBS)
6	91.061.000	21,76	27,45	25.000.000
7	93.060.000	21,30	26,86	25.000.000
8	98.104.000	20,20	25,48	25.000.000
9	92.050.000	21,53	27,16	25.000.000
10	94.747.000	20,92	26,39	25.000.000
11	98.580.000	20,10	25,36	25.000.000
12	100.340.000	19,75	24,92	25.000.000
13	102.159.000	19,40	24,47	25.000.000
14	100.287.000	19,76	24,93	25.000.000
15	102.313.000	19,37	24,43	25.000.000
16	104.719.000	18,92	23,87	25.000.000
17	100.748.000	19,67	24,81	25.000.000
18	105.106.000	18,85	23,79	25.000.000
19	105.535.000	18,78	23,69	25.000.000
20	105.183.000	18,84	23,77	25.000.000
21	104.852.000	18,90	23,84	25.000.000
22	104.852.000	18,90	23,84	25.000.000
23	104.852.000	18,90	23,84	25.000.000
24	104.852.000	18,90	23,84	25.000.000
25	104.852.000	18,90	23,84	25.000.000
26	48.987.000	18,90	23,84	11.680.000
<b>Total</b>	<b>2.439.937.500</b>	<b>20,23</b>	<b>25,50</b>	<b>622.305.000</b>

**QUADRO 3.8 - Produção de rejeitos (em toneladas, base seca)**

Ano	Rejeitos (t BS)			Total
	Pré-concentração Magnética	Deslamagem	Flotação	
1	17.894.000	523.000	5.080.000	23.497.000
2	43.306.000	1.201.000	11.051.000	55.559.000
3	46.041.000	1.201.000	11.051.000	58.294.000
4	47.653.000	1.201.000	11.051.000	59.906.000
5	52.565.000	1.201.000	11.051.000	64.818.000
6	53.808.000	1.201.000	11.051.000	66.061.000
7	55.807.000	1.201.000	11.051.000	68.060.000
8	60.852.000	1.201.000	11.051.000	73.104.000
9	54.797.000	1.201.000	11.051.000	67.050.000
10	57.494.000	1.201.000	11.051.000	69.747.000

Continuação

Ano	Rejeitos (t BS)			
	Pré-concentração Magnética	Deslamagem	Flotação	Total
11	61.328.000	1.201.000	11.051.000	73.580.000
12	63.087.000	1.201.000	11.051.000	75.340.000
13	64.906.000	1.201.000	11.051.000	77.159.000
14	63.034.000	1.201.000	11.051.000	75.287.000
15	65.601.000	1.201.000	11.051.000	77.313.000
16	67.467.000	1.201.000	11.051.000	79.719.000
17	63.495.000	1.201.000	11.051.000	75.758.000
18	67.853.000	1.201.000	11.051.000	80.106.000
19	68.282.000	1.201.000	11.051.000	80.535.000
20	67.931.000	1.201.000	11.051.000	80.183.000
21	67.600.000	1.201.000	11.051.000	79.852.000
22	67.600.000	1.201.000	11.051.000	79.852.000
23	67.600.000	1.201.000	11.051.000	79.852.000
24	67.600.000	1.201.000	11.051.000	79.852.000
25	67.600.000	1.201.000	11.051.000	79.852.000
26	31.583.000	561.000	5.163.000	37.307.000
<b>Total</b>	<b>1.512.240.000</b>	<b>29.918.000</b>	<b>275.474.000</b>	<b>1.817.632.000</b>

Para efeito de dimensionamento de frota de lavra e estimativa de custos (CAPEX e OPEX) foi utilizado o plano de produção de minério e de estéril em base úmida (BU), adotando-se como critério de projeto teores médios de umidade de 8%, tanto para o minério quanto para o estéril (Quadro 3.9 e Figura 3.8).

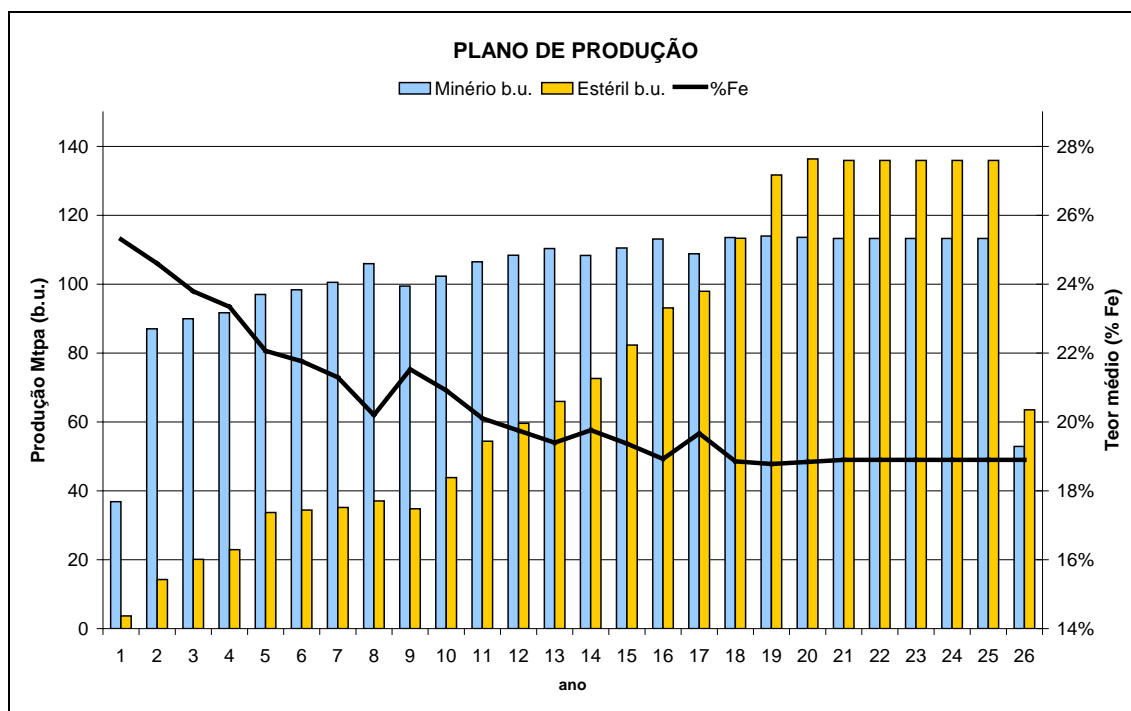
### QUADRO 3.9 - Plano de produção - Base úmida

Ano	Minério (tBU)	Estéril (tBU)	TOTAL (tBU)
1	36.852.000	3.685.000	40.537.000
2	87.004.000	14.241.000	101.245.000
3	89.957.000	20.126.000	110.084.000
4	91.699.000	22.925.000	114.623.000
5	97.003.000	33.702.000	130.705.000
6	98.345.000	34.421.000	132.766.000
7	100.504.000	35.177.000	135.681.000
8	105.953.000	37.083.000	143.036.000
9	99.414.000	34.795.000	134.209.000
10	102.327.000	43.838.000	146.165.000
11	106.467.000	54.387.000	160.853.000

Continuação

Ano	Minério (tBU)	Estéril (tBU)	TOTAL (tBU)
12	108.367.000	59.602.000	167.969.000
13	110.499.000	82.340.000	192.838.000
14	113.097.000	93.089.000	206.186.000
15	110.499.000	82.340.000	192.838.000
16	113.097.000	93.089.000	206.186.000
17	108.808.000	97.927.000	206.734.000
18	113.514.000	113.318.000	226.832.000
19	113.977.000	131.704.000	245.682.000
20	113.598.000	136.317.000	249.915.000
21	113.240.000	135.889.000	249.129.000
22	113.240.000	135.889.000	249.129.000
23	113.240.000	135.889.000	249.129.000
24	113.240.000	135.889.000	249.129.000
25	113.240.000	135.889.000	249.129.000
26	52.906.000	63.487.000	116.393.000
<b>Total</b>	<b>2.635.133.000</b>	<b>1.930.149.000</b>	<b>4.565.282.000</b>

FIGURA 3.8 - Plano de produção do Bloco 8 - Base úmida



### 3.3.3 - Etapas operacionais do processo de lavra

O planejamento de lavra de curto prazo será feito por equipe de planejamento de lavra, composta por engenheiros de minas e por desenhistas, apoiados por geólogos de controle de lavra.

O planejamento será feito com uso de *software* específico para esse tipo de serviço. Os planos de lavra de curto prazo deverão ser detalhados em nível de turno operacional, contendo a seleção de blocos a serem lavrados e a alocação do equipamento principal.

O planejamento será baseado nas características geológicas e geometalúrgicas do depósito, sendo desenvolvido de modo a atingir as metas de produção da empresa e maximizar o aproveitamento dos recursos minerais.

Para determinação das características geometalúrgicas do depósito, além da campanha de caracterização prévia que serviu ao projeto de engenharia da usina, a SAM contará no local com laboratório de processo e planta piloto, dedicados ao suporte tecnológico da operação do empreendimento.

#### 3.3.3.1 - Abertura de acessos e terraplanagem

A abertura de acessos e as obras de terraplanagem para preparação da mina serão contratadas de terceiros e/ou realizadas com equipamentos e equipes próprias do empreendedor, na conformidade dos respectivos projetos de engenharia e seguindo a legislação trabalhista em vigor.

Serão evitadas, sempre que possível, as interferências em áreas de matas e de preservação permanente, mas, quando forem inevitáveis, as intervenções nessas áreas serão antecedidas da obtenção das autorizações de supressão de vegetação e das demais licenças ambientais necessárias.

#### 3.3.3.2 - Perfuração e desmonte de rocha

A perfuração de minério e estéril será realizada com a utilização de perfuratrizes rotativas. A malha de perfuração padrão seguirá, a princípio, as seguintes diretrizes:

- Altura da bancada: 15 m
- Diâmetro do furo: 250 mm
- Afastamento: 10 m
- Espaçamento: 12 m
- Comprimento do furo: 18 m

O desmonte será efetuado com explosivos encartuchados (emulsão) e ANFO bombeado para os furos por caminhão de explosivos, adotando-se as seguintes diretrizes básicas:

- Carga de fundo: 6 m
- Carga de coluna: 9 m
- Emulsão: 20%
- ANFO: 80%
- Razão de carga: 450 g/m<sup>3</sup>

O controle geológico de curto prazo da lavra será feito por meio de amostragem sistemática nos painéis de lavra e realização de ensaios para determinação das variáveis de controle. A amostragem será feita a partir de material coletado em furos de sondagem, usando perfuratrizes rotopercussivas do tipo Atlas Copco ROC L8 ou similar. A malha de sondagem e a quantidade de amostras serão definidas com base em estudos específicos de geoestatística.

Foi prevista para esse controle uma equipe técnica, em cada turno operacional, a ser composta por um técnico em geologia, operadores e auxiliares das perfuratrizes de amostragem. Os trabalhos serão coordenados por dois geólogos.

### **3.3.3.3 - Carregamento e transporte de estéril**

O carregamento do estéril será realizado com escavadeiras hidráulicas de 40 m<sup>3</sup>. O transporte até as áreas de disposição será efetuado por caminhões fora de estrada com capacidade de carga de 360 toneladas métricas. O espalhamento e a reconformação das áreas de disposição do estéril serão realizados com ajuda de tratores de esteira.

No primeiro ano de operação o estéril será depositado em pilha a ser conformada na borda sul da bacia de rejeitos e oeste da cava, com área de 475.000 m<sup>2</sup> e capacidade de estocagem de 14.275.000 m<sup>3</sup> de estéril. A partir do ano 2 o estéril passará a ser depositado em área já lavrada da cava, por meio de sequenciamento verde.

### **3.3.3.4 - Carregamento e transporte de minério**

O carregamento de minério na frente de lavra será feito com escavadeiras hidráulicas de 40 m<sup>3</sup>. O transporte do minério até a instalação de britagem primária fixa será realizada com caminhões fora de estrada com capacidade de carga de 360 toneladas métricas.

Devido ao porte da operação (quantidades a serem movimentadas e tipo de equipamento a ser utilizado), o controle da lavra será feito com o uso de *software* específico. Os equipamentos principais estarão equipados com sistema de navegação baseado em GPS de alta precisão.

### 3.3.3.5 - Sequenciamento de lavra

O projeto de lavra foi desenvolvido em nível conceitual e visou atender a premissa básica de produção de 25 milhões de toneladas anuais (base seca) de produto vendável do tipo *Pellet Feed* com teor médio de 65% de Ferro a ser produzido na planta de beneficiamento situada próxima da mina.

O corpo mineralizado apresenta mergulho bem definido de Oeste para Leste com espessura total de lavra variando de 15 a 300 metros. Em função da configuração do jazimento a lavra será realizada a céu aberto em painéis progredindo com frentes de lavra em bancadas de 15 metros (estéril e minério).

O sequenciamento de lavra mostra uma sequência com início das operações em zonas de maiores teores de Fe e menor relação estéril/minério. Sendo assim, o avanço em área será maior nos anos iniciais e tende a diminuir consideravelmente com o aumento da espessura do minério.

O material estéril juntamente com o rejeito produzido será disposto de forma compartilhada, em recuo, em áreas já lavradas (sequenciamento verde). A adoção de enchimento em recuo com estéril e rejeito (sequenciamento verde) elimina a necessidade de construção de pilhas de estéril exteriores à área de lavra, exceto para o primeiro ano de operação, e grandes barragens de rejeitos. Dessa maneira proporcionará melhores condições para o fechamento da mina.

Considerando a relação estéril/minério, projetada para a lavra, será possível fazer a disposição compartilhada do material estéril com os rejeitos a serem gerados na planta de beneficiamento. O material estéril será transportado, até as áreas de disposição onde serão formadas as pilhas compartilhadas de estéril e rejeito (sequenciamento verde), por caminhões de grande porte e a configuração das pilhas será feita com o uso de tratores de esteira de 100 toneladas de peso bruto.

O rejeito proveniente da planta de beneficiamento deverá ser previamente desaguado para possibilitar a disposição compartilhada com o material estéril proveniente das frentes de lavra.

A área a ser lavrada de acordo com o sequenciamento irá avançar sobre dois cursos d'água naturais (Córrego Mundo Novo e Córrego Lamarão) durante a vida útil da mina. Com base nestes avanços foi proposta a utilização de estruturas de desvios (canais) que serão instalados ao longo das áreas de disposição de estéril e rejeito, de modo a manter os cursos d'água após a execução da lavra.

A seguir é apresentada a descrição das atividades considerando os anos 01, 05, 10, 15 e final (ano 25) da operação. O Anexo 2 apresenta os desenhos ilustrativos (plantas e seções) do sequenciamento de lavra e avanço das frentes de lavra, das áreas de disposição de estéril e rejeitos (disposição compartilhada) em recuo (sequenciamento verde), e da implantação dos canais de desvio dos córregos Mundo Novo e Lamarão. O Anexo 3 mostra seções típicas do corte A-A' nos anos 1, 5 e 10 anos e as seções típicas do corte B-B' nos anos 15 e final, bem como uma seção típica dos canais de desvio dos dois córregos.

### - **Ano 01**

A lavra se iniciará nas porções onde o minério apresenta maior teor de ferro e menor relação estéril/minério, de acordo com a otimização de cava realizada. Nesse primeiro ano será mantida uma distância mínima de 100 metros da borda da cava e o córrego Mundo Novo, de modo a não causar interferências no curso d'água. Nas frentes de lavra serão utilizados *sumps* para a realização da drenagem da cava. Para o primeiro ano, o estéril será depositado em uma pilha localizada próximo à barragem de rejeitos.

### - **Ano 05**

No final do quinto ano, a lavra segue avançando em bancos de 15 metros de altura (estéril e minério) com disposição compartilhada de estéril e rejeito nas áreas já lavradas. É mantida uma distância mínima de 100 metros entre a frente de lavra e a pilha compartilhada, de modo a garantir a segurança e a operabilidade dos equipamentos de lavra. Na porção norte será mantida uma distância de 100 metros da borda da cava para o córrego Mundo Novo. Durante esse período será iniciada a preparação da área onde será construído o primeiro canal ao longo da pilha compartilhada para desvio do Córrego Mundo Novo que acontecerá nos últimos anos da mina.

### - **Ano 10**

No final do décimo ano, a lavra segue avançando em bancos de 15 metros de altura (estéril e minério) na direção leste com o aprofundamento da camada de minério e disposição compartilhada de estéril e rejeito nas áreas já lavradas. Será mantida uma distância mínima de 200 metros entre a frente de lavra e a pilha compartilhada. Na porção norte será mantida uma distância mínima de 100 metros da borda da cava para o córrego Mundo Novo. Ao mesmo tempo será iniciada a construção do canal ao longo da pilha compartilhada para futuro desvio do córrego Mundo Novo e preparada a área onde será construído o outro canal que fará o desvio do Córrego Lamarão, ao longo da área de disposição compartilhada, na direção sul-norte.

### - **Ano 15**

No final do décimo quinto ano, a lavra atinge o limite máximo ao longo da direção leste, com suas operações sendo realizadas ao longo da área onde está inserido o Córrego Lamarão, que será desviado pelo canal norte-sul. Nesse momento deverá também estar concluída a construção do canal que fará o desvio do córrego Mundo Novo. Esses dois canais irão se conectar na extremidade noroeste das áreas de lavra.

## **- Anos 16 ao 25**

Nos últimos dez anos da operação, a lavra será realizada principalmente na área onde está inserido o córrego Mundo Novo. Inicialmente ocorrerá o desvio do curso d'água ao longo do canal construído na direção oeste-leste, que se conecta com o canal que faz o desvio do córrego Lamarão. Após a conclusão da lavra, as áreas serão reconformadas e as áreas locadas nas extremidades da cava (últimos avanços) tenderão a ser preenchidas com água de precipitação direta e também com água de infiltração proveniente do lençol freático, com a expectativa de formação de um lago.

### **3.3.3.5.1 - Canal de desvio dos córregos Lamarão e Mundo Novo**

A área a ser lavrada, segundo as previsões atuais, deve avançar sobre dois cursos d'água naturais durante a vida útil da mina, o córrego Mundo Novo, cujo leito deverá ser lavrado após aproximadamente dois anos do início da lavra, e o córrego Lamarão, sobre o qual a lavra deverá avançar após cerca de dez anos do início das operações. Portanto, os leitos de tais cursos de água deverão ser relocados antes que sejam interferidos pelo avanço da lavra. Nesse sentido, foi realizado estudo conceitual para dimensionamento de canais de desvios de ambos os córregos.

O estudo conceitual foi desenvolvido com o objetivo de estimar parâmetros de projeto para as estruturas de desvio, especialmente seção transversal e comprimento das intervenções, considerando a influência dos amortecimentos gerados pelo reservatório pulmão e pela barragem de rejeitos sobre as vazões em trânsito nos cursos d'água.

Os critérios de projeto dos canais de desvio, considerados nos pré-dimensionamentos desenvolvidos, foram:

- Tempo de retorno: 50 anos;
- Seção transversal dos canais: trapezoidal;
- Material de revestimento dos canais: enrocamento;
- Declividade longitudinal média: 0,5%.

A análise e a consistência de dados pluviométricos foram desenvolvidas para identificar, dentre as estações disponíveis, a que melhor representa o regime pluviométrico da região. A escolha da estação considerada mais indicada por sua representatividade espacial e temporal baseia-se nas seguintes características: consistência dos dados, tamanho da amostra e proximidade em relação à área de interesse.

A partir da análise dos dados das estações pluviométricas operadas pela ANA na região do Bloco 8, foi considerada como a mais adequada a "Estação Cancela", localizada no município de Grão Mogol, com disponibilidade de dados coletados entre outubro de 1963 e outubro de 2000.



Também foram realizados estudos de chuvas intensas, assim compreendidas aquelas que apresentam duração e distribuição (temporal e espacial) críticas para uma área ou bacia hidrográfica. Como, em geral, a disponibilidade de longas séries pluviométricas é muito mais frequente que a de séries fluviométricas, é prática comum na Engenharia Hidrológica o emprego de modelos chuva-vazão para determinação de vazões de projeto.

A partir da análise de frequência, a magnitude dos eventos é relacionada com sua frequência de ocorrência por meio do uso de uma distribuição de probabilidades. As etapas para análise de frequência, resumidamente, são as seguintes:

- Avaliação dos dados amostrais;
- Definição da distribuição de probabilidade, estimativa de seus parâmetros e verificação de aderência à distribuição empírica;
- Identificação e tratamento de eventuais pontos atípicos, com possível repetição de etapas precedentes;
- Seleção do modelo distributivo mais apropriado.

A variável hidrológica analisada no presente caso foi a altura diária de precipitação máxima anual, sendo utilizado o ano hidrológico. Os *softwares* SEAF e ALEA, ambos de domínio público e disponíveis no sítio <http://www.ehr.ufmg.br/downloads.php>, foram utilizados durante esta etapa. No quadro a seguir é apresentada a série de dados analisada.

### QUADRO 3.10 - Altura Diária de Precipitação Máxima Anual - Estação Cancela

Ano Hidrológico	Precipitação Máxima Anual (mm) Duração - 1 dia
1976/1977	105,6
1977/1978	71,0
1978/1979	90,0
1979/1980	121,0
1980/1981	76,0
1981/1982	110,0
1982/1983	82,0
1983/1984	71,4
1984/1985	93,2
1985/1986	54,8
1986/1987	40,4
1987/1988	63,0
1988/1989	78,0
1989/1990	70,0
1990/1991	67,0

Continuação

Ano Hidrológico	Precipitação Máxima Anual (mm) Duração - 1 dia
1991/1992	110,0
1993/1994	75,0
1994/1995	60,0
1995/1996	78,0
1996/1997	73,0
1998/1999	57,0
1999/2000	61,0

Fonte: Golder Associates / SAM

A análise de frequência local possibilitou a obtenção dos quantis de altura pluviométrica máxima anual associados aos respectivos tempos de retorno para durações iguais a um dia. Várias distribuições teóricas de probabilidade foram testadas, sendo a distribuição Gumbel considerada a mais adequada para representação dos dados amostrais. Os testes de aderência realizados ao nível de significância igual a 5% (Qui-Quadrado e Kolmogorov-Smirnov), confirmaram a adequabilidade da distribuição adotada.

Em função da ordem de grandeza da área de drenagem do sistema em estudo, foi necessária a análise de precipitações com durações inferiores à diária. Os quantis diários determinados foram multiplicados por 1,14 para a obtenção daqueles com 24h de duração. Para as durações inferiores a 24 h foi utilizada a relação sugerida por Silveira (2000), que permite determinar coeficientes de desagregação para diferentes durações, a partir da chuva de 24 h. No Quadro 3.11 estão apresentados os resultados obtidos.

### QUADRO 3.11 - Quantis de precipitação máxima para durações inferiores a 24h

Duração da Chuva	Tempo de retorno (anos)								
	2	5	10	25	50	100	500	1.000	10.000
5 min	8,6	10,7	12,1	13,8	15,1	16,4	19,3	20,6	24,8
10 min	14,8	18,4	20,7	23,7	25,9	28,1	33,2	35,3	42,6
15 min	18,9	23,4	26,5	30,3	33,1	35,9	42,4	45,1	54,4
20 min	22,0	27,3	30,8	35,2	38,5	41,8	49,3	52,6	63,3
25 min	24,5	30,4	34,3	39,3	42,9	46,6	55,0	58,6	70,6
30 min	26,7	33,1	37,3	42,7	46,7	50,6	59,8	63,7	76,7
1 h	35,3	43,8	49,4	56,5	61,7	67,0	79,0	84,2	101,5
2 h	44,7	55,4	62,5	71,5	78,2	84,8	100,1	106,7	128,5
4 h	54,8	67,9	76,7	87,7	95,9	104,0	122,7	130,8	157,6
6 h	61,0	75,7	85,4	97,7	106,8	115,8	136,7	145,7	175,5
8 h	65,5	81,3	91,8	104,9	114,7	124,5	146,9	156,6	188,6
10 h	69,1	85,8	96,8	110,7	121,1	131,3	155,0	165,2	199,0

## Continuação

Duração da Chuva	Tempo de retorno (anos)								
	2	5	10	25	50	100	500	1.000	10.000
12 h	72,1	89,5	101,0	115,5	126,3	137,0	161,7	172,3	207,6
14 h	74,7	92,7	104,6	119,6	130,8	141,9	167,5	178,5	215,0
24 h	84,7	105,1	118,6	135,6	148,3	160,8	189,8	202,3	243,7

Fonte: Golder Associates

As vazões de projeto foram determinadas indiretamente, aplicando-se o modelo matemático chuva-vazão *Hydrologic Modeling System* (HMS), distribuído pelo *Hydrologic Engineering Center* (HEC) do *US Army Corps of Engineers* (USACE) que se baseia no método do hidrograma unitário e contém opções de procedimentos na simulação dos processos de transformação chuva-vazão.

Para cálculo das precipitações efetivas optou-se pelo método do U.S. Soil Conservation Service (SCS). Este se apresenta com um único parâmetro a ser calibrado, o CN, ou número da curva de deflúvio. O valor CN é o parâmetro que expressa a capacidade de infiltração da bacia hidrográfica e as condições antecedentes de umidade do solo.

A precipitação efetiva depende do complexo solo-cobertura vegetal da bacia e das condições de umidade que antecedem o evento pluviométrico. De acordo com a metodologia preconizada pelo SCS, a precipitação efetiva pode ser calculada a partir da precipitação total pelas expressões:

$$P_e = (P - 0,2 \cdot S)^2 / (P + 0,8 \cdot S)$$

$$S = (25400 - 254 \cdot CN) / CN$$

Nas quais:

- $P_e$  é a precipitação efetiva (mm);
- $P$  é a precipitação total (mm);
- $S$  é a capacidade máxima de armazenamento no solo (mm);
- CN é o número da curva de deflúvio (varia de 0 a 100).

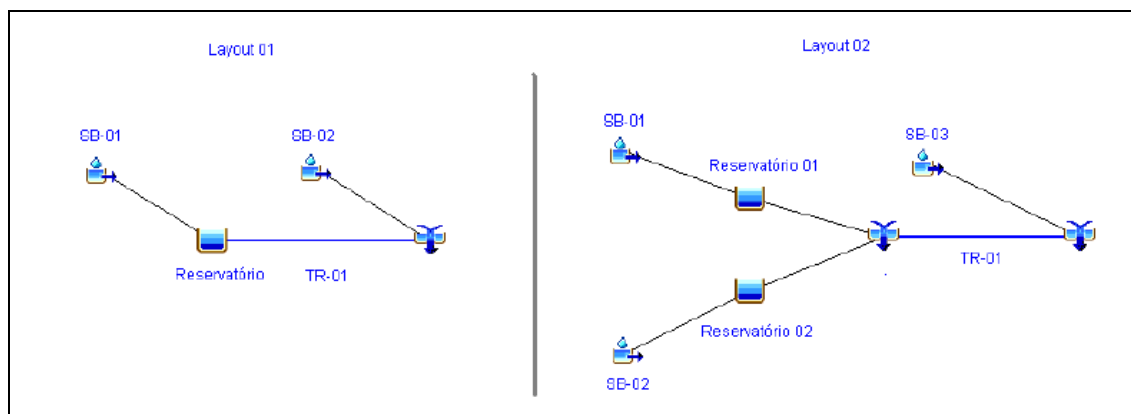
Quando se dispõe de dados observados no local, pode-se estimar o parâmetro CN comparando-se os volumes escoados superficialmente com os volumes totais precipitados. Para o presente estudo, o CN do modelo foi estimado com base nas informações da bibliografia existente sobre o assunto.

A transformação da precipitação efetiva no hidrograma de projeto foi realizada aplicando-se o método do hidrograma unitário (HU) de Clark. Este método deriva o HU da bacia hidrográfica incorporando os processos de translação do escoamento ao longo das áreas de contribuição e de atenuação do escoamento ao longo dos cursos de água (USACE 2000).

A aplicação do método de Clark depende da definição do parâmetro R, com unidades de tempo, mas que representa o armazenamento temporário dos volumes precipitados ao longo das drenagens. No presente estudo, este parâmetro foi estimado igual ao tempo de concentração de cada sub-bacia.

O tempo de retorno (TR) das vazões de projeto utilizados nos pré-dimensionamentos dos canais foi igual a 50 anos. Os valores de CN utilizados consideraram a ocorrência de precipitações severas nos cinco dias anteriores a ocorrência do evento de projeto (condição antecedente de umidade do solo do tipo III). A modelagem considerou os arranjos abaixo propostos (Figura 3.9) e os parâmetros apontados no quadro 3.12 a seguir.

**FIGURA 3.9 - Arranjos propostos para modelagem hidrológica**



**QUADRO 3.12 - Parâmetros Considerados na Modelagem Hidrológica**

Curso D'água	Reservatório(s) a Montante do Canal de Desvio	Layout	ID	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	CN	Tempo de Concentração (min)	Lag Time (min)
Córrego Mundo Novo	Barragem de rejeitos	01	SB-01	9,2	87	73	-
			TR-01	-	-	-	47
			SB-02	5,3	84	60	-
Córrego Lamarão	Reservatório Pulmão Alternativa 1	01	SB-01	7,6	81	50	-
			TR-01	-	-	-	108
	Reservatório Pulmão Alternativa 2	01	SB-01	34,8	81	152	-
			TR-01	-	-	-	100
	Reservatório Pulmão Alternativa 3	01	SB-02	31,2	84	115	-
			SB-01	32,0	81	127	-
	Reservatórios Pulmões Alternativas 1 e 3	02	TR-01	-	-	-	100
			SB-02	34,0	84	115	-
			SB-01	7,6	81	50	-
			SB-03	23,6	84	115	-

Fonte: Golder Associates

As Vazões de Projeto estão apontadas no quadro a seguir:

**QUADRO 3.13 - Vazões de projeto**

Curso D'água	Reservatório(s) a Montante do Canal de Desvio	Vazão de Projeto (m³/s)
Córrego Mundo Novo	Barragem de rejeitos	33,0
Córrego Lamarão	Reservatório Pulmão - Alternativa 1	247,0
	Reservatório Pulmão - Alternativa 2	143,0
	Reservatório Pulmão - Alternativa 3	150,0
	Reservatórios Pulmões - Alternativas 1 e 3	120,0

Fonte: Golder Associates

Para o dimensionamento hidráulico, os canais de drenagem foram idealizados em seção trapezoidal e tiveram suas dimensões e características ( $D_{50}$ ) do enrocamento determinados por meio da aplicação da metodologia proposta por Robinson *et al.* (1998).

Nessa metodologia foram ensaiados diversos canais trapezoidais, revestidos em enrocamento, submetidos às vazões de projeto e com declividades longitudinais variáveis. Foram obtidas relações empíricas para o fator de atrito e para o coeficiente de rugosidade de Manning, bem como para o dimensionamento da geometria dos canais e do diâmetro representativo do enrocamento ( $D_{50}$ ).

Para verificação da estabilidade hidráulica do enrocamento utilizado nos canais em eventos de 50 anos de recorrência foi adotado critério proposto por Annandale (2006), segundo o qual o enrocamento deve possuir  $D_{50}$  suficiente para suportar a potência imposta do escoamento.

$$P = \gamma \cdot R_h \cdot S_f \cdot U$$

Na qual:

- $\gamma$  é o peso específico da água (9810 N/m³);
- $R_h$  é o raio hidráulico (m);
- $S_f$  é a declividade da linha de energia (m/m);
- $U$  é a velocidade média de escoamento (m/s);
- $P$  é a potência do escoamento (W/m²).

A capacidade de suporte do enrocamento é traduzida em termos quantitativos pelo índice de erodibilidade (Annandale, 2006), definido para enrocamento por:

$$K = 90 \cdot (D_{50})^3 \cdot \text{tg}(\Phi)$$

Na qual:

- $D_{50}$  é o diâmetro mediano dos blocos (m);
- $\Phi$  é o ângulo de atrito do enrocamento (35°);
- $K$  é o índice de erodibilidade da massa de enrocamento (adimensional).

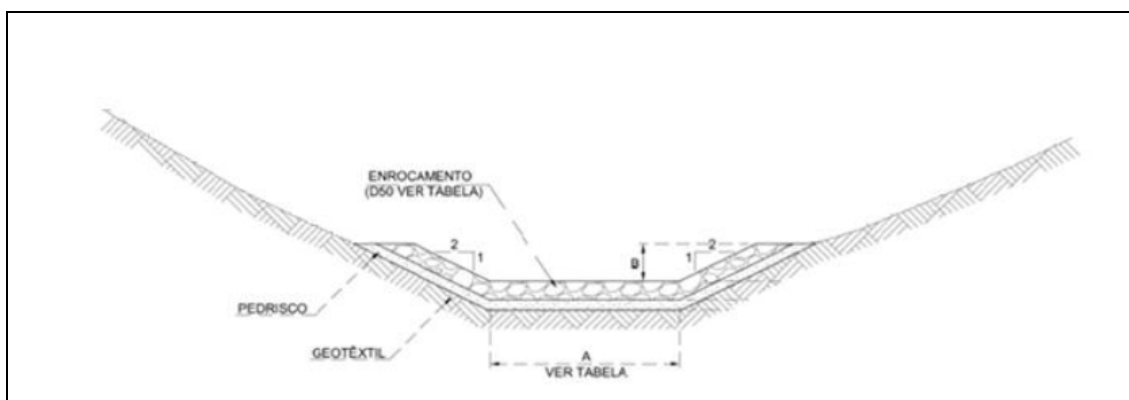
A potência máxima ( $P_{\text{máx}}$ ) imposta pelo fluxo que certo enrocamento suporta é definida por (Annandale, 2006):

$$P_{\text{máx}} = \{0,48 \cdot K^{0,44} \dots K \leq 0,1\}, \{K^{0,75} \dots K > 0,1\}$$

Dessa forma, a partir das condições de escoamento determinadas pela metodologia proposta por Robinson *et al.* (1998), determinaram-se as propriedades hidráulicas e do enrocamento, cuja estabilidade foi verificada para que a potência imposta pelo escoamento seja inferior à potência máxima admissível pelo enrocamento.

Os canais foram concebidos para funcionar como descidas de água revestidas em enrocamento. Esta concepção decorre da geometria imposta pela reconformação do terreno. A Figura 3.10 apresenta uma seção típica dos canais dimensionados.

**FIGURA 3.10 - Seção típica dos canais dimensionados**



Fonte: Golder Associates

O Quadro 3.14 a seguir apresenta os resultados dos dimensionamentos realizados, sendo A = largura da base e B = altura do enrocamento:

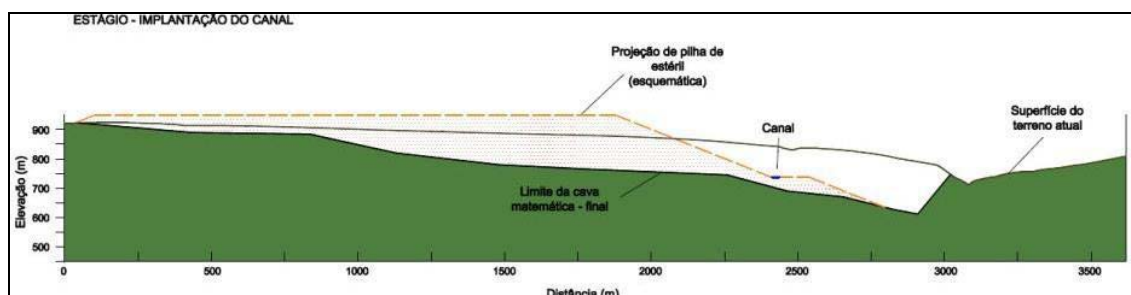
**QUADRO 3.14 - Dimensionamento Hidráulico dos Canais de Desvio**

Curso D'água	Reservatório(s) a Montante do Canal de Desvio	Dimensões (m)		D <sub>50</sub> (cm)
		A	B	
Córrego Mundo Novo	Barragem de rejeitos	15,0	1,0	300
Córrego Lamarão	Reservatório Pulmão - Alternativa 1	50,0	2,0	300
	Reservatório Pulmão - Alternativa 2	30,0	2,0	300
	Reservatório Pulmão - Alternativa 3	30,0	2,0	300
	Reservatórios Pulmões - Alternativas 1 e 3	20,0	2,0	300

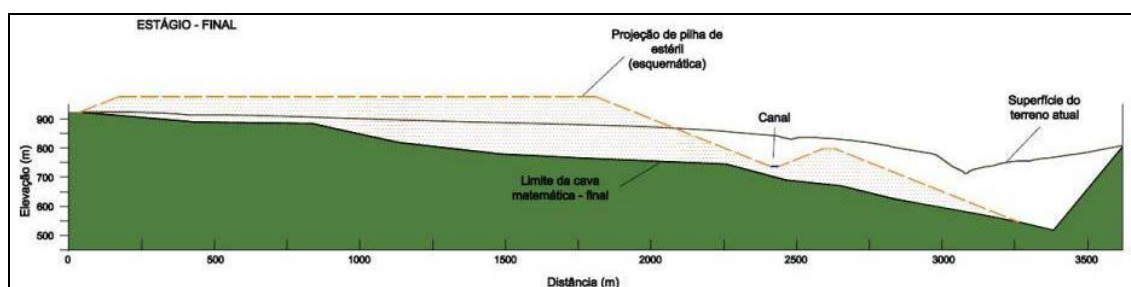
Fonte: Golder Associates

As figuras 3.11 e 3.12, a seguir, mostram em seção típica, a posição do canal no estágio de sua implantação e o limite final da cava com a projeção da pilha de estéril final, respectivamente.

**FIGURA 3.11 - Seção da área da cava do Bloco 8 apresentando o limite da cava no início da implantação do canal e a projeção esquemática da pilha de rejeitos**



**FIGURA 3.12 - Seção da área da cava do Bloco 8 apresentando o limite final da cava e a projeção da pilha de estéril final**



### 3.3.3.5.2 - Contenção de sedimentos nos córregos Mundo Novo e Lamarão

Durante a operação da mina e da planta industrial, serão gerados sedimentos pela movimentação de máquinas e equipamentos, bem como nas operações de desmonte e transporte, os quais serão carreados pelo escoamento superficial resultante dos eventos pluviométricos. Dessa forma, foram previstas estruturas para conter os sedimentos e combater o assoreamento de cursos de água a jusante das operações da SAM, especialmente os córregos Mundo Novo e Lamarão, que poderiam ser prejudicados pelas atividades de lavra e disposição compartilhada de rejeitos e estéril.

No caso da planta industrial, os sedimentos serão direcionados para a barragem de rejeitos do córrego Mundo Novo e por ela contidos, tendo em vista que o sistema de drenagem será totalmente direcionado para aquele reservatório. Os efluentes sanitários serão anteriormente enviados para Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) e somente após o tratamento serão destinados à bacia de rejeitos.

Porém, os córregos Mundo Novo e Lamarão receberão escoamento de áreas de lavra, assim como os canais de desvio, que transportarão os sedimentos por ele gerados, mesmo se tratando de canais com declividades longitudinais baixas (0,5%).

Em função disso foram previstos diques de contenção de sedimentos a jusante dos canais, nos leitos dos córregos Mundo Novo e Lamarão, partindo-se do sequenciamento da lavra para se definir o sequenciamento de implantação desses diques de contenção de sedimentos, conforme mostrado no Quadro 3.15 a seguir.

Os diques foram estudados com altura de 10 m, exceto o dique final, que contempla 12 m de altura e que deverá ser posicionado imediatamente a jusante da área da SAM, de maneira a minimizar o impacto devido à presença da comunidade do Lamarão, em sua proximidade.

**QUADRO 3.15 - Sequenciamento de diques de contenção de sedimentos nos córregos Mundo Novo e Lamarão**

Ano de Operação		Curso D'água	Estrutura	
Início	Fim		Armazenamento	Eficiência
0	1,5	Mundo Novo	Barragem de rejeitos	D1
1,5	3	Mundo Novo	D1	D2
3	9	Mundo Novo	D2	D3
9	10	Mundo Novo	D2	D3
		Lamarão	D4	-
10	16	Mundo Novo	D3	DF (ou D6)
		Lamarão	D4	D5
16	19	Mundo Novo	D3	DF (ou D6)
		Lamarão	D5	

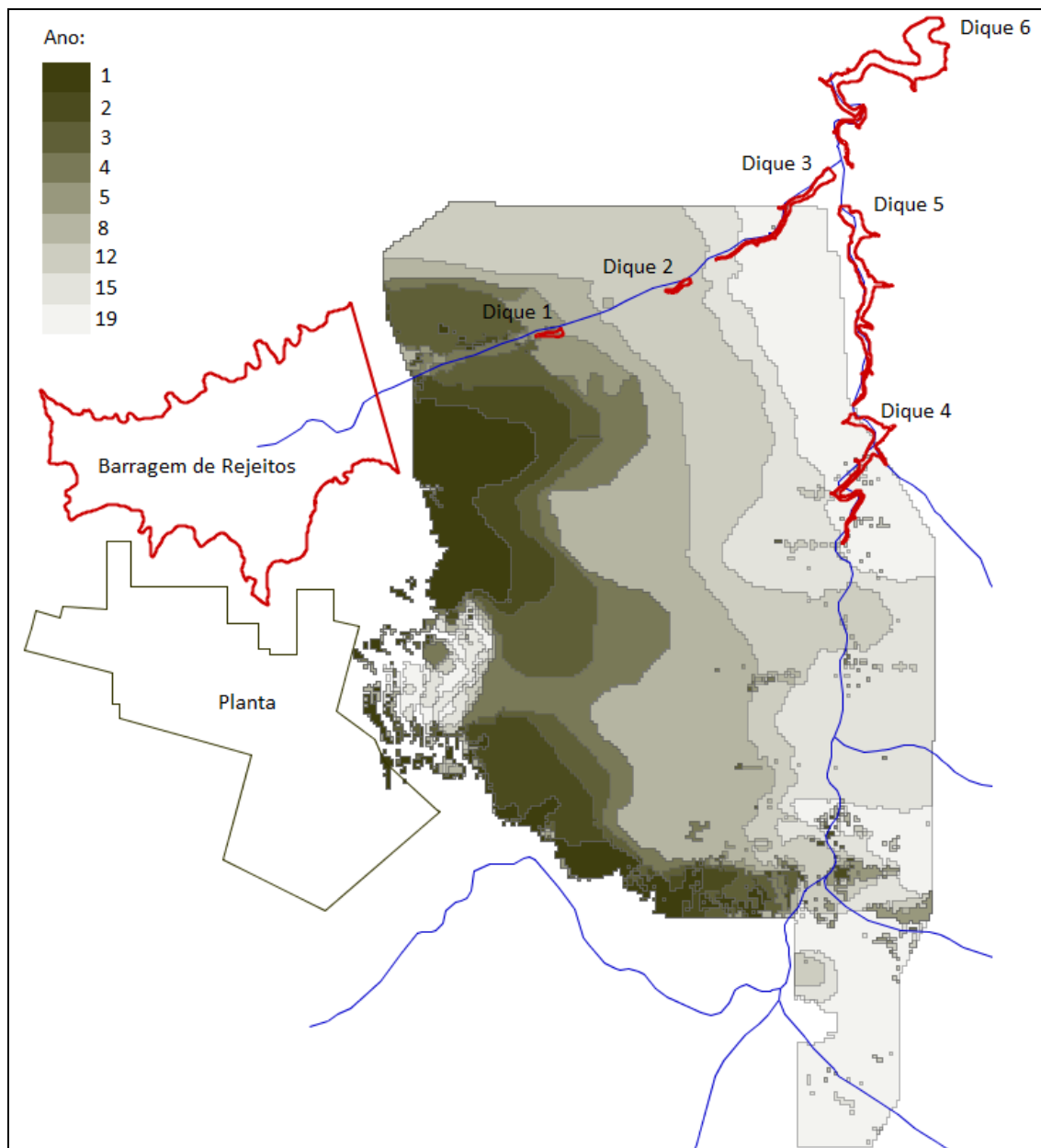
Fonte: Golder Associates

É importante lembrar que a altura dos diques foi fixada em 10 m, exceto para o dique final, que tem altura de 12 m, não estando ainda disponível o plano de drenagem de cada área da cava. Nova avaliação da localização dos diques e do arranjo temporal será realizada tão logo o projeto técnico avance e as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto básico se tornem disponíveis.

A Figura 3.13 a seguir ilustra o sequenciamento dos diques de contenção de sedimentos.



**FIGURA 3.13 - Sequenciamento de diques de contenção de sedimentos determinados pelo sequenciamento de lavra proposto pela SAM**



### 3.3.3.6 - Insumos, reagentes, combustíveis e óleos

Os principais insumos para as atividades de mineração serão os combustíveis e lubrificantes para os equipamentos movidos a óleo diesel, que serão estocados e manuseados em locais específicos, nas áreas de abastecimento e de manutenção centralizada. Haverá também distribuição por caminhão comboio durante as manutenções de campo. Outros insumos de destaque são os pneus para os equipamentos de grande porte (tratores, carregadeiras, caminhões-fora de estrada e outros).

### 3.3.3.7 - Explosivos e acessórios

Para o desmonte de minério e estéril serão utilizados explosivos encartuchados do tipo emulsão, para carga de fundo, e ANFO bombeado para carga de coluna, ativados por acessórios de tiro clássicos como estopim, cordel detonante, retardo e espoletas.

O encartuchado do tipo emulsão é um explosivo de alta eficiência, associando resistência à umidade com grande velocidade de detonação (de 2.500 a 7.000 m/s) e com alto volume gasoso (acima de 800 litros/kg), indicado para desmontes de rochas a céu aberto e em galerias, com adequado grau de fragmentação. Em geral é sensível à iniciação com espoletas nº 8 e com cordel detonante. Seus gases (usualmente de classe A) não apresentam efeitos fisiológicos mais graves ao homem, tendo em vista que sua composição é isenta de nitroglicerina. No Projeto Vale do Rio Pardo, esse produto será utilizado como iniciador e reforço do ANFO, ficando posicionado no fundo da coluna, de modo a proporcionar adequado acabamento junto ao piso da bancada.

ANFO (**A**mmonium **N**itrate + **F**uel **O**il), na sua conceituação clássica, é um explosivo básico, de custo relativamente baixo, que exige sensibilização por um alto explosivo (no caso a emulsão). É um composto formulado pela mistura de nitrato de amônia com óleo combustível (diesel), feita por equipamentos misturadores especiais montados em caminhão. O ANFO é bombeado diretamente do misturador para o furo, com grande rapidez de carga e segurança.

Os acessórios de tiro deverão incluir, dentre outros, espoletas simples, espoletas de retardo, estopim comum de segurança, cordel detonante, conectores, reforçadores e cordão ignitor.

As detonações serão supervisionadas e orientadas, obrigatoriamente, por *blaster* credenciado e qualificado, e realizadas, sempre, na conformidade de plano de fogo específico e em horários pré-definidos, com atendimento rigoroso às normas de segurança recomendadas.

### 3.3.3.8 - Manutenção dos equipamentos de mina

A manutenção preventiva programada e a manutenção corretiva que envolver a necessidade de movimentação de carga e/ou serviços especiais serão feitas na oficina de manutenção centralizada, a ser construída para esta finalidade. Os maiores equipamentos que deverão receber manutenção nessa oficina centralizada serão os caminhões fora de estrada de 360 t, os tratores de esteira de 100 e 65 t, os tratores sobre pneus de 98 t, as carregadeiras sobre pneus de 40 m<sup>3</sup>, as perfuratrizes rotativas e de amostragem e as motoniveladoras de 65 toneladas, entre outros.

As intervenções de manutenção corretiva e de lubrificação programada de equipamentos de grande porte, inclusive de escavadeiras de 40 m<sup>3</sup>, também serão feitas no campo, com o auxílio de caminhões comboio de lubrificação.

### **3.3.3.9 - Controle e monitoramento de emissões atmosféricas, ruídos, vibrações, efluentes líquidos e resíduos sólidos**

O controle e monitoramento de emissões atmosféricas, ruídos, vibrações, efluentes líquidos e resíduos sólidos será realizado na conformidade dos programas de gestão, controle e monitoramento, cujos escopos serão apresentados em capítulo específico deste EIA, e que serão posteriormente detalhados no PBA - Plano Básico Ambiental do empreendimento.

#### **3.3.3.10 - Reabilitação ambiental**

A reabilitação ambiental das áreas degradadas pelo empreendimento será realizada, sempre que possível, à medida que tais áreas venham a ser liberadas para essa finalidade, ao longo de toda a vida útil do empreendimento.

De maneira geral, a recuperação das áreas degradadas será progressiva, com adequação topográfica para recomposição da cava a partir do sequenciamento verde, seguido pelo plantio de espécies nativas. Pretende-se assim que a recuperação da cobertura vegetal seja progressiva durante todo o período de lavra, sendo previsto o plantio principalmente de espécies nativas da própria região, utilizando-se para tal mudas obtidas a partir do próprio viveiro da SAM, o qual já se encontra em fase inicial de produção. Dependendo da conformação geográfica dos taludes da cava final - após a disposição de estéril e rejeito - poderão ser aplicadas outras espécies (gramíneas e leguminosas) até que o solo esteja estabilizado, com posterior replantio das espécies nativas.

Um fator ambientalmente importante refere-se à retirada da cobertura de solos existentes na área da futura mina, que tem características de baixa permeabilidade, devido à presença de argilominerais em sua composição. Ao se retirar essa cobertura e promover o sequenciamento verde, a permeabilidade do solo e respectivo substrato deverá aumentar, promovendo assim a formação de um aquífero bastante mais ativo e potencialmente mais favorável à manutenção do sistema hidrológico dessa área.

Conformando também o relevo final, após o encerramento da atividade de extração mineral, deverá ser formado um lago, limitado a norte pelo talude da cava de minério no limite com o direito minerário vizinho, a leste pelos taludes opostos à evolução da cava, e a oeste pela área recuperada durante o sequenciamento verde. Espera-se assim que a conformação final do relevo local seja, ao final do empreendimento, mais favorável à ocupação humana do que é hoje.

A reabilitação será completada na fase ativa de fechamento do empreendimento ao término das atividades produtivas.

Todas as ações de reabilitação serão detalhadas no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), cujo escopo e linhas básicas serão apresentados em capítulo específico deste EIA, e que será, posteriormente, detalhado no PBA - Plano Básico Ambiental do empreendimento.

### 3.3.4 - Diretrizes de engenharia para geometria e estabilidade da cava

O método de lavra de uma jazida mineral pressupõe a escolha da melhor técnica para extração de minério e estéril da mina, e como tal é importante que sua seleção assegure que produzirá um projeto ótimo em termos de eficiência operacional e que permita, entre outros fatores, determinar a adequada seleção das atividades a serem praticadas em sua execução, o correto dimensionamento dos equipamentos e o planejamento da sequência de lavra. Para tal, a seleção do método de lavra exige uma prévia avaliação das condições geológicas, geotécnicas, sociais e ambientais, além de uma análise crítica dos custos envolvidos.

A escolha do método de lavra a céu aberto para a mina do Bloco 8 considerou tais premissas, objetivando:

- Permitir a manutenção das condições de estabilidade dos taludes durante toda a vida útil da mina;
- Ser suficientemente flexível para se adaptar às diversas condições geológicas e à infraestrutura disponível; e
- Assegurar a máxima recuperação de minério com mínima diluição, obtendo-se máxima produtividade e, conseqüente, redução do custo unitário e dos impactos causados ao meio ambiente.

Contribuíram fortemente para a escolha do método de lavra as características físicas do depósito, particularmente a pequena profundidade, a extensão e o tipo de capeamento e o pequeno ângulo de mergulho do corpo mineralizado (10° a 15°), o que gera baixa relação estéril/minério e fácil acesso ao corpo mineralizado.

A espessura do depósito e a sua forma também viabilizaram o uso de métodos altamente mecanizados, com adequado controle do teor e aplicação de normas usuais de segurança, já que permitiram projetar taludes com ângulo máximo de 38° e bermas com largura adequada e segura para a circulação dos caminhões fora de estrada e para a operação de carregadeiras e escavadeiras de grande porte. Esses fatores são importantes na medida em que, pelas características do minério (baixo teor em ferro), a operação da mina exigirá a movimentação anual de milhões de toneladas de material rochoso (minério + estéril).

Cabe destacar que a seleção do método de lavra também foi condicionada pelo teor do minério e sua distribuição espacial na jazida, tornando possível se obter várias reservas em função de diferentes teores de corte, sendo que a redução gradual do teor de corte promove o aumento das reservas. No caso da mina do Bloco 8, a maximização da reserva, feita por modelagem matemática, foi definida para um teor de corte de 14% de ferro no minério *in situ*.

No desenvolvimento de seu projeto de mineração, a SAM avaliou as características do maciço rochoso e camada superior de solos em relação à sua permeabilidade, deformabilidade, resistência e também a outros fatores que constituem a base geotécnica para a seleção do método de lavra. A avaliação geotécnica preliminar objetivou prever o comportamento do terreno quando as escavações forem executadas e como elas afetarão a estabilidade e desenho da mina, a segurança e a economicidade do projeto. Os dados geotécnicos foram obtidos a partir de testemunhos de sondagem geológica e geotécnica, com ampla análise da geologia estrutural e determinação das feições estruturais (falhas, fraturas, dobras, veios etc.) na área do depósito.

No entanto, ressalta-se que essa avaliação preliminar ainda não permite uma adequada confirmação de característica importante do maciço rochoso, qual seja, o seu estado de tensão *in situ* e sua estabilidade física. Como essa avaliação exige medições que não são passíveis de realização durante o estudo preliminar de viabilidade da mina e conseqüentemente antes de sua abertura efetiva, esse se constitui em um trabalho que deverá ter continuidade ao longo de toda a vida útil do empreendimento.

Considerando os critérios ambientais verificou-se, em uma primeira análise, que a lavra do depósito por método convencional a céu aberto resultaria, a princípio, em maiores impactos ambientais, provenientes principalmente da grande cava a ser gerada e do enorme volume de material (minério + estéril) a ser manuseado, o que poderia exigir a implantação de grandes estruturas para disposição de estéril e rejeito, com alteração significativa da topografia da região. Porém, o Projeto da SAM buscou solução alternativa de engenharia para minimizar tal impacto, que será operacionalizada pela disposição consorciada de estéril e rejeito pelo sistema de sequenciamento verde nas áreas já exauridas da cava, iniciando-se esse processo a partir do segundo ano de operação. Essa solução de engenharia também permitiu minimizar o tamanho da barragem de rejeitos e de pilha de estéril, estruturas essas que foram dimensionadas apenas para o primeiro ano de operação do empreendimento.

Finalmente, após terem sido feitas as considerações dos aspectos técnicos envolvidos no processo de seleção do método de lavra e na análise da estabilidade da mina, realizou-se a análise de critérios econômicos e financeiros, que apontaram a viabilidade da lavra e beneficiamento propostos pela SAM para a exploração da mina do Bloco 8.

### **3.3.5 - Frota de equipamentos**

#### **3.3.5.1 - Critérios para dimensionamento de frota**

O projeto da SAM, por sua grande dimensão, requer o uso de equipamentos de grande porte e alta produtividade, requerendo mão de obra especializada tanto para sua operação quanto manutenção. As seguintes operações unitárias de lavra foram usadas no dimensionamento da frota:

- Perfuração com perfuratrizes rotativas com diâmetro dos furos de 250 mm;
- Desmonte de 25% do estéril e 50% do minério com explosivos;
- Carregamento de minério e estéril, com escavadeiras hidráulicas de 40 m<sup>3</sup>;
- Transporte do minério em caminhões fora de estrada com capacidade de carga de 360 toneladas métricas até a instalação de britagem primária fixa;
- Distâncias de transporte fixas em 2,5 km para o estéril, por toda a vida útil da mina;
- Distâncias de transporte variáveis entre 4,5 km (ano 1) e 6,4 Km (ano 25) para o minério, entre a mina e a instalação fixa da britagem primária;
- Rendimentos operacionais de 85% tanto para as disponibilidades mecânicas das escavadeiras e caminhões quanto suas respectivas utilizações.

### 3.3.5.2 - Equipamentos de lavra

O Quadro 3.16 apresenta os equipamentos principais adotados para efeito de estimativas de custos de investimento e operacionais, assim como suas respectivas aplicações previstas nas operações de lavra.

**QUADRO 3.16 - Equipamentos de lavra especificados**

Equipamento	Marca / Modelo	Aplicação
Escavadeira hidráulica de 40 m <sup>3</sup>	Hitachi EX 8000	Carregamento de minério e estéril
Caminhão fora de estrada 360 t	CAT 797F	Transporte de minério e estéril
Trator de esteira de 100 t	CAT D11T	Manuseio de estéril
Trator de esteira de 65 t	CAT D10T	Abertura de rampas e acessos
Trator de esteira de 40 t	CAT D8T	Serviços auxiliares
Trator sobre pneus 98 t	CAT 854K	Serviços auxiliares
Trator sobre pneus 47 t	CAT 834H	Serviços auxiliares
Carregadeira sobre pneus de 40 m <sup>3</sup>	Le Torneau L-2350	Carregamento de minério e estéril
Carregadeira sobre pneus de 6 m <sup>3</sup>	CAT 988F	Serviços auxiliares
Perfuratriz rotativa de 250 mm	Atlas Copco DML	Perfuração de minério e estéril
Perfuratriz de 152 mm	Atlas Copco ROC L8	Amostragem de minério
Motoniveladora de 65 t	CAT 24M	Manutenção de acessos fora de estrada
Motoniveladora de 27 t	CAT 16M	Manutenção de acessos secundários
Escavadeira hidráulica de 6 m <sup>3</sup>	O&K RH-40E	Serviços auxiliares
Caminhão 6 x 4	Scania P-420	Serviços auxiliares
Caminhão plataforma 150 t	Não definido	Transporte de equipamentos
Guindaste	Não definido	Manutenção de equipamentos pesados
Caminhão de explosivos	Não definido	Detonação
Caminhão pipa de 50.000 litros	Não definido	Aspersão de pistas

*Continuação*

Equipamento	Marca / Modelo	Aplicação
Caminhão de lubrificação	Não definido	Manutenção de equipamentos (campo)
Veículos leves 4 x 4	Não definido	Gerência e controle

Fonte: Golder Associates / SAM

**3.3.6 - Dados operacionais dos equipamentos considerados****3.3.6.1 - Escavadeiras Hidráulicas Principais**

Escavadeira com caçamba de 40 m<sup>3</sup> de capacidade e motor diesel de 3.880 hp (2.910 kW), pesando 780t, com vida útil estimada de 60.000 horas. Rendimento de projeto de 72,3%, com disponibilidade mecânica de 85% das horas e utilização de 85% dessa disponibilidade. Regime de trabalho previsto de 17,3 h/dia ou 6.329 h/ano.

**3.3.6.2 - Caminhões fora de estrada**

Caminhões fora de estrada com capacidade de 360 t (267 m<sup>3</sup>), motor a diesel, potência de 3.793 hp (2.845 kW), com vida útil estimada de 60.000 horas. Rendimento de projeto de 72,3%, com disponibilidade mecânica de 85% das horas e utilização de 85% dessa disponibilidade. Regime de trabalho previsto de 17,3 h/dia ou 6.329 h/ano.

**3.3.6.3 - Perfuratrizes**

Perfuratriz rotativa para furos de 250 mm de diâmetro, 540 HP de potência, vida útil de 100.000 horas, disponibilidade mecânica de 85%, utilização de 85%, com rendimento total de 72,3% e regime de trabalho de 3.285 horas úteis por ano.

Perfuratriz de amostragem para furos de 152 mm de diâmetro, 440 HP de potência, vida útil de 30.000 horas, disponibilidade mecânica de 85%, utilização de 85%, com rendimento total de 72,3% e 3.285 horas úteis em regime de trabalho por ano.

**3.3.6.4 - Equipamentos Auxiliares**

Os seguintes equipamentos auxiliares são considerados na operação da lavra:

- Carregadeira de pneus com capacidade de 40 m<sup>3</sup>, peso bruto de 265 kg, 2.330 HP de potência, vida útil de 50.000 horas, com regime de trabalho de 6.329 h/ano;
- Carregadeira de pneus com capacidade de 6 m<sup>3</sup>, peso bruto de 50 t, 550 HP de potência, vida útil de 30.000 horas, com regime de trabalho de 4.219 h/ano;
- Escavadeira hidráulica com capacidade de 4,5 m<sup>3</sup>, peso bruto de 70 t, 700 HP de potência, vida útil de 35.000 horas, com regime de trabalho de 4.219 h/ano;
- Trator de esteira, peso bruto de 100 t, 850 HP de potência, vida útil de 40.000 horas, com regime de trabalho de 4.219 h/ano;

- Trator de esteira, peso bruto de 65 t, 520 HP de potência, vida útil de 35.000 horas, com regime de trabalho de 4.219 h/ano;
- Trator de esteira, peso bruto de 40 t, 350 HP de potência, vida útil de 30.000 horas, com regime de trabalho de 4.219 h/ano;
- Trator de pneus, peso bruto de 98 t, 890 HP de potência, vida útil de 35.000 horas, com regime de trabalho de 4.219 h/ano;
- Trator de pneus, peso bruto de 47 t, 550 HP de potência, vida útil de 30.000 horas, com regime de trabalho de 4.219 h/ano;
- Motoniveladora, peso bruto de 656 t, 520 HP de potência, vida útil de 45.000 horas, com regime de trabalho de 4.219 h/ano;
- Motoniveladora, peso bruto de 656 t, 520 HP de potência, vida útil de 45.000 horas, com regime de trabalho de 4.219 h/ano;
- Motoniveladora, peso bruto de 27 t, 300 HP de potência, vida útil de 45.000 horas, com regime de trabalho de 4.219 h/ano;
- Caminhão de explosivos, 250 HP de potência, vida útil de 15.000 horas, com regime de trabalho de 4.219 h/ano;
- Caminhão pipa, 400 HP de potência, vida útil de 15.000 horas, com regime de trabalho de 6.329 h/ano;
- Caminhão comboio, 250 HP de potência, vida útil de 15.000 horas, com regime de trabalho de 4.219 h/ano.

### 3.3.6.5 - Frota de equipamentos para operação da mina

Com base no plano de produção adotado e nos dados técnicos e operacionais dos equipamentos selecionados foi estimada a frota de equipamentos de lavra necessária para a operação da mina.

A produtividade das escavadeiras foi estimada com base na capacidade da caçamba, tipos de material (minério e estéril) e ciclos operacionais compatíveis com este tipo de equipamento. Essa produtividade está estimada em 4.000 t/hora para minério e 3.400 t/hora para estéril.

A produtividade dos caminhões fora de estrada de 360 t dependerá do tipo de material a ser transportado e, principalmente, das distâncias de transporte. Para o transporte de estéril foi adotada uma distância de transporte fixa de 2.500 metros, considerando o método de lavra com disposição sistemática de estéril em recuo em áreas já lavradas. Para este material a produtividade está estimada em 1.290 t/hora.

A distância de transporte do minério será variável em função do avanço das frentes de lavra. A distância mínima será de 4.500 metros e a máxima de 6.400 metros. Em função dessa distância, a produtividade dos caminhões será, inicialmente, de 1.090 t/hora, e decrescerá, gradativamente, até o mínimo de 760 t/hora.

A composição da frota de escavadeiras de 40 m<sup>3</sup> e de caminhões de 360 t a ser mobilizada para a lavra da mina terá crescimento gradativo ao longo dos anos, atingindo as seguintes quantidades máximas:



- Escavadeiras de 40 m<sup>3</sup>: frota final de 11 unidades, sendo 5 para minério e 5 para estéril;
- Caminhões fora de estrada de 360 t: frota final de 42 unidades, sendo 25 para transporte de minério e 17 para estéril.

A frota de perfuratrizes a ser utilizada ao longo da vida da mina será constante, composta por três perfuratrizes rotativas de 250 mm para perfuração e desmonte de estéril e minério e por duas perfuratrizes de 152 mm para furos de amostragem de minério.

Serão utilizadas carregadeiras sobre pneus e escavadeiras hidráulicas de menor porte para a realização de operações de remoção de material na construção de acessos e outros serviços auxiliares. Este tipo de equipamento irá carregar caminhões rodoviários do tipo 6x4 com capacidade de carga de 35 t. Essa frota, no pico de produção, terá a seguinte composição:

- Carregadeiras sobre pneus 40 m<sup>3</sup>: 2 unidades
- Carregadeiras sobre pneus 6 m<sup>3</sup>: 1 unidade
- Escavadeira 6 m<sup>3</sup>: 1 unidade
- Caminhões 6 x 4: 2 unidades

Também será necessária a operação de uma frota de tratores de esteiras e sobre pneus para auxiliar as operações nas frentes de lavra e, ainda, as operações de espalhamento e reconformação nas áreas de disposição de estéril (sequenciamento verde). Essa frota atingirá gradativamente a seguinte composição máxima:

- Trator de esteira 100 t: 13 unidades
- Trator de esteira 65 t: 3 unidades
- Trator de esteira 40 t: 1 unidade
- Trator sobre pneus 98 t: 1 unidade
- Trator sobre pneus 27 t: 1 unidade

Os demais equipamentos auxiliares a serem utilizados nas operações da mina incluem, ainda, três motoniveladoras de 65 t, uma motoniveladora de 27 t, um caminhão misturador de explosivos (mistura e bombeamento de ANFO), 4 caminhões pipa, quatro caminhões comboios de lubrificação e 16 veículos leves.

### 3.3.7 - Sistemas operacionais auxiliares

#### 3.3.7.1 - Sistema de drenagem da cava

Na cava do Bloco 8 o escoamento superficial de águas proveniente dos taludes e bermas será conduzido a tanques de captação (usualmente conhecidos como *sumps*) por meio de canaletas a serem construídas nas vias de acesso, na junção da berma com o talude.

Com a finalidade de facilitar o escoamento das águas pluviais, as plataformas das bancadas de lavra serão projetadas com uma ligeira inclinação, de 1º a 3º, para dentro, e outra pequena declividade, em torno de 2º, em direção ao acesso lateral. Dessa forma, as águas de um banco se juntarão àquelas do banco subjacente, através de um dreno aberto lateralmente, até alcançar os *sumps* intermediários e, a partir destes, atingir o patamar mais baixo da mina, onde estará o *sump* final.

No projeto de engenharia da cava serão definidos os *sumps* e suas posições estratégicas, de forma a permitir o desaguamento otimizado em termos de energia. O último *sump* será localizado no fundo da cava e contemplará a altura manométrica máxima, sendo a água daí bombeada para a barragem de rejeitos do primeiro ano, situada a noroeste da cava, na cabeceira do córrego Mundo Novo.

O volume de armazenamento dos *sumps* será determinado para eventos de precipitação com recorrência de 1.000 anos, o que implicará em risco de interferências no processo extrativo da ordem de 0,1% em cada ano hidrológico.

Em sua parte externa e superior, se necessário, a cava será circundada por um sistema de canaletas que terá função de captação de águas pluviais e de outras contribuições externas, para evitar qualquer descida eventual de escoamento superficial pelos taludes.

À medida que a operação de lavra se desenvolver e a configuração da cava se estabelecer, o fundo e/ou as bermas da escavação acabarão por interceptar o nível do lençol freático. Quando isto acontecer, passará a existir um escoamento maior de água subterrânea para o interior da cava. O modelo hidrogeológico, a ser oportunamente otimizado, permitirá definir se o desaguamento subterrâneo na área da cava será incipiente, ou não. Possivelmente, fora da estação chuvosa, o desaguamento poderá ser drenado para o sistema de *sumps*, estando sujeito ao bombeamento de retorno, e também ficando associado a processos de evaporação.

No período de chuvas, por motivos operacionais e de segurança, não se deverá esperar que a água subterrânea flua para o interior da cava para depois retirá-la. Buscando-se evitar esta situação, poços e/ou drenos estrategicamente posicionados deverão interceptar essa água subterrânea antes que ela chegue à cava, transferindo-a para fora de sua área de influência, de modo a evitar a sua reinfiltração e o retorno para a cava.

A água bombeada dos *sumps* da cava e/ou dos poços de rebaixamento do lençol freático deverá ser armazenada na barragem do Córrego Mundo Novo, com retorno ao processo de beneficiamento. Também poderá ser utilizada para aspersão das vias não pavimentadas (na cava e na área industrial) para controle de emissão de particulados, ou outros usos não humanos, salvo se previamente tratada.

Eventuais excessos de água retomada do lençol freático, nos períodos chuvosos, serão destinados ao sistema hídrico local, de forma ambientalmente controlada para que se mantenha nos padrões de qualidade exigidos pela legislação vigente.

### **3.3.7.2 - Sistema de geração e distribuição de ar comprimido**

Não há previsão de uso de ar comprimido para as operações da mina.

### **3.3.7.3 - Sistema de distribuição de energia elétrica**

Nas atividades de mineração, o uso de energia elétrica ficará restrito à iluminação das áreas de trabalho e sinalização noturna de segurança, e será provida por rede interna alimentada pela subestação geral do projeto.

### **3.3.7.4 - Sistema de manutenção de máquinas e veículos**

As informações sobre os sistemas de manutenção de máquinas e veículos podem ser encontradas no item 3.3.3.8 deste capítulo do EIA. O sistema contará com uma oficina de manutenção eletromecânica centralizada e com manutenção de equipamentos em campo, esta suportada por caminhão comboio de lubrificação especialmente adaptado.

### **3.3.7.5 - Sistema de sinalização de segurança**

Para segurança de circulação de veículos e equipamentos pesados pelas estradas, bermas e acessos da cava do Bloco 8 do Projeto Vale do Rio Pardo, deverão ser adotadas diversas medidas de segurança, tais como:

- Treinamento e qualificação da mão de obra;
- Leira de proteção da lateral externa dos acessos;
- Proteção das cristas dos bancos em lavra;
- Rampas invertidas de proteção;
- Procedimentos de sinalização educativa e de segurança abrangendo:
  - Vias de acesso;
  - Áreas de detonações;
  - Áreas em processo de reabilitação;

- Educação pessoal e orientação junto a sanitários;
- Áreas e atividades de manutenção e abastecimento de combustível em campo, e nas oficinas eletromecânicas;
- Em pontos de monitoramento ambiental ou de controle operacional;
- Nos locais com redes e instalações de energia elétrica;
- Nas frentes de desenvolvimento e lavra da mina.

A segurança de mina também contemplará procedimentos adequados para armazenamento, transporte e manuseio e uso de explosivos e de acessórios de tiro, o uso correto e contínuo dos equipamentos de proteção individuais - EPI - pelos trabalhadores no desenvolvimento de suas funções, onde for exigido, e o Plano de Salvamento e Resgate de trabalhadores vítimas de acidentes do trabalho.

A comunicação interna será feita através de sistema de rádios, com os principais trabalhadores portando uma unidade com recarga de baterias no período de descanso. Os veículos leves e pesados também serão dotados de sistemas de comunicação.

### **3.3.8 - Deposição de estéril na mina do Bloco 8**

No primeiro ano de operação o estéril da mina será destinado a uma pilha localizada na borda sul da barragem de rejeitos, e no limite oeste da cava da mina.

A partir do segundo ano de operação o estéril será depositado na cava já lavrada, pelo sistema de sequenciamento verde.

#### **3.3.8.1 - Localização e características das áreas de disposição de estéril**

A pilha de estéril para o primeiro ano de operação do empreendimento será construída em terreno natural na borda da área destinada à barragem de rejeitos e drenando para esta. Ocupará uma área aproximada de 475.000 m<sup>2</sup> e terá capacidade de estocagem de 14,3 milhões de metros cúbicos de rocha. Será conformada, inicialmente, em platô na meia encosta e depois em pilha, com taludes de 10 metros de altura e bermas de 15 metros de largura, observando ângulo de talude médio equivalente à relação de 2,5H x 1,0V. Em sua elevação final atingirá a cota de 880 metros acima do nível do mar. A localização da pilha de estéril para o primeiro ano de operação pode ser vista no Plano Diretor inserido no Anexo 1.

#### **3.3.8.2 - Disposição de estéril no sistema de sequenciamento verde**

A disposição de estéril no sistema de sequenciamento verde foi descrita conjuntamente com o sequenciamento de lavra, no item 3.3.3.5 e correspondentes figuras ilustrativas.

### 3.3.8.3 - Alternativas técnicas e locais para disposição de estéril

Adotada como diretriz básica de engenharia, a acomodação do layout do empreendimento no interior da área do direito mineral limita as possibilidades de estudos mais detalhados de alternativas locais para as diversas estruturas, que foram desenhadas com base nas condições topográficas do terreno, nos limites da futura cava e atendendo, essencialmente, ao critério de minimização das distâncias de transporte.

Considera-se, contudo, que a disposição consorciada de material estéril e rejeitos demonstra por si só ser a alternativa local de menor impacto ambiental, quando comparada a projetos convencionais de disposição desses materiais em pilhas e barragens.

### 3.3.8.4 - Transporte e disposição de estéril - Geometria dos taludes e bermas

O transporte de estéril entre a mina e a pilha, no primeiro ano de produção, como já informado anteriormente, será realizado por caminhões fora de estrada de 360 toneladas de capacidade, e a conformação no local de empilhamento será feita com auxílio de trator de esteira. A pilha será conformada, inicialmente, em platô na meia encosta do vale do córrego Mundo Novo, que também será barrado para disposição de rejeitos. Depois, sobre este platô, será desenvolvida a pilha propriamente dita, com taludes de 10 m de altura e bermas de 15 m de largura, mantido o ângulo médio de talude na relação 2,5H x 1,0V (24°).

A partir do segundo ano a disposição de estéril ocorrerá pelo sistema de sequenciamento verde, em cava exaurida da mina do Bloco 8, como já descrito no item 3.3.8.2.

### 3.3.8.5 - Diretrizes de engenharia para geometria e estabilidade da pilha de estéril

Para atender à necessidade de disposição de estéril no primeiro ano de produção, estimada em 14,3 milhões de metros cúbicos de rocha, a pilha projetada terá atestada a sua segurança por meio da realização de análise de estabilidade para as seções críticas das pilhas. Os estudos de estabilidade serão desenvolvidos de acordo com as recomendações apresentadas na norma NBR 13.029/06 e executadas com auxílio do *software Slide 5.035 da Rocscience Inc. Toronto - Canadá*, ou similar, utilizando o método de equilíbrio limite de Bishop e adoção do critério de ruptura de Mohr-Coulomb.

Para definição das seções críticas serão consideradas as condições geométricas, hidrogeológicas e as características da fundação da pilha, incluindo aquelas de seções de maior altura e inclinação que englobam as condições geotécnicas mais desfavoráveis do ponto de vista da estabilidade. Serão utilizados dois cenários de saturação para cada seção estabelecida, a saber:

- Condição de Superfície Freática Normal (SFN), que correspondente ao nível freático no contato fundação/estéril, ou seja, drenagem interna em pleno funcionamento;
- Condição de Superfície Freática Crítica (SFC), que corresponde ao nível freático no interior do estéril, ou seja, condição hipotética de eventual saturação da pilha, simulando falha na drenagem interna.

Quanto à determinação dos fatores de segurança da pilha, serão consideradas as seguintes premissas:

- Ruptura global do talude do tipo circular;
- Materiais isotrópicos e homogêneos;
- Condição de Superfície Freática Normal (SFN): Fator de segurança mínimo de 1,50;
- Condição de Superfície Freática Crítica (SFC): Fator de segurança mínimo de 1,30.

A condição de Superfície Freática Crítica (SFC) representa uma elevação excessiva do nível d'água que poderá acontecer por deficiência no sistema de drenagem interna e também por influência do aumento da poro-pressão, por consequência da deposição de estéril.

Os parâmetros de resistência ( $c'$  = coesão efetiva e  $\phi'$  = ângulo de atrito efetivo) e o peso específico ( $\gamma$ ) dos materiais envolvidos nas análises de estabilidade deverão ser adotados seguindo a experiência técnica em projetos similares de mineração e considerando-se as especificidades e características dos materiais rochosos da jazida. Esses valores deverão ser aferidos na próxima fase do projeto, quando se dispuser de resultados de ensaios e da caracterização geotécnica dos materiais e for detalhado o projeto de engenharia da pilha.

Estudos similares, específicos, também serão realizados para a disposição de estéril pelo sistema de sequenciamento verde no interior da cava já lavrada.

### **3.3.8.6 - Sistemas de drenagem, controle e monitoramento de efluentes líquidos**

Para a drenagem interna da pilha de estéril serão instalados drenos de fundo com o objetivo de canalizar e conduzir, de forma controlada, as águas existentes no contato pilha/fundação.

O sistema de drenagem superficial terá por objetivo coletar as águas pluviais e de uso na aspersão para controle de poeiras, provenientes do escoamento superficial da pilha, e conduzi-las, de forma ordenada, até o interior do reservatório da barragem de rejeitos, para posterior reuso. O sistema contará, basicamente, com as seguintes estruturas:

- Canaletas de água sobre as bermas da pilha, cuja função hidráulica será de conduzir os escoamentos superficiais até as descidas de água;
- Descidas de água, responsáveis por coletar os escoamentos provenientes das bermas, destinando-os aos canais periféricos;

- Canais periféricos, tendo como objetivo coletar o escoamento proveniente das descidas de água e áreas adjacentes, descartando-os juntos ao reservatório da barragem de rejeitos;
- Bacias de dissipação, para evitar a ocorrência de processos erosivos, caso sejam necessárias.

Como os sistemas de drenagem de fundo e superficial da pilha de estéril encaminharão os efluentes para o reservatório da barragem de rejeitos, não se prevê a realização de monitoramento sistemático da qualidade desses efluentes.

Os detalhes dos sistemas de drenos de fundo e superficiais serão definidos em projetos de engenharia. Maiores detalhes serão apresentados no Plano Básico de Controle Ambiental - PBA, que instruirá a solicitação de Licença de Implantação para o empreendimento.

#### **3.3.8.7 - Sistemas de controle e monitoramento de emissões atmosféricas**

Durante a fase operacional, o controle de emissões de poeiras na pilha de estéril e nas atividades do sequenciamento verde será realizado com aspersão sistemática de água e manutenção da umidade ideal das mesmas. Esse controle será complementado pelo imediato recobrimento com solo e revegetação das áreas que forem atingindo a conformação final.

#### **3.3.8.8 - Reabilitação ambiental das pilhas de estéril**

Os procedimentos e diretrizes técnicas para a reabilitação ambiental da pilha de estéril e das células do sequenciamento verde serão apresentados, em detalhes, no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, que será desenvolvido e apresentado no Plano Básico Ambiental (PBA), por ocasião da solicitação da Licença de Implantação do empreendimento.

#### **3.3.9 - Estocagem de minério no Bloco 8**

Há previsão de estocagem temporária de minério ROM previamente ao final do processo de britagem, conforme descrito com maior detalhe nos capítulos próprios da planta de beneficiamento, para eventual uso na alimentação da britagem primária em caso de falta ou sobrecarga de minério e em casos de parada eventual da mina.

A retomada dessa pilha para alimentação das moegas deverá ser feita por pá carregadeira. Recebendo o produto da britagem primária haverá uma pilha-pulmão cônica de uso contínuo e, posteriormente, duas pilhas de homogeneização de uso contínuo que alimentarão o processo de beneficiamento por meio de transportadores de correia. A alimentação do processo de beneficiamento, em situação especial, poderá ser feita diretamente da pilha-pulmão.

A pilha de ROM antes da britagem terá capacidade de 30.000 toneladas. A pilha-pulmão de minério britado, localizada imediatamente após a britagem primária, terá capacidade de estocagem de 320.000 t, suficiente para 8 horas de operação, sendo a alimentação do processo de beneficiamento feita por meio de transportadores de correia.

Além dessas estruturas temporárias, está previsto a existência de um pátio de homogeneização de minério britado com duas pilhas com capacidade de estocagem de 500.000 toneladas cada, ou aproximadamente, um dia e meio de alimentação da usina. No pátio irá operar uma empilhadeira com lança móvel e basculável e uma recuperadora do tipo ponte com roda de caçamba. O sistema de empilhamento permitirá que o minério britado possa ser empilhado ou alimentar diretamente a usina.

### **3.3.9.1 - Localização e características das áreas de estocagem de minério**

A localização das áreas de estocagem/retomada de minério de ferro para alimentação da planta de beneficiamento pode ser vista no mapa do Plano Diretor do empreendimento, inserido no Anexo 1 deste EIA. Devido ao fato de que essas pilhas necessitam ser instaladas imediatamente adjacentes às estruturas de retomada, não foram consideradas alternativas locacionais para as mesmas.

### **3.3.9.2 - Disposição de minério - Geometria dos taludes e bermas**

As pequenas pilhas de emergência para alimentação das moegas da britagem primária serão conformadas em camada única, com cerca de 15 metros de altura, por despejo direto dos caminhões fora de estrada e com acerto por trator de esteiras. A retomada será feita com carregadeiras. O ângulo de talude de 38° será naturalmente conformado.

As pilhas-pulmão de minério britado serão conformadas naturalmente, em formato cônico, por alimentação aérea e central a partir de transportador de correia. Como tal, não exigem estudos específicos para definição de taludes e bermas e nem para definição da geometria e estabilidade.

### **3.3.9.3 - Diretrizes de engenharia para geometria e estabilidade das pilhas de minério**

A estabilidade das pilhas de minério nas pilhas de alimentação das moegas da britagem e as quatro pilhas-pulmão estará assegurada pelo ângulo natural de repouso, que deverá ser próximo a 38°.



### 3.3.9.4 - Reabilitação ambiental

Durante a fase operacional não haverá reabilitação ambiental de áreas ocupadas com pilhas de minério. Ao final da vida útil do Projeto Vale do Rio Pardo, essas áreas serão recuperadas na conformidade do que for definido para seu uso futuro. Assim, os procedimentos e diretrizes técnicas para a reabilitação ambiental das áreas ocupadas pelas pilhas de minério serão apresentados, em detalhes, no Plano de Fechamento da Mina e no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, que serão desenvolvidos e apresentados no Plano Básico Ambiental (PBA), por ocasião da solicitação da Licença de Instalação do empreendimento.

### 3.3.10 - Contingente de mão de obra

A mão de obra na fase de implantação do empreendimento que envolve o início das atividades do complexo minerário e adutora será composta por aproximadamente 6.146 trabalhadores. As atividades serão as mais diversas como terraplanagem, construção civil, montagem eletromecânica, administrativo, segurança, limpeza e entre outras.

O quadro de mão de obra para a fase de operação da mina foi dimensionado com base na frota selecionada e nos trabalhos de gerenciamento, planejamento e controle de lavra a serem realizados. No dimensionamento da mão de obra de operação e manutenção foi considerado um regime de 365 dias, operando em 3 turnos de 8 horas cada um, gerando a necessidade de mobilização de 4 equipes.

O Quadro 3.17 mostra o resumo ano a ano da mão de obra ao longo da vida útil do empreendimento.

**QUADRO 3.17 - Resumo do quadro de mão de obra da mina (Bloco 8)**

Ano	Administração e controle	Operação da mina	Oficina centralizada	Manutenção de campo	Mão de obra total
1	43	170	63	53	329
2	43	234	72	53	402
3	43	214	62	42	361
4	43	271	74	50	438
5	43	271	74	50	438
6	43	274	74	50	441
7	43	281	76	50	450
8	43	294	78	50	465
9	43	304	79	50	476
10	43	307	79	50	479
11	43	324	82	53	502
12	43	341	84	53	521
13	43	354	85	53	535
14	43	367	89	53	552
15	43	394	104	45	586
16	43	398	106	45	592

Continuação

Ano	Administração e controle	Operação da mina	Oficina centralizada	Manutenção de campo	Mão de obra total
17	43	384	103	45	575
18	43	418	99	45	605
19	43	418	108	45	614
20	43	418	108	45	614
21	43	418	108	45	614
22	43	418	108	45	614
23	43	418	108	45	614
24	43	418	108	45	614
25	43	418	108	45	614

Fonte: Golder Associates / SAM

### 3.3.11 - Investimentos na mina (CAPEX)

#### 3.3.11.1 - Custo Unitário dos Equipamentos

O custo unitário de aquisição de cada equipamento foi estimado com base em índices e banco de dados da Golder Associates, empresa de engenharia que desenvolveu o projeto da lavra. Não foram feitas cotações de preço junto a fornecedores. Na fase de efetiva compra todos os preços deverão ser confirmados por cotações junto a fornecedores e poderão ocorrer mudanças de valores em função de momento de mercado e de outros fatores que influenciem o preço de cada tipo de equipamento indicado para a operação da mina. Foi considerada a completa isenção de impostos na importação dos equipamentos, o que também deverá ser confirmado de acordo com os programas de incentivo fiscal vigentes no momento da aquisição e com as características específicas dos equipamentos.

O Quadro 3.18 mostra a estimativa de preços unitários de cada equipamento selecionado, considerando o preço FOB e adicionando-se, aos mesmos, as estimativas de custos, frete, seguro, montagem e lote inicial de peças de reposição.

**QUADRO 3.18 - Estimativa de Preço Unitário dos equipamentos (em US\$ 000)**

Equipamento	Preço FOB	Frete		Seguro		Montagem		Lote de peças		Valor total
		%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	
Escavadeira 40 m <sup>3</sup>	13.500,00	2	270,00	2	270,00	15	2.025,00	10	1.350,00	17.415,00
Caminhão 360t	6.300,00	2	126,00	2	126,00	5	315,00	10	630,00	7.497,00
Trator esteira 100t	4.720,00	2	94,40	2	94,40	5	236,00	15	708,00	5.852,80
Trator esteira 65t	2.150,00	2	43,00	2	43,00	5	107,50	15	322,50	2.666,00
Trator esteira 40t	850,00	2	17,00	2	17,00	5	42,50	15	127,50	1.054,00

Continuação

Equipamento	Preço FOB	Frete		Seguro		Montagem		Lote de peças		Valor total
		%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	
Trator pneus 98t	1.430,00	2	28,60	2	28,60	5	71,50	15	214,50	1.773,20
Trator pneus 47t	850,00	2	17,00	2	17,00	5	42,50	15	127,50	1.054,00
Carregadeira pneus	1.450,00	2	29,00	2	29,00	5	72,50	15	217,50	1.798,00
Perfuratriz 250 mm	1.600,00	2	32,00	2	32,00	10	160,00	15	240,00	2.064,00
Perfuratriz 152 mm	750,00	2	15,00	2	15,00	5	37,50	15	112,50	930,00
Motoniveladora 65t	2.050,00	2	41,00	2	41,00	5	102,50	15	307,50	2.542,00
Motoniveladora 27t	550,00	2	11,00	2	11,00	5	27,50	15	82,50	682,00
Escavadeira 6m <sup>3</sup>	1.850,00	2	37,00	2	37,00	5	92,50	15	277,50	2.294,00
Caminhão 6 x 4	350,00	2	7,00	2	7,00	5	17,50	15	52,50	434,00
Caminhão explosivo	180,00	2	3,60	2	3,60	5	9,00	15	27,00	223,20
Caminhão pipa	250,00	2	5,00	2	5,00	5	12,50	15	37,50	310,00
Caminhão comboio	180,00	2	3,60	2	3,60	5	9,00	15	27,00	223,20
Veículo leve 4 x 4	65,00	-	-	-	-	-	-	-	-	65,00

Fonte: Golder Associates / SAM

### 3.3.11.2 - Estimativa de Investimento na mina (CAPEX)

O investimento foi estimado com base na frota a ser mobilizada e nos custos unitários adotados. Os custos de reposição (sustaining Capex) foram estimados com base na vida útil do equipamento mobilizado.

O custo de fechamento da mina foi estimado como 8% do investimento total, a ser desembolsado em dois anos após o encerramento. Foi considerada uma previsão de verba de contingência de 15%.

O Quadro 3.19 mostra o resumo da estimativa de investimento total a ser realizado na mina (Bloco 8).

#### QUADRO 3.19 - Resumo de Investimento - Capex da Mina

Item do investimento	Valor (US\$ 000)	Valor R\$ 000 (1)
Escavadeiras	78.879,71	134.095,50
Caminhões fora de estrada	129.036,60	219.362,22
Equipamentos auxiliares	116.642,86	198.292,86
Drenagem da mina	3,62	6,16
<b>Total de equipamentos</b>	<b>324.562,79</b>	<b>551.756,74</b>

Continuação

Item do investimento	Valor (US\$ 000)	Valor R\$ 000 (1)
Fechamento da mina	86.066,71	146.313,40
<b>Total da mina</b>	<b>410.629,50</b>	<b>698.070,14</b>
US\$ 1,00 = R\$ 1,70		

Fonte: Golder Associates / SAM

### 3.3.12 - Custos operacionais da mina (OPEX)

O custo operacional (OPEX) das operações de lavra foi estimado considerando as parcelas de custos de:

- Combustível;
- Pneus;
- Energia elétrica;
- Lubrificantes;
- Manutenção do equipamento;
- Mão de obra.

#### 3.3.12.1 - Custos unitários

Os custos horários de cada equipamento foram estimados com base nos custos unitários de diesel, lubrificantes, pneus e manutenção.

##### 3.3.12.1.1 - Combustível

O consumo total de diesel será importante item de custo. As quantidades envolvidas irão demandar uma estrutura de estocagem e distribuição interna bem dimensionada e eficiente. O Quadro 3.20 mostra a estimativa de consumo total de óleo diesel na mina.

**QUADRO 3.20 - Estimativa Consumo Total Diesel**

Consumo de diesel	Mínimo	Máximo	Médio
Litros / ano	38.753.027	148.676.344	88.415.941
Litros / mês	3.329.419	12.389.695	7.367.995
Litros / dia	106.173	407.332	242.235
Litros / hora	4.424	16.972	10.093

Fonte: Golder Associates / SAM

O consumo horário de diesel de cada equipamento foi estimado com base na potência dos motores e no tipo de operação. O Quadro 3.21 mostra o consumo de diesel por equipamento:

### QUADRO 3.21 - Consumo de Diesel por Equipamento

Equipamento	Potência		Consumo de diesel	
	hp	kW	l/h/kw	l/h
Escavadeira de 40 m <sup>3</sup>	3.880	2.910	0,200	582,0
Caminhão fora de estrada de 360 t	3.793	2.845	0,072	205,0
Carregadeira sobre pneus 40 m <sup>3</sup>	2.300	1.725	0,190	327,8
Carregadeira sobre pneus 6 m <sup>3</sup>	550	413	0,190	78,4
Trator de esteira 100 t	850	638	0,200	127,5
Trator de esteira 65 t	520	390	0,200	78,0
Trator de esteira 40 t	350	263	0,200	52,5
Trator sobre pneus 98 t	890	668	0,200	133,5
Trator sobre pneus 47 t	890	668	0,200	82,5
Escavadeira 6 m <sup>3</sup>	700	525	0,200	78,8
Caminhão 6 x 4	400	300	0,075	22,5
Motoniveladora 65 t	520	390	0,150	58,5
Motoniveladora 27 t	300	225	0,150	33,8
Caminhão de explosivo	250	188	0,075	14,1
Caminhão pipa	400	300	0,100	30,0
Caminhão comboio	250	188	0,075	14,1

Fonte: Golder Associates / SAM

#### 3.3.12.1.2 - Pneus

Outro relevante item que influencia o custo operacional é a estimativa da vida útil dos pneus dos diversos equipamentos selecionados, conforme apresentado no Quadro 3.22 a seguir.

### QUADRO 3.22 - Estimativa de Vida Útil de Pneus

Equipamento	Vida útil dos pneus (horas)
Carregadeira sobre pneus de 40 m <sup>3</sup>	4.000
Caminhões fora de estrada de 360 t	5.500
Caminhão 6 x 4	4.000
Trator sobre pneus 98 t	5.500
Trator sobre pneus 47 t	5.500
Carregadeira sobre pneus 6 m <sup>3</sup>	4.500
Motoniveladora 65 t	5.500
Motoniveladora 27 t	5.500
Caminhão plataforma 150 t	8.000
Guindaste 50 t	8.000

Continuação

Equipamento	Vida útil dos pneus (horas)
Caminhão de explosivo	5.500
Caminhão pipa	5.500
Caminhão comboio	5.500
Veículo leve	2.500

Fonte: Golder Associates / SAM

### 3.3.12.1.3 - Lubrificantes

O custo de lubrificantes foi estimado como sendo 3% do custo de diesel. O Quadro 3.23 mostra os custos horários adotados por tipo de equipamento.

**QUADRO 3.23 - Custo Horário do Equipamento**

Equipamento	Custo horário (US\$ / hora)				
	Diesel	Lubrificante	Pneus	Manutenção	Total
Escavadeira Hidráulica 40 m <sup>3</sup>	568,26	17,05	-	533,25	1.118,56
Caminhão 360 t	200,16	6,00	47,45	119,45	373,07
Carregadeira pneus 40 m <sup>3</sup>	320,01	9,60	35,00	82,03	446,65
Carregadeira pneus 6 m <sup>3</sup>	76,52	2,30	7,11	32,23	118,16
Trator de esteira 100 t	124,49	3,73	-	67,94	196,16
Trator de esteira 65 t	76,16	2,28	-	67,78	146,23
Trator de esteira 40 t	51,26	1,54	-	32,23	85,03
Trator pneus 98 t	130,35	3,91	13,09	68,73	216,08
Trator pneus 47 t	80,55	2,42	5,82	32,23	121,02
Escavadeira 6,0 m <sup>3</sup>	76,89	2,31	-	37,92	117,12
Caminhão 6x4 de 35 t	21,97	0,66	15,00	9,48	47,11
Motoniveladora 65 t	57,12	1,71	13,09	77,74	149,66
Motoniveladora 27 t	32,95	0,99	6,55	20,86	61,34
Caminhão explosivo	36,61	1,10	2,73	6,40	46,84
Caminhão pipa	58,58	1,76	4,36	5,93	70,63
Caminhão comboio	36,61	1,10	2,73	6,40	46,84

Fonte: Golder Associates / SAM

### 3.3.12.1.4 - Energia Elétrica

O consumo de energia elétrica foi estimado considerando a operação de bombas de drenagem da cava acionadas por motores elétricos. Foi estimada uma capacidade instalada de 4.000 m<sup>3</sup>/h com potência total de 4.737 kW. O consumo anual estimado de energia elétrica na mina é de 9.000.000 kWh.

O custo de manutenção de cada equipamento foi estimado, nesta fase do estudo, como um valor anual calculado como um percentual do preço FOB do equipamento. Os percentuais variam de acordo com o tipo de equipamento e foram adotados com base em banco de dados da Golder. Tais custos estão discriminados no Quadro 3.24 a seguir.

**QUADRO 3.24 - Percentual de Custo Anual de Manutenção**

Equipamento	Percentual anual (% do CAPEX)
Escavadeira Hidráulica 40 m <sup>3</sup>	25
Caminhão 360 t	12
Carregadeira pneus 40 m <sup>3</sup>	11
Carregadeira pneus 6 m <sup>3</sup>	16
Trator de esteira 100 t	20
Trator de esteira 65 t	20
Trator de esteira 40 t	20
Trator pneus 98 t	20
Trator pneus 47 t	16
Escavadeira 6,0 m <sup>3</sup>	16
Caminhão 6x4 de 35 t	16
Motoniveladora 65 t	16
Motoniveladora 27 t	16
Caminhão explosivo	15
Caminhão pipa	15
Caminhão comboio	15

Fonte: Golder Associates / SAM

### 3.3.12.2 - Estimativa de custos operacionais (OPEX)

Os custos operacionais totais da mina foram estimados com base nos custos unitários e no plano de produção previsto. Os custos de preparação da lavra (remoção de solo) e abertura de acessos estão incluídos na estimativa de custos de serviços auxiliares.

Os custos de perfuração foram estimados com base em características médias dos materiais a serem perfurados. Foi prevista a utilização de perfuratrizes rotativas e uma malha de perfuração padrão com as seguintes dimensões: altura da bancada de 15 m, diâmetro do furo de 250 mm, afastamento de 10 m, espaçamento de 12 m e comprimento médio do furo de 18 m. Para os custos de detonação foram considerados carga de fundo (emulsão) de 6 m, carga de coluna (ANFO) de 9 m, consumo de emulsão (20%) e de ANFO (80%) e uma razão de carga de 450 g/m<sup>3</sup>.

O custo unitário do óleo diesel foi adotado como sendo US\$ 0,98 por litro.

O custo salarial para cada categoria profissional prevista para a operação da mina foi informado pela SAM.

O consumo de energia elétrica foi estimado para a operação das bombas de drenagem da cava e o custo unitário foi informado pela SAM como sendo US\$ 0,07/kWh.

No Quadro 3.25 são mostrados os custos operacionais estimados por operação unitária. Os valores estão indicados em US\$/t e foram estimados os custos unitários por tonelada de material movimentado (estéril + minério), por tonelada de minério colocado na estação de britagem primária e por tonelada de produto vendável (*pellet feed*) recuperado. É mostrada, ainda, a participação percentual de cada item de custo considerado.

#### QUADRO 3.25 - Resumo do Custo Operacional por Operação Unitária (em US\$/t)

Custo unitário	Material	Minério	Produto	Participação no total (%)
Perfuração	0,01	0,01	0,07	0,68
Detonação	0,13	0,21	1,01	10,30
Carregamento	0,32	0,53	2,57	26,20
Transporte	0,46	0,76	3,70	37,73
Serviços auxiliares	0,16	0,27	1,29	13,17
Drenagem da mina	0,00	0,01	0,03	0,26
Mão de obra	0,08	0,14	0,68	6,90
Outros	0,06	0,10	0,47	4,76
TOTAL	1,23	2,02	9,81	100,00

Fonte: Golder Associates / SAM

No Quadro 3.26 são apresentados os custos operacionais estimados por natureza de custo.

#### QUADRO 3.26 - Custo Operacional por Item de Consumo (em US\$/t)

Custo unitário	Material	Minério	Produto	Participação no total (%)
Diesel	0,51	0,84	3,29	41,73
Lubrificantes	0,02	0,03	0,12	1,27
Pneus	0,06	0,10	0,39	5,20
Explosivos	0,13	0,21	0,82	10,30
Materiais diversos	0,01	0,01	0,04	0,26
Energia elétrica	0,00	0,01	0,04	0,26



Continuação

<b>Custo unitário</b>	<b>Material</b>	<b>Minério</b>	<b>Produto</b>	<b>Participação no total (%)</b>
Manutenção	0,35	0,58	2,27	28,90
Mão de obra	0,08	0,14	0,55	6,90
Outros	0,06	0,10	0,39	4,76
<b>TOTAL</b>	<b>1,23</b>	<b>2,02</b>	<b>7,92</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Golder Associates / SAM

### 3.3.13 - Diretrizes conceituais para fechamento da mina

O propósito do plano de fechamento será desenvolver e implementar estratégias de encerramento das atividades de mineração do Projeto Vale do Rio Pardo a um nível de custo x benefício otimizado.

O programa de fechamento será iniciado com ações de gerenciamento ambiental integrado das funções da mina e da planta, ao longo de toda sua vida útil, e com a recuperação progressiva das áreas degradadas durante as operações de lavra e beneficiamento, de forma que permita minimizar o investimento de capital necessário para o fechamento, quando a produção for encerrada.

Esse plano, posteriormente, será complementado com um adequado projeto executivo de descomissionamento e reabilitação das áreas degradadas remanescentes, devidamente adequado aos princípios do desenvolvimento sustentável.

O plano de fechamento permitirá, também, reduzir a exposição da Sul Americana de Metais a passivos ambientais, próprios e de terceiros, durante as operações e após o encerramento da operação.

A escolha das tecnologias e a definição dos procedimentos a serem utilizados para o fechamento deverão considerar as políticas do empreendedor e dos poderes públicos, os princípios e as diretrizes de gerenciamento de meio ambiente, segurança e saúde ocupacional, bem como as avaliações de desempenho ambiental realizadas ao longo da vida útil do empreendimento e os resultados de outros estudos elaborados para esta finalidade específica. Da mesma forma, devem atender aos requisitos legais e normativos pertinentes.

A escolha dos métodos de fechamento e de reabilitação deverá assegurar a consecução dos objetivos específicos do descomissionamento, que deverão incluir, dentre outros, o atendimento dos seguintes aspectos:

- A qualidade de vida, a segurança e a saúde dos públicos internos e das comunidades circunvizinhas, como objetivo maior;
- A qualidade do ar atmosférico;
- A qualidade das águas superficiais e subterrâneas e a proteção dos recursos hídricos;
- A proteção do solo, da flora e da fauna;

- A garantia de que as estruturas restantes estarão fisicamente estáveis e não sofrerão deterioração ou falha após o descomissionamento;
- A adequada proteção de todas as estruturas e utilidades de contenção de resíduos líquidos e sólidos contra erosão e carreamento de sólidos, instabilidade física e química, acidulação de águas e lixiviação de metais pesados e produtos tóxicos ou prejudiciais à saúde humana;
- A reabilitação e o retorno das áreas impactadas e degradadas a um estado compatível com os objetivos de uso futuro do solo;
- A minimização das necessidades de manutenção e de monitoramento após o fechamento;
- A identificação dos itens que poderão ter valor como sucata e aqueles que poderão ser reciclados, com a avaliação de seu valor residual, bem como daqueles que poderão ser vendidos ou transferidos como itens reaproveitáveis do ativo, visando o reaproveitamento ou a destinação final, de forma apropriada e segura, de produtos e resíduos resultantes da desmontagem e demolição de prédios, equipamentos e utilidades;
- O estabelecimento dos custos e receitas de fechamento.

Para fins de elaboração de plano de fechamento e suas atualizações, deverão ser consideradas as seguintes alternativas:

- Fechamento temporário: quando da suspensão da lavra por prazo determinado, motivada por razões técnicas ou econômicas, decidida e implementada na conformidade do que dispõe a legislação mineral vigente, a qual deverá contemplar, obrigatoriamente, a possibilidade de retomada futura dos trabalhos e, portanto, a necessidade de adequada manutenção das instalações da mina e da planta, dos prédios e dos equipamentos;
- Fechamento definitivo: motivado pela exaustão da reserva mineral ou inviabilização técnica ou econômica irreversível, parcial ou total, do empreendimento mineral.

No plano de fechamento, deverá merecer especial atenção o gerenciamento de depósitos de rejeito e estéril de mina e/ou de qualquer outro resíduo que possa constituir passivo e representar risco futuro à segurança e à saúde pública, ou ao ambiente.

Antes do início do processo de fechamento da mina ou planta, ou de demolição de prédios industriais, deverá ser realizada uma auditoria (interna ou contratada) que terá como alvo a identificação e a avaliação ambiental de áreas de risco ou de contaminação já existentes ou potenciais, contemplando a magnitude dos riscos e a extensão da situação e suas consequências, de forma a permitir o planejamento e a elaboração das estratégias de remoção, transporte, destinação ou descarte e remediação.

A efetividade das ações corretivas deverá ser monitorada durante todo o período de fechamento da mina (fase de cuidados ativos) e se estender pelo período do pós-fechamento (fase de cuidados passivos).

O plano de fechamento deverá incluir a limpeza, desmontagem, remoção e descarte de equipamentos fixos e estruturas, de prédios, fundações, estradas, tubulações, sistemas de tratamento e outros serviços. Além disso, incluirá a reabilitação e o paisagismo dos diversos locais, a fim de que atinjam um estado adequado de uso futuro. Essa série de operações pode acarretar impactos ambientais de curta, média e longa duração e de magnitude variável, que necessitarão ser criteriosamente avaliados e mitigados de forma satisfatória.

Entre os principais agentes causadores/receptores de impactos durante as atividades de fechamento, a serem avaliados antes do início dos trabalhos de descomissionamento, estão incluídos:

- Efluentes líquidos, recursos hídricos e qualidade das águas superficiais e subterrâneas;
- Resíduos sólidos e qualidade dos solos;
- Emissões gasosas e de particulados e qualidade do ar;
- Ruídos e Vibração;
- Alterações visuais na paisagem;
- Sistemas de deposição de rejeitos, estéril de mina e minério;
- Geração de águas e contaminação de solos e águas por metais pesados;
- Subsidência de terrenos / abatimento de maciços rochosos e taludes;
- Estabilidade de taludes e de estruturas de contenção de rejeitos e estéril;
- Uso futuro do solo, restrições ao uso e gerenciamento;
- Flora e fauna;
- Deterioração de áreas reabilitadas.

Os trabalhos de reabilitação das áreas degradadas deverão ser planejados e implementados em conformidade com o uso futuro que se pretende para as mesmas e considerar as características geológicas e pedológicas locais. Os procedimentos operacionais serão suportados por avaliação prévia da adequabilidade das espécies vegetais a serem utilizadas, de análises físico-químicas dos solos, da umidade, da pluviometria e de outros fatores. Os procedimentos de reabilitação deverão ser detalhados no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

A reabilitação das áreas degradadas deverá contemplar um programa de acompanhamento e manutenção, que será implementado a partir da conclusão da reabilitação (fase de cuidados ativos) e poderá se estender por 2 a 5 anos (fase de cuidados passivos). O planejamento dessa manutenção deverá contemplar a reaplicação de insumos e fertilizantes, a ressemeadura de áreas deficientemente germinadas, os replantios que se mostrarem necessários à correção das falhas de cobertura vegetal, o diagnóstico, a profilaxia e o controle de fatores patogênicos (insetos, pragas, formigas cortadeiras, fungos etc.), a manutenção de acessos internos e, principalmente, o controle de incêndios e invasões.

Todas as áreas rehabilitadas deverão ser alvo de programas sistemáticos de vistoria e de avaliação, pelo que deverá ser previsto no plano de reabilitação alguma forma de supervisão ambiental desses trabalhos por equipe técnica qualificada e apta a realizar inspeções para acompanhar a evolução da vegetação implantada e diagnosticar as necessidades de controle e monitoramento de solos, de processos erosivos, de carreamento de sólidos para cursos de água, de invasões por animais e humanos e de outras necessidades de intervenções corretivas para quaisquer problemas identificados.

Sempre que necessário, deverão ser planejados e implementados programas especiais de monitoramento de águas superficiais e subterrâneas, de qualidade do ar, de fauna e flora e de controle de qualidade de solos (áreas potencialmente contaminadas).

### **3.4 - Planta de Beneficiamento**

#### **3.4.1 - Rota de beneficiamento e fluxogramas de processos**

A planta de beneficiamento de minério de ferro a ser implantada pela SAM nas proximidades do bloco 8, no município de Grão Mogol, terá capacidade para a produção de 25 Mtpa de *Pellet feed*, devendo ser obtido um produto com granulometria da ordem de  $85\% < 0,044 \text{ mm}$ .

O projeto contempla todas as instalações de beneficiamento, a saber: britagem primária, peneiramento primário, britagem secundária, prensa de rolos, pátio de homogeneização, moagem, classificação da moagem, 1º e 2º estágios de deslamagem, flotação, remoagem do concentrado, classificação da moagem, espessamento dos rejeitos e lamas e espessamento do concentrado.

Os fluxogramas de processos e de reagentes podem ser encontrados no Anexo 4, respectivamente, deste documento.

##### **3.4.1.1 - Descrição do processo**

Para melhor entendimento da descrição do processo, a sua leitura deve ser acompanhada pela observação dos respectivos fluxogramas de processo. O processo de beneficiamento consiste das seguintes etapas e atividades:

###### **3.4.1.1.1 - Britagem Primária**

O circuito da britagem primária será aberto e composto por 2 (duas) linhas de britagem. A granulometria máxima de admissão (top size) prevista para o ROM será de 1.200 mm.

A britagem primária será realizada em britadores primários do tipo giratório com capacidade nominal de alimentação para 7.774 t/h de sólidos (base úmida). A capacidade de projeto do britador primário será de 7.974 t/h. Os britadores irão trabalhar com APF (abertura na posição fechada) de 190 mm e o produto esperado é 80% < 65 mm.

Cada linha da britagem primária será constituída por uma moega de alimentação com capacidade útil para 600 m<sup>3</sup> de minério, onde será feito o basculamento de caminhões de 360 t, um alimentador de sapatas, uma grelha vibratória inclinada, um britador de mandíbulas e um transportador de correia com balança. Para cada linha, ainda está previsto uma talha elétrica e uma grua para a manutenção dos equipamentos.

A taxa de alimentação de cada linha de britagem será de 7.000 t/h (base úmida). Haverá um rompedor hidráulico junto à boca de cada britador para o rompimento de eventuais matacões vindos da mina.

Foi prevista para cada linha, 01 (uma) pilha de emergência com capacidade para 50.000 toneladas de ROM cada, que estará localizada próxima à moega de alimentação da britagem primária. Esta pilha alimentará a britagem primária em caso de haver falta de minério ou parada eventual da mina. A retomada desta pilha e a alimentação das moegas deverão ser feitas por pá carregadeira.

#### **3.4.1.1.2 - Peneiramento Primário**

O produto da britagem primária alimentará o silo de regularização do peneiramento, com capacidade de 2.800 m<sup>3</sup>. Para o peneiramento primário também foram consideradas quatro peneiras MF-12'x28' vibratórias tipo banana. A retomada dos silos será feita por alimentadores de correia que alimentarão as peneiras. A taxa nominal de alimentação de cada peneira será de 3.400 t/h (base seca). As peneiras terão deck único de borracha com abertura de 50 mm. O *oversize* (23% da alimentação nova) seguirá para a britagem secundária. O *undersize* (fração < 50 mm) será recolhido em um transportador de correia e encaminhado para o pátio de homogeneização.

#### **3.4.1.1.3 - Britagem secundária**

Para a etapa de britagem secundária foram considerados 4 (quatro) britadores cônicos dispostos em paralelo. Foi considerado o modelo HP-800, ou similar, trabalhando com APF (abertura na posição fechada) de 50 mm. A britagem secundária trabalhará em circuito fechado com o peneiramento primário.

O *oversize* do peneiramento (fração +50 mm) será encaminhado por transportadores de correia para os silos de regularização da alimentação dos britadores secundários. O silo terá capacidade útil de 1.000 t (525 m<sup>3</sup>) e quatro saídas. Dos silos, o minério será encaminhado aos britadores secundários através de alimentadores de correia.

O produto dos britadores secundários será enviado, através dos transportadores de correia, para os silos de alimentação do peneiramento primário, fechando o circuito.

#### **3.4.1.1.4 - Pátio de Homogeneização de minério**

O pátio de homogeneização tem por finalidade dar autonomia de operação para a usina, já que os regimes operacionais da mina e da usina são diferentes, além de promover uma homogeneização do material lavrado nas frentes de lavra.

Foram previstas duas pilhas com mesmo eixo, cada uma com capacidade de 480.000 toneladas ou 36 horas. A área total ocupada por cada pilha será de 275 metros de comprimento por 50 metros de largura. A área total do pátio é de 135 metros de largura por 650 metros de comprimento.

No pátio irá operar uma empilhadeira com lança móvel e basculável, com capacidade de projeto de 13.800 t/h (base úmida), e uma recuperadora do tipo ponte com roda de caçamba, com capacidade de projeto de 13.800 t/h (base úmida).

O sistema de empilhamento previsto permite que o minério britado abaixo de 50 mm, possa, através de uma série de transportadores de correia e desviadores de fluxo, ser empilhado em qualquer uma das duas pilhas. O projeto preverá, também, que o minério proveniente do peneiramento primário poderá alimentar diretamente a usina. Nesse caso, o minério será desviado, pelos desviadores de fluxo, para transportadores de correias que alimentarão a usina de beneficiamento.

Cada um dos transportadores de correia de alimentação da usina de beneficiamento será dotado de extrator de sucatas e detector de metais. Também estão previstas talhas elétricas para a manutenção dos equipamentos no pátio de homogeneização.

#### **3.4.1.1.5 - Prensa de rolos**

O minério procedente do pátio de homogeneização será direcionado por transportadores de correia ao prédio da prensagem, composto por sete prensas de rolos com rolos de 2,6 m de diâmetro e 1,8 m de comprimento, motorizadas com 7,5 MW. Cada prensa de rolos é precedida de um silo individual e alimentador de correia. Os silos recebem a alimentação distribuída por dois transportadores móveis. O produto das prensas de rolo é coletado em um transportador que leva à moagem.

#### **3.4.1.1.6 - Moagem primária**

O circuito de moagem trabalhará com três moinhos com diâmetro de 26', comprimento de 42' e motorização de 16 MW. O circuito de cada moinho será fechado em duas baterias de 6 ciclones de 32", alimentados por bombas de polpa que receberão o produto da moagem. O *underflow* das baterias de hidrociclones seguirá por gravidade para a alimentação dos moinhos, enquanto o *overflow* seguirá para os tanques pulmão da pré-concentração magnética.

#### 3.4.1.1.7 - Pré-concentração magnética

O estágio de pré-concentração inicia-se por três tanques pulmão com 30 minutos de autonomia, nos quais 21 bombas alimentam 21 baterias de 8 ciclones de 20". O *underflow* dos ciclones cairá em 21 caixas, onde é feita a aferição da percentagem de sólidos e adição de água, com o objetivo de manter a alimentação dos separadores magnéticos estável com 40% de sólidos em peso. Para a pré-concentração de grossos, serão 21 separadores magnéticos de alto campo, modelo WHC-600 DEX, ou similar.

O *overflow* dos ciclones de 20" será recolhido em 7 caixas e bombeado por 14 bombas para os ciclones de 4". O *underflow* dos ciclones cairá em 14 caixas onde será feita a aferição da percentagem de sólidos e adição de água, com o objetivo de manter a alimentação dos separadores magnéticos estável com 40% de sólidos em peso. Para a pré-concentração de finos serão 14 separadores magnéticos de alto campo, modelo WHC-600 DEX, ou similar.

O *overflow* dos ciclones de 4" será direcionado por gravidade para o espessador de rejeito e lama.

O pré-concentrado grosso será encaminhado para ciclones de pré-classificação antes da remoagem.

O rejeito grosso será bombeado para bateria de ciclones desaguadores de rejeito. O *underflow* será rejeito empilhável. O *overflow* será bombeado de volta para o tanque de *overflow* dos espessadores.

O pré-concentrado fino, juntamente com o *overflow* da pré-classificação da remoagem, será enviado para três tanques de regularização com autonomia de 15 minutos, que precedem a deslamagem.

O rejeito fino será direcionado por gravidade para o espessador de rejeito e lama.

#### 3.4.1.1.8 - Remoagem

A remoagem do pré-concentrado será realizada em 3 moinhos, que terão diâmetro de 25' e comprimento de 39', motorizados com 11 MW.

A alimentação da remoagem sofrerá pré-classificação em ciclones de 20", sendo o *underflow* a alimentação nova da remoagem. A descarga de cada moinho fechará circuito e outra bateria de 20".

O produto final do circuito de remoagem terá granulometria 85% menor que 0,044 mm, considerada adequada para a liberação do minério e ao transporte por mineroduto.

### 3.4.1.1.9 - Deslamagem

Para o primeiro estágio de deslamagem foram consideradas oito baterias de 20 ciclones de 20" de diâmetro. O *overflow* do 1º estágio de deslamagem alimentará o 2º estágio de deslamagem. A alimentação do segundo estágio de deslamagem será feita por seis bombas de polpa. Para o segundo estágio de deslamagem estão sendo consideradas seis baterias de 13 cannisters de 12 ciclones, com 4" de diâmetro.

O *underflow* de ambos os estágios da deslamagem seguirá para a alimentação dos dois condicionadores da flotação. O *overflow* do segundo estágio da deslamagem será conduzido por gravidade para o espessador de rejeito / lama.

#### 3.4.1.1.10 - Condicionamento para a flotação

O condicionamento da polpa para alimentação da flotação da sílica será feito em dois tanques com volume de 400 m<sup>3</sup> cada e equipados de agitadores. A polpa será transferida do tanque de condicionamento por transbordo para o primeiro estágio da flotação (estágio rougher). Está prevista a amostragem da alimentação nova da flotação.

#### 3.4.1.1.11 - Flotação

A flotação se realizará em duas linhas e utilizará células de flotação mecânicas do tipo tanque, com volume de 200 m<sup>3</sup> cada. Para a etapa de flotação rougher foi considerado um banco por linha, formado por três células. O afundado (concentrado) seguirá por gravidade para os bancos de células de flotação do estágio cleaner, onde cada banco será constituído por três células. O afundado cleaner alimentará o estágio recleaner por gravidade.

As duas linhas do estágio recleaner serão constituídas por duas células de 200 m<sup>3</sup> cada. O afundado será descarregado por gravidade no espessador de concentrado. Está prevista ainda a amostragem do concentrado da etapa de flotação recleaner, de onde será obtido o concentrado final (*pellet feed*).

O flotado dos estágios rougher, cleaner e recleaner seguirá, por gravidade, para a alimentação do estágio scavenger 1, etapa em que foi considerado um banco de duas células de flotação por linha. Para a etapa scavenger 2 foi considerado um novo banco de duas células de flotação por linha.

O rejeito do estágio scavenger 1 alimentará, por gravidade, o estágio scavenger 2. Os concentrados scavenger 1 e scavenger 2 serão juntados em caixas de polpa, de onde serão recirculados para a etapa rougher, através de bombas de polpa.

Está prevista a amostragem dos concentrados scavenger 1 e scavenger 2. O rejeito do estágio scavenger 2 é considerado rejeito final da flotação e será conduzido, por gravidade, para o espessador de rejeito / lama. O rejeito final da flotação também será amostrado.



Como alternativa de processo, o circuito de flotação da sílica foi projetado para possibilitar o by-pass dos rejeitos rougher e scavenger 1, encaminhando os mesmos para o rejeito final, no caso de o teor de ferro nesses fluxos estar muito baixo.

#### **3.4.1.1.12 - Espessamento de *pellet feed***

Foi considerado 1 espessador de *pellet feed* de alta capacidade e diâmetro de 66 m. Este receberá o concentrado da flotação. O *overflow* deste espessador retornará para o sistema de água recuperada e o *underflow* será conduzido por bombas de polpa, para os tanques de alimentação do mineroduto.

#### **3.4.1.1.13 - Espessamento de rejeito / lama**

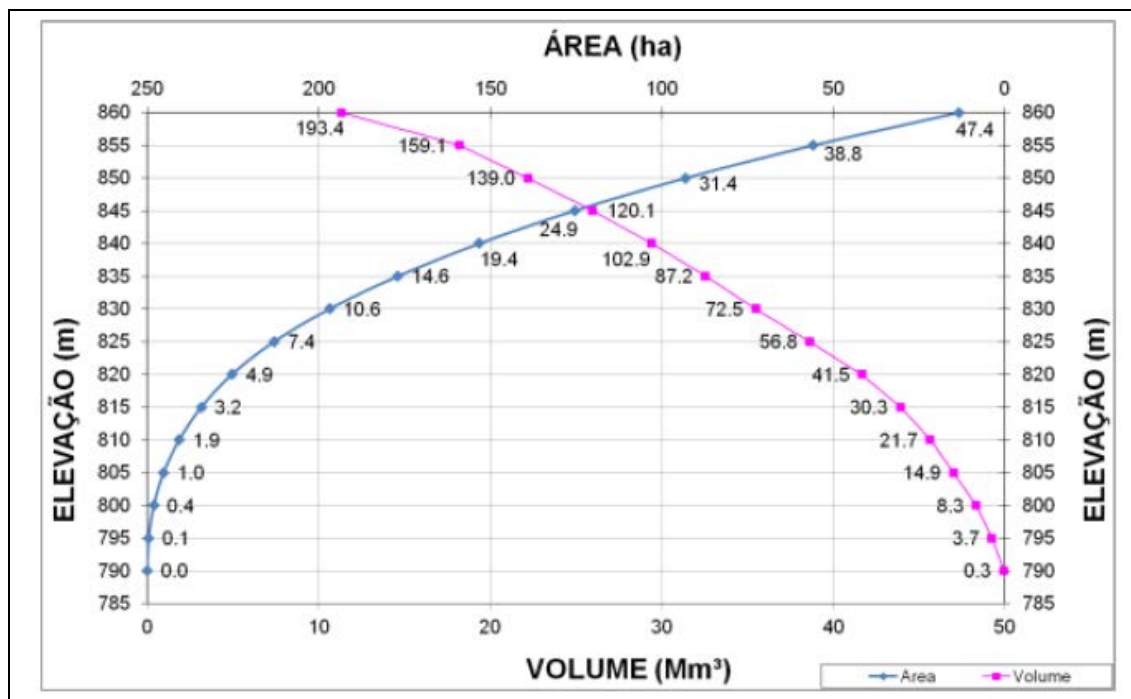
O rejeito de flotação, o *overflow* dos ciclones de adensamento de finos da pré-concentração magnética e o *overflow* do segundo estágio da deslamagem serão encaminhados para um espessador de alta capacidade, com 94 m de diâmetro. O objetivo do espessamento é a recuperação da água contida nas lamas, além do adensamento desses rejeitos para deposição na cava exaurida.

O *overflow* dos espessadores retornará assim para o sistema de água recuperada e o *underflow* será enviado, por bombas de polpa, para o sistema de sequenciamento verde, nas partes já exauridas da cava.

#### **3.4.1.2 - Sistema de disposição final de rejeitos (ano 1)**

A barragem de rejeitos estará localizada no vale do Córrego Mundo Novo e possuirá área de drenagem igual a 9,0 km<sup>2</sup>. O arranjo tem nível de água máximo na elevação de 860,0 m, estando prevista a implantação de uma Pilha de Estéril na ombreira direita do barramento. Deverá receber rejeitos apenas no primeiro ano, pois a partir do ano 2 os rejeitos serão dispostos na cava exaurida pelo sistema de sequenciamento verde. A Figura 3.14 apresenta a curva cota x área x volume do reservatório configurado.

**FIGURA 3.14 - Curva cota x área x volume do reservatório da barragem de rejeitos**

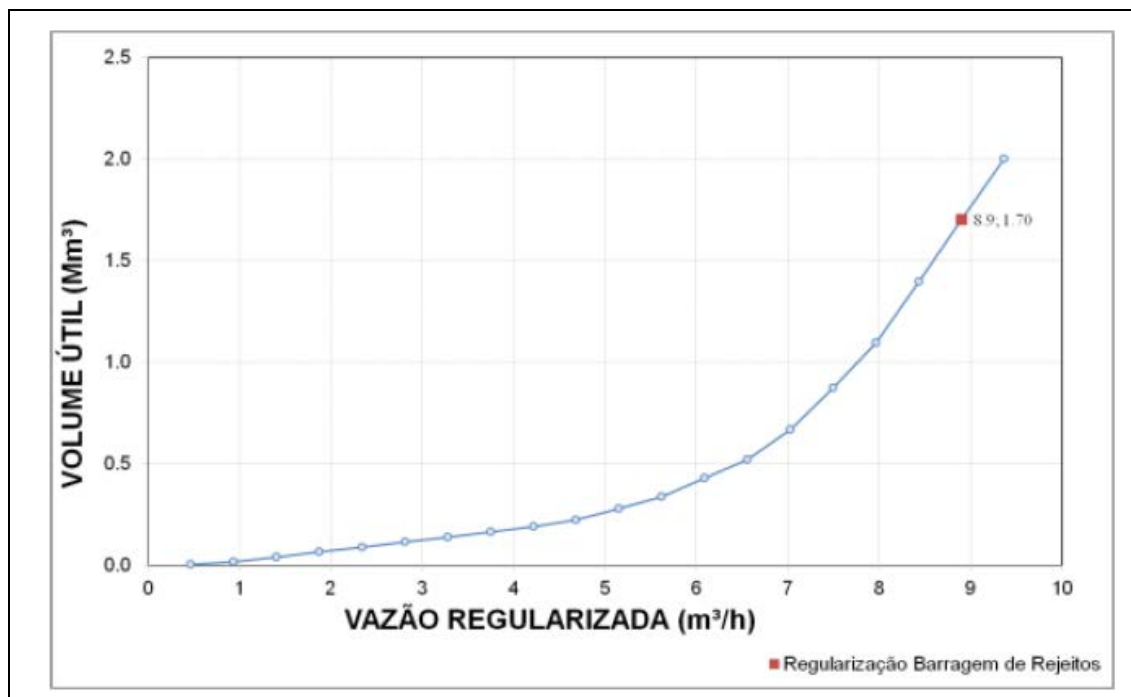


Fonte: Golder Associates

Nessas condições, admitindo NA normal na elevação 858,0 m e nível máximo dos rejeitos junto à barragem na cota 856,0 m, restariam cerca de 1,7 Mm<sup>3</sup> úteis para regularização de vazões para captação neste reservatório, disponibilizando cerca de 40,5 Mm<sup>3</sup> para armazenamento de rejeitos em condições de declividade nula de praia.

A partir de dados de vazões monitoradas na estação fluviométrica Ponte Vacaria (código ANA 54165000), construiu-se a curva de regularização de vazões desse reservatório (Figura 3.15), percorrendo a série de vazões naturais (regionalizadas para a área da barragem de rejeitos por proporção entre áreas de drenagem) e avaliando-se o maior déficit acumulado, correspondente ao volume útil do reservatório, necessário para superar o período crítico atendendo às vazões captadas.

**FIGURA 3.15 - Curva de vazão regularizada da barragem de rejeitos (m<sup>3</sup>/h)**



Fonte: Golder Associates

Observa-se, portanto, que a capacidade de regularização do reservatório da barragem de rejeitos é igual a 8,9 m<sup>3</sup>/h, mantendo-se um volume útil igual a 1,7 Mm<sup>3</sup> para armazenamento hídrico, mantendo o rejeito na elevação 856,0 m próximo ao vertedor.

#### 3.4.1.3 - Sistema de disposição final de rejeitos (ano 2 em diante)

A disposição de rejeito com sequenciamento verde encontra-se descrita conjuntamente com o sequenciamento de lavra, no item 3.3.3.5.

#### 3.4.2 - Lista de equipamentos da planta

Os principais equipamentos da planta de beneficiamento de minério do Projeto Vale do Rio Pardo por instalações de uso, informados pela SAM, estão listados a seguir:

### QUADRO 3.27 - Equipamentos da britagem primária

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE OPERACIONAL	QUANTIDADE RESERVA	POTÊNCIA UNITÁRIA kW	POTÊNCIA TOTAL kW
<b>BRITAGEM PRIMÁRIA</b>				<b>2.723</b>
Rompedor de matacos	2		55	110
Silo de recebimento do britador primário - 570 m³	2		-	-
Britador primário giratório - 60-110E	2		600	1.200
Silo sob o britador primário - 570 m³	2		-	-
Alimentador de placas 2,5 x 13 m	2		150	300
TR sob os britadores 2,0 x 80 m	2		90	180
TR que forma a pilha 2,0 x 500 m	1		685	685
Outros equipamentos de manutenção e controle ambiental				248

Fonte: SAM Metais

### QUADRO 3.28 - Equipamentos do peneiramento

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE OPERACIONAL	QUANTIDADE RESERVA	POTÊNCIA UNITÁRIA kW	POTÊNCIA TOTAL kW
<b>PENEIRAMENTO</b>				<b>3.826</b>
Alimentador de placas sob a pilha 2,4 x 10,5 m	2	2	158	317
TR sob a pilha 2,0 x 1000 m	1		500	500
TR reversível 2,6 x 16 m	1		500	500
Silo do peneiramento - 3280 m³ com 4 saídas	1		-	-
Alimentador de correia 2,2 x 10 m	3	1	75	225
Peneira Vibratória banana MLH 12' x 28' - abertura de tela 50 mm	3	1	55	165
TR OS p br 2 1,4 x 220 m	1		600	600
TC US p HPGR 2,0 x 70 m	1		602	602
TC US p HPGR 2,0 x 210 m	1		570	570
Outros equipamentos de manutenção e controle ambiental				348

Fonte: SAM Metais

### QUADRO 3.29 - Equipamentos da britagem secundária

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE OPERACIONAL	QUANTIDADE RESERVA	POTÊNCIA UNITÁRIA kW	POTÊNCIA TOTAL kW
<b>BRITAGEM SECUNDÁRIA</b>				<b>2.103</b>
TC móvel sobre br 2 1,4 x 14 m	1		46	46
Alimentador de correia 1,2 x 8,3 m	3	1	22	66
Britador secundário cônico HP-800	3	1	600	1.800
Outros equipamentos de manutenção e controle ambiental				191

Fonte: SAM Metais

### QUADRO 3.30 - Equipamentos da pilha de homogeneização

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE OPERACIONAL	QUANTIDADE RESERVA	POTÊNCIA UNITÁRIA kW	POTÊNCIA TOTAL kW
<b>PILHA DE HOMOGENEIZAÇÃO</b>				<b>8.003</b>
TC by-pass pátio 2,0 x 80 m	1		406	406
TC de alimentação da empilhadeira 2,0 x 585 m	1		786	786
TC de retomada da pilha 2,0 x 585 m	1		786	786
TC US p HPGR 2,0 x 135 m	1		1.082	1.082
TC US p HPGR 2,0 x 60 m	1		538	538
TC US p HPGR 2,0 x 60 m	1		538	538
Empilhadeira basculável rotativa - 16.000 t/h	1		981	981
Recuperadora tipo ponte - 16.000 t/h	1		2.157	2.157
Outros equipamentos de manutenção e controle ambiental				728
TC móvel sobre HPGR 1,4 x 40 m	2		75	150
Alimentador de correia 2,2 x 13 m	6		75	450
HPGR 2,6 m x 1,8 m	6		8.400	50.400
TC prod HPGR 2,0 x 120 m	1		1.060	1.060
TC prod HPGR 2,0 x 60 m	1		533	533
TC prod HPGR 2,0 x 60 m	1		533	533
Outros equipamentos de manutenção e controle ambiental				5.313

Fonte: SAM Metais

### QUADRO 3.31 - Equipamentos da britagem primária

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE OPERACIONAL	QUANTIDADE RESERVA	POTÊNCIA UNITÁRIA kW	POTÊNCIA TOTAL kW
<b>MOAGEM PRIMÁRIA</b>				<b>66.543</b>
TC sobre MO 1,4 x 20 m	2		75	150
Silo do moinho primário - 560 m³			-	-
Alimentador de correia 1,8 x 13 m	3		75	225
Moinho de bolas 26'x48'	3		17.000	51.000
Caixa de bomba	3		-	-
Bomba de polpa 650 MCH	6		2.000	12.000
Ciclone 30" - bateria de 10	6		-	-
Outros equipamentos de manutenção e controle ambiental				3.169

Fonte: SAM Metais

### QUADRO 3.32 - Equipamentos da pré concentração magnética

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE OPERACIONAL	QUANTIDADE RESERVA	POTÊNCIA UNITÁRIA kW	POTÊNCIA TOTAL kW
<b>PRÉ-CONCENTRAÇÃO MAGNÉTICA</b>				<b>34.535</b>
Tanque pulmão 800 m³	3		75	225
Bomba de polpa 12/10 AH - alimentação ciclones 20"	21		260	5.460
Ciclone 20" - bateria de 6	21		-	-
Caixa de bomba UF ciclone 20"	21		-	-
Bomba de polpa 12/10 AH - alimentação WHIMS grossos	21		150	3.150
WHIMS grossos rougher - WHC-600	21		150	3.150
Caixa de bomba OF ciclone 20"	7		-	-
Bomba de polpa 12/10 AH - alimentação ciclones 4"	14		300	4.200
Ciclones de 4" - bateria de 92	14		-	-
Caixa de bomba UF ciclone 4"	14		-	-
Bomba de polpa 6/4 AH - alimentação WHIMS finos	14		45	630
WHIMS finos rougher - WHC-600	14		150	2.100
Caixa de bomba pré-concentrado grossos	3		-	-
Bomba de polpa 16/14 AH - alimentação WHIMS finos	3		710	2.130
Caixa de bomba rejeito grosso	1		-	-
Bomba de polpa 750 SHD - alimentação WHIMS finos	3	3	3150	9.450
Caixa de bomba pré-concentrado finos	2		-	-
Bomba de polpa 20/18 AH - transferência do pré-concentrado fino	2		450	900
Outros equipamentos de manutenção e controle ambiental				3.140

Fonte: SAM Metais

### QUADRO 3.33 - Equipamentos da remoagem

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE OPERACIONAL	QUANTIDADE RESERVA	POTÊNCIA UNITÁRIA kW	POTÊNCIA TOTAL kW
<b>REMOAGEM</b>				<b>39.270</b>
Ciclone 20" - bateria de 10 - pré-classificação da remoagem	3		-	-
Moinho de bolas 25' X 39'	3		11.000	33.000
Caixa de bomba produto da remoagem	3		-	-
Bomba de polpa 16/14 AH - classificação da remoagem	3		900	2.700
Ciclone 20" - bateria de 10 - pré-classificação da remoagem	3			
Outros equipamentos de manutenção e controle ambiental				3.570

Fonte: SAM Metais

### QUADRO 3.34 - Equipamentos da flotação

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE OPERACIONAL	QUANTIDADE RESERVA	POTÊNCIA UNITÁRIA kW	POTÊNCIA TOTAL kW
<b>FLOTAÇÃO</b>				<b>13.661</b>
Tanque pulmão 410 m³	3		50	150
Bomba de polpa da deslamagem primária - 20/18 AH	3		1.250	3.750
Ciclone 20" - bateria de 20 - deslamagem primária	3		-	-
Caixa de bomba - OF deslamagem primária	3		-	-
Bomba de polpa 12/10 AH - deslamagem secundária	6		515	3.089
Ciclones de 4" - bateria de 154	6		-	-
Condicionador, tanque de 8x8m	2		75	150
Células de flotação tipo tanque, 200m³ - estágio rougher	6		220	1.320
Células de flotação tipo tanque, 200m³ - estágio cleaner	4		220	880
Células de flotação tipo tanque, 200m³ - estágio recleaner	4		220	880
Células de flotação tipo tanque, 200m³ - estágio scavenger 1	4		220	880
Células de flotação tipo tanque, 200m³ - estágio scavenger 2	4		220	880
Bomba de polpa 10/8 AH - deslamagem secundária	2		220	440
Outros equipamentos de manutenção e controle ambiental				1.242

Fonte: SAM Metais

### QUADRO 3.35 - Equipamentos do espessamento de concentrado

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE OPERACIONAL	QUANTIDADE RESERVA	POTÊNCIA UNITÁRIA kW	POTÊNCIA TOTAL kW
<b>ESPESSADOR DE CONCENTRADO</b>				<b>1.023</b>
Espessador de concentrado - diâmetro 62 m	1		30	30
Bomba de UF do espessador de concentrado 16/14 AH	1	1	900	900
Outros equipamentos de manutenção e controle ambiental				93

Fonte: SAM Metais

### QUADRO 3.36 - Equipamentos do espessamento de rejeito

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE OPERACIONAL	QUANTIDADE RESERVA	POTÊNCIA UNITÁRIA kW	POTÊNCIA TOTAL kW
<b>ESPESSADOR DE REJEITO</b>				<b>3.267</b>
Espessador de rejeitos - diâmetro 102 m	1		50	50
Bomba de UF do espessador de rejeito 650 MCH	1	1	1.120	1.120
Bomba de distribuição de água de processo	4	1	450	1.800
Outros equipamentos de manutenção e controle ambiental				297

Fonte: SAM Metais

### QUADRO 3.37 - Equipamentos do empilhamento de rejeitos

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE OPERACIONAL	QUANTIDADE RESERVA	POTÊNCIA UNITÁRIA kW	POTÊNCIA TOTAL kW
<b>EMPILHAMENTO DE REJEITOS</b>				<b>50</b>
Ciclone 30" - bateria de 10 - desaguamento de rejeito	2		-	-
Outros equipamentos de manutenção e controle ambiental				50

Fonte: SAM Metais

### QUADRO 3.38 - Equipamentos da recuperação de água dos rejeitos

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE OPERACIONAL	QUANTIDADE RESERVA	POTÊNCIA UNITÁRIA kW	POTÊNCIA TOTAL kW
<b>RECUPERAÇÃO DE ÁGUA DOS REJEITOS</b>				<b>1.232</b>
Bomba de recuperação de água dos rejeitos	2	1	560	1.120
Outros equipamentos de manutenção e controle ambiental				112

Fonte: SAM Metais

### QUADRO 3.39 - Equipamentos da captação de água bruta

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE OPERACIONAL	QUANTIDADE RESERVA	POTÊNCIA UNITÁRIA kW	POTÊNCIA TOTAL kW
<b>CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA</b>				<b>12.075</b>
Captação de água bruta	8	4	1400	11.200
Captação na barragem auxiliar próxima à usina		3	1120	0
Captação na barragem auxiliar distante da usina		3	630	0
Distribuição de água bruta	2	1	150	300
Outros equipamentos de manutenção e controle ambiental				575

Fonte: SAM Metais

### 3.4.3 - Critérios de engenharia adotados para construção e operação das instalações de beneficiamento

Como regra geral, deverão ser atendidos os critérios técnicos, legais, de segurança e saúde ocupacional, estabelecidos nos códigos legais e normas brasileiras, que sejam aplicáveis ao projeto, e outros documentos de referência, que serão considerados como requisitos mínimos e estarão detalhados nos memoriais de cada projeto. Serão aplicados critérios mais conservadores e restritos onde a SAM considere pertinente.

Deverá ser considerada, sempre, a edição mais atualizada dos códigos legais e normas publicados. Deverão ser usadas, de um modo geral, unidades do Sistema Métrico Internacional, exceto onde a tradição de uso/disponibilidade de mercado tenha consagrado o uso de outras unidades.

Os critérios básicos definidos para o projeto conceitual de engenharia da planta de beneficiamento, em suas diversas disciplinas, que direcionaram esta descrição do empreendimento, estão resumidos a seguir.

#### 3.4.3.1 - Para infraestrutura

O dimensionamento das áreas a serem terraplenadas para implantação das instalações de beneficiamento, transporte, estocagem, pilhas de rejeito, edifícios de administração e controle, bem como os acessos à jazida, áreas de empréstimo e áreas de depósito de materiais excedentes - ADME's serão obtidas através do Plano Diretor aprovado e respectivo Projeto Executivo Final, ainda a ser elaborado.



Os estudos topográficos serão de responsabilidade da SAM e constarão basicamente de perfilamento a laser de faixas previamente definidas e/ou de faixas levantadas por topografia convencional. Adicionalmente, para outros estudos tais como marcação das bacias de contribuição, serão usadas cartas do IBGE, em escalas diversas.

Não serão elaborados para este projeto estudos hidrológicos específicos. Serão utilizados dados recentes de outros projetos desenvolvidos na área e adotados os seguintes períodos de recorrência: Drenagem superficial = 10 anos; Bueiros tubulares = 15 anos; Bueiros tubulares calculados como orifício = 25 anos; Bueiros celulares = 25 anos; Bueiros celulares calculados como orifício = 50 anos; Pontes = 100 anos. O tempo de concentração mínimo adotado será de 10 minutos. No cálculo dos afluxos às seções de drenagem será utilizado o método racional cuja fórmula,  $Q=CIA$ , considera a proporcionalidade entre o volume total precipitado e o volume total escoado, superficial e subsuperficial, que atingirá os cursos d'água.

Os estudos geotécnicos na área de projeto contemplarão a elaboração de um plano de locação de sondagem que servirá de subsídio para o desenvolvimento do projeto básico do empreendimento.

A otimização do projeto será feita a partir do layout do plano diretor e subsidiará o levantamento de quantitativos de terraplanagem, drenagem e pavimentação. Sua elaboração compreenderá: Planta, com curvas de nível de 1,0 em 1,0 m, elaborada a partir da topografia fornecida pela SAM; Estudo dos níveis de escavação; Off-sets, com convenções diferenciadas para taludes de corte e aterro; Representação do terreno e do nível de escavação; Quadros de curvas e coordenadas; Seções transversais tipo e Memórias de cálculo.

O projeto de terraplanagem terá por finalidade definir as cotas básicas de implantação em conformidade com o arranjo mecânico de edificações e equipamentos, de forma a realizar o menor volume de terraplanagem possível e de forma balanceada para se evitar tanto grandes volumes de empréstimo como de disposição de material excedente. No seu desenvolvimento serão observadas as dimensões mínimas para operação dos equipamentos e as larguras mínimas para manobra do maior veículo que transitará no local. Para as etapas que antecederem a conclusão dos estudos geotécnicos serão adotados parâmetros gerais, a saber: Taludes de corte = 1,0 H:1,0 V; Taludes de aterro = 3,0 H:2,0 V. Visando a integração com o projeto de drenagem, serão asseguradas declividades mínimas para as plataformas e definidas sua direção e sentido, de forma a facilitar o escoamento das águas de superfície.

O projeto de drenagem será elaborado a partir dos estudos hidrológicos, de modo a proporcionar uma efetiva remoção das águas precipitadas sobre a plataforma e das águas subterrâneas ou superficiais que possam comprometer a área contra processos erosivos indesejáveis e compreende: Elaboração de um plano de escoamento com caracterização dos diversos dispositivos a serem utilizados; Concepção das estruturas de drenagem superficial e profunda; Pré-dimensionamento das estruturas de drenagem; Anteprojeto de bueiros tubulares e celulares, Anteprojeto de drenagem superficial; e Levantamento de quantitativos e Memórias de cálculo.

As vias de circulação de veículos compreendem os acessos internos e o acesso da cava da mina à instalação de britagem primária.

As vias de circulação interna são aquelas de circulação e acesso dentro da planta industrial onde trafegarão veículos leves, veículos de manutenção, caminhões e ônibus.

A via de circulação dos veículos fora de estrada será destinada ao acesso que ligará a cava até as instalações da britagem primária. Este acesso será composto de uma pista exclusiva para caminhões fora de estrada e outra pista exclusiva para veículos leves e de manutenção, ao lado. Estas vias serão separadas por leira de proteção executada em solo compactado.

Os projetos serão desenvolvidos em escalas apropriadas e constarão basicamente de plantas, perfis (onde necessário), seções, quantitativos, memórias de cálculo, especificações, etc. Deverão atender as seguintes características geométricas:

### ***Acessos Internos***

- Largura da plataforma 10,00 m
- Largura da faixa de rolamento 2 x 3,5 m
- Faixa para drenagem 2 x 1,5 m
- Declividade Transversal 3%
- Raio horizontal mínimo 12,00 m
- Rampa máxima 15%
- Talude de corte H=1,0:V=1,0
- Talude de aterro H=3,0:V=2,0
- Largura de bermas = 4,0 m
- Altura entre bermas = 8,0 m
- Altura máxima entre bermas = 10,0 m

### ***Acesso Cava / Britagem***

- Largura da plataforma 38,00 m
- Largura da faixa de rolamento de caminhões fora de estrada = 2 x 12,5 m
- Faixa para drenagem = 1 x 1,5 m
- Raio horizontal mínimo = 50,0 m
- Rampa máxima = 8%
- Leira de Proteção com largura da base inferior a 3,0 m e altura = 1,5 m
- Talude H=1,0:V=1,5
- Largura da faixa de rolamento para veículos leves = 2 x 3,5 m
- Faixa para drenagem = 1 x 1,5 m
- Talude de corte H=1,0:V=1,0

- Talude de aterro  $H=3,0:V=2,0$
- Largura de bermas = 4,0 m
- Altura entre bermas = 8,0 m
- Altura máxima entre bermas = 10,0 m

Observações: Caso o bordo do acesso dos caminhões fora de estrada esteja em aterro, será acrescentada à seção outra leira de proteção neste bordo. As informações referentes a geometria do acesso para caminhões fora de estrada estão compatíveis com as dimensões do caminhão de 360 t.

Os acessos e pavimentos viários serão dimensionados de acordo com os tipos de veículos a serem utilizados e os fluxos de tráfego do complexo industrial a ser fornecido pela SAM. Prevê-se que as vias de circulação sejam pavimentadas apenas com revestimento primário, sem cobertura asfáltica, com o intuito de reduzir o custo de implantação. As vias internas na área industrial serão pavimentadas com espessura de 20 cm de revestimento primário. Já onde trafegarão os caminhões fora de estrada o acesso será pavimentado com espessura de 40 cm.

#### **3.4.3.2 - Para arquitetura**

Os critérios de arquitetura adotados para o projeto da planta contemplaram os seguintes aspectos:

- A implantação das edificações de forma a receberem do sol a menor carga térmica possível, o que significa voltar os menores planos de fachada para leste e oeste e orientar a maior fachada perpendicular aos ventos dominantes;
- A adequação das edificações ao relevo do terreno, considerando a melhor compensação de corte/aterro, manutenção de taludes naturais e aproveitamento do curso natural de águas pluviais;
- A configuração dos prédios com planta em forma retangular, cujo lado maior seja pelo menos uma vez e meia maior que o lado menor. Esta solução privilegia o conforto térmico em regiões de clima quente, permite a modulação das estruturas e prevê a flexibilidade na organização dos espaços internos;
- A adoção de solução de logísticas funcionais para estacionamentos, serviços de carga e descarga, depósito ou traslado de lixos e resíduos;
- A previsão de rampas e escadas que obedeçam às relações normativas de declividade;
- O atendimento às normas de segurança referentes a escadas, corrimãos, rotas de fuga, distâncias máximas percorridas e saídas de emergência.

Os projetos deverão buscar o equilíbrio com o meio ambiente para propiciar conforto ao usuário, através do aproveitamento das condições naturais. Desta forma, serão priorizados sistemas naturais de iluminação, ventilação e de proteção contra insolação excessiva, minimizando a utilização de sistemas artificiais e proporcionando economia de energia. Serão adotados materiais, técnicas e elementos construtivos que proporcionem isolamento térmico e acústico.

Para definição da disciplina de arquitetura será adotada a seguinte classificação das edificações: Instalações Temporárias; Instalações de Apoio Administrativo; Instalações de Apoio Operacional.

### ***Instalações temporárias***

Instalações temporárias são edificações que abrigam as atividades desenvolvidas durante o período de obras. Deverão utilizar técnicas construtivas simples, de baixo custo e de rápida execução. Ao final da obra, todas as edificações temporárias serão removidas. Estão previstos:

- Arranjo dos canteiros de obras, com definição das áreas destinadas aos empreiteiros civis, eletromecânicos, etc., necessárias para a quantificação de áreas de terraplanagem e implantação;
- Arranjo dos alojamentos, com locação das acomodações e demais edificações de apoio e lazer, para quantificação de áreas de terraplanagem e implantação;
- Escritório de Gerenciamento de Obras.

Como características construtivas, serão empregadas fundações diretas em blocos vazados de concreto, preenchidos com concreto, vedações em tábuas de madeira, cobertura com telhas de fibrocimento sem amianto. Os pisos serão executados em cimento queimado tratado com pigmento colorido. As janelas e portas serão de madeira. Todas as aberturas deverão receber quadro de tela de proteção contra insetos. Os forros deverão ter características de isolamento térmico. Nos escritórios será prevista instalação de aparelhos de ar condicionado.

### ***Instalações de apoio administrativo***

Instalações de apoio administrativo são prédios que abrigam, prioritariamente, atividades humanas cujas funções complementam as atividades de apoio operacional.

Será prevista, junto ao núcleo administrativo, uma edificação denominada Centro de Treinamento, para atividades de treinamento e capacitação de mão de obra. Serão previstas edificações de um pavimento e pé direito de 3,0 metros, compatível com a escala humana. Como critério geral os prédios serão agrupados para facilitar o trânsito entre eles. Estão previstos: Portaria; Escritório Central; Centro de Treinamento; Ambulatório; Central de Combate a Incêndio; Restaurante/Cozinha; Vestiários e casa de apoio ao motorista e posto bancário.

Para dimensionamento das edificações serão considerados como referência a estrutura operacional e os recursos humanos correspondentes. Estes dados serão disponibilizados pela disciplina de engenharia econômica. Para efeito de um pré-dimensionamento mínimo serão considerados os seguintes índices:

- Escritórios Administrativos: 15 m<sup>2</sup> para cada funcionário;
- Estacionamentos: 25 m<sup>2</sup> para cada automóvel e 75 m<sup>2</sup> para cada ônibus.
- Sala de Refeições: 1,5 m<sup>2</sup> por usuário (Na quantificação da área será utilizado 1/3 do total de usuários, considerando o intervalo de uma hora dividido em três turnos de 20 minutos);
- Cozinha do Restaurante: 0,75 m<sup>2</sup> por refeição servida no horário de maior movimento, incluídas nesta quantificação a cozinha e as áreas de recebimento e estocagem de alimentos;
- Sanitários e Vestiários masculinos com 1 lavatório para cada 12 homens; 1 vaso para cada 12 homens; 1 mictório para cada 12 homens; 1 chuveiro para cada 8 funcionários no turno de maior movimento; 1 armário para cada usuário;
- Sanitários e Vestiários femininos com 1 lavatório para cada 10 mulheres; 1 vaso para cada 10 mulheres 1 chuveiro para cada 8 funcionários no turno de maior movimento; 1 armário para cada usuário. No dimensionamento dos sanitários femininos será previsto um número mínimo de 20% em relação ao número de usuários do sexo masculino.

A relação da quantidade de peças sanitárias e chuveiros por usuário indicada acima poderá ser modificada em casos específicos, conforme as necessidades locais e o tempo previsto nas trocas de turno. Estes casos específicos serão detalhados nas outras etapas do projeto.

As instalações de apoio administrativo terão estrutura de pilares e vigas de concreto armado mantido aparente e sem laje. Os forros em geral serão de fibra mineral, nas áreas secas e em placas de gesso resistente à umidade nas áreas molhadas e depósitos. As vedações serão em blocos de concreto rebocados e pintados. As coberturas serão em telhas galvanizadas com isolamento termo-acústico, apoiadas em estrutura metálica. As áreas úmidas, tais como sanitários, vestiários, copas, cozinha e similares terão acabamento em cerâmica até o teto. As esquadrias externas, em geral serão em alumínio anodizado natural e portas internas de madeira tipo prancheta. Os pisos em geral serão em cerâmica com resistência à abrasão PEI 5. Na cozinha serão especificados pisos resistentes ao ataque de substâncias químicas. Nos pisos externos do núcleo administrativo, será empregado piso intertravado de concreto.

### **Instalações de apoio operacional**

Instalações de apoio operacional serão os prédios que abrigam as atividades de suporte à atividade industrial. Estas instalações terão critérios, materiais e sistemas construtivos específicos para cada tipo de edificação de acordo com suas necessidades, uso, especificidades e normas aplicáveis. Serão consideradas, dentre outras, questões relativas à segurança, circulação de pessoas, fluxo de veículos, materiais e equipamentos. Serão consideradas edificações de apoio operacional: Oficinas; Posto de Abastecimento; Almoxarifado; Laboratório; Depósito de Resíduos; Balança; Subestações Elétricas.

O dimensionamento, *layout* e locação destas instalações deverão ser definidos pelas disciplinas mecânica e elétrica. No caso das instalações onde houver atividade humana de permanência prolongada, serão devidamente previstos escritórios, sanitários, copas, salas de apoio, de reunião, depósitos, etc., de acordo com a quantidade de pessoas prevista e as necessidades específicas de cada área. Nestes casos serão aplicados os mesmos critérios das instalações de apoio administrativo.

As subestações elétricas abrigam painéis elétricos, equipamentos que possuem exigências específicas a serem atendidas, diferentes das demais instalações. Em geral as subestações elétricas terão tipologia construtiva em dois pavimentos com estrutura de concreto armado mantidas aparentes. As vedações serão de alvenaria de blocos de concreto aparentes interna e externamente. As coberturas serão de telhas galvanizadas apoiadas em estrutura metálica. Os forros serão de laje de concreto mantidas aparentes. As esquadrias serão fixas, de aço e com vidro armado. Os pisos em geral serão de alta resistência e conforme características específicas de cada edificação. As paredes entre transformadores e as áreas internas serão do tipo corta fogo, executadas com bloco de concreto preenchido com argamassa de cimento e areia. Todas as salas elétricas serão providas de cadeados para garantir apenas o acesso a estes locais de pessoas autorizadas conforme NR 10.

O laboratório terá características construtivas semelhantes às instalações administrativas. Serão especificados pisos resistentes ao ataque de substâncias químicas.

Será considerada como premissa a necessidade de eliminar as barreiras arquitetônicas para o deficiente físico em conformidade com os preceitos estabelecidos pelos órgãos públicos. Nas edificações administrativas serão previstos acessos e instalações sanitárias para portadores de necessidades especiais de acordo com a norma NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos da ABNT. Para as edificações de apoio operacional que forem consideradas áreas de segurança não recomendadas para circulação de pessoas portadoras de necessidades especiais não será prevista acessibilidade.

### 3.4.3.3 - Para obras de concreto

O dimensionamento de todas as estruturas de concreto e fundação será realizado para fins de cálculo dos quantitativos, que serão levantados separadamente para cada estrutura e serão estimados quantitativos de concreto “*all-in*”, em separado para concreto de superestrutura, concreto de fundação e concreto para piso em concreto armado.

No desenvolvimento do projeto será adotado o levantamento de quantitativos das estruturas de concreto e fundação com base em projetos similares, com adaptações às dimensões e características das instalações deste projeto. Onde não houver dados disponíveis será feita uma estimativa de verba para atender aos custos da execução da unidade. Considerou-se como premissa fundação direta para todas as estruturas e edificações, isto por ainda não existirem dados de sondagens e ensaios geotécnicos disponíveis. Nas etapas subseqüentes do projeto essa premissa deverá ser verificada.

Todas as fundações deverão ser assentadas sobre uma camada de 5 cm de concreto magro, a uma profundidade mínima de 1,50 metros, exceto quando adotadas fundações em sapata corrida. As instalações não serão projetadas com a consideração de expansões futuras.

### 3.4.3.4 - Para estruturas metálicas

O levantamento dos quantitativos das estruturas metálicas dos prédios de processo será feito de acordo com os arranjos mecânicos recebidos, através de taxas obtidas em projetos similares ou pela experiência do calculista. Os quantitativos de Cable e Pipe Racks serão estimados com base em uma taxa por metro linear de acordo com a extensão apresentada nos desenhos das disciplinas Elétrica e Sistemas. Os quantitativos, em toneladas, deverão ser levantados separadamente para cada estrutura (prédios, casas de transferência, pipe-racks, cable-racks etc) e serão divididos nos seguintes itens, porém não se limitando a: Estruturas metálicas tipo leve; Estruturas metálicas tipo média; Estruturas metálicas tipo pesada; Chapa de piso; Miscelâneas metálicas, corrimãos, guarda-corpos, parafusos, etc. Também serão estimados os quantitativos para Telhas em aço galvanizado trapezoidal para cobertura e/ou tapamento lateral (m<sup>2</sup>) e Trilhos para pontes rolantes (t).

### 3.4.3.5 - Para projeto mecânico

Os projetos mecânicos levarão em consideração as características dos materiais que interferem diretamente no dimensionamento de equipamentos, silos e pilhas. As demais informações deverão ser obtidas nos fluxogramas de processo. Para o Minério de Ferro serão considerados: Ângulo de Repouso = 38°; Ângulo de escorregamento em chutes, calhas e silos = 70° na aresta; Ângulo de acomodação na correia transportadora = 20° para correias até 500 m e 15° para correias acima de 500 m; Densidade aparente e granulometria, conforme fluxograma de processo.

As capacidades, vazões e taxas de produção nominais serão determinadas a partir dos fluxogramas de processo, e deverão descrever as condições operacionais máximas esperadas para um determinado fluxo. Os fatores de projetos adotados neste empreendimento serão: Fluxos provenientes de britagem primária = 1,35 (35%); Fluxos provenientes das recuperadoras = 1,4 (40%); Demais fluxos = 1,2 (20%).

O formato que deverá ser considerado para a execução dos desenhos variará entre A1 e A4 para os casos gerais e o tamanho A0 para casos especiais. Os desenhos de arranjos mecânicos serão executados preferencialmente nas escalas 1:75, 1:100, 1:125, 1:150, 1:250, 1:300, 1:750, 1:1000, 1:200 ou 1:500. O plano diretor e o arranjo geral das instalações do beneficiamento poderão ser em escalas maiores, ou conforme a necessidade para se enquadrarem dentro do formato A0. Em casos especiais poderão ser utilizadas escalas mais apropriadas a um projeto específico com a devida autorização da SAM. Exceto quando especificamente indicado em contrário, todas as unidades de peso e medidas utilizadas nas especificações, documentos de referência, em todo e qualquer desenho e/ou documento apresentado, deverão ser métricas, exceto para perfis laminados, tubos e parafusos que serão aceitos com dimensões em polegadas.

Os critérios estabelecidos pelos códigos aplicáveis, normas industriais e outros documentos de referência serão considerados como requisitos mínimos para o desenvolvimento do projeto. Critérios mais severos ou conservadores serão aplicados onde considerado apropriado. Os arranjos gerais serão elaborados utilizando como base os fluxogramas de massas, levantamentos topográficos (fornecidos pela SAM) e conceitos aplicados em projetos similares.

O arranjo geral da planta será elaborado levando-se em consideração, entre outros, os seguintes fatores: Adequação do arranjo visando a otimização da operação, manutenção, implantação e dos custos de investimento; Localização das edificações de processo a fim de otimizar as rotas externas de tubulação; Adequado aproveitamento da topografia e utilização favorável do desnível das plataformas de terreno, objetivando menor consumo de energia, menor movimentação de terra e otimização do caminhamento de transportadores de correia; Previsão de áreas e meios necessários à montagem, operação/manutenção dos equipamentos e componentes; Previsão de espaços adequados e necessários para instalações elétricas, tubulação, drenagem, etc.; Condições adequadas para garantir o acesso seguro às diversas edificações da planta, proporcionando acesso de veículos de manutenção às proximidades dos edifícios de processo.

Os edifícios de processo serão considerados em estrutura metálica ou em estrutura de concreto, conforme sejam as características dos equipamentos a serem instalados e a necessidade de silos de alimentação. Os edifícios serão considerados com cobertura metálica e tapamento lateral. Serão previstas condições de ventilação natural através de marquises e aberturas na região do beiral. As escadas serão consideradas com inclinação máxima de 40°. O desnível entre patamares será de 3,6 m, podendo chegar a 4,0 m. O eventual uso de escada de marinheiro será restrito a condições de pouco uso e/ou onde não se aplicar a escada convencional.



Para a alimentação de silos horizontais, a distribuição do minério nas várias células será considerada com a utilização de transportadores móveis. Os transportadores móveis em operação normal não serão reversíveis. Eles poderão ter esta flexibilidade caso a planta necessite em caso de eventual manutenção, quando a utilização de reversão deverá ocorrer apenas com o transportador móvel totalmente descarregado.

A Pilha Pulmão para recuperação será feita através de alimentadores de sapata em um túnel abaixo da pilha. A pilha terá um ângulo de acomodação de 38° e um ângulo de 55° para recuperação.

Instalações de Apoio Industrial serão localizadas próximas aos locais de maior demanda de serviços de manutenção e reparos.

Os seguintes requisitos mínimos serão observados no projeto dos equipamentos mecânicos:

- Os equipamentos previstos estarão em conformidade com as condições do uso de serviço extra pesado, em ambiente com poeira, umidade e aberto, sujeito a intempéries;
- Não será prevista a padronização dos componentes dos equipamentos nesta fase, mas para minimizar o inventário de peças de reposição, deverá ser prevista tal padronização durante a elaboração da engenharia Básica e pelos fornecedores dos equipamentos;
- Com o objetivo de conseguir bons resultados operacionais, o projeto será feito com a experiência obtida em função dos equipamentos já testados e consagrados em condições de operação similar;
- As proteções de segurança seguirão as normas de Segurança e Saúde Ocupacional da ABNT e da NR 10.

A potência necessária aos equipamentos será calculada baseando-se em dimensionamentos preliminares, equipamentos similares e nas informações obtidas em catálogos de fabricantes.

A capacidade nominal a ser transportada por transportador de correia será definida pelo fluxograma de processo. Os fatores de projeto a serem adotados serão definidos pela capacidade de projeto. A capacidade volumétrica máxima admissível por equipamento será baseada nas recomendações da "ABNT", sem provocar transbordamentos. A área transversal da carga na correia determinará a capacidade do transportador. A área transversal será baseada no ângulo de inclinação dos roletes, limite da distância padrão do material até a borda da correia e o ângulo de acomodação do material na correia do transportador, conforme norma NBR 8011. O grau de enchimento na correia transportadora, carregada em sua capacidade volumétrica máxima, será considerada como 80% ± 5% sobre a capacidade de projeto.

As larguras das correias serão estabelecidas de acordo com a capacidade de projeto, grau de enchimento, características do material e faixa de velocidade permitida. As larguras de correia serão definidas em milímetros. Os transportadores terão inclinação máxima de 8 graus na área de carregamento, 15 graus nos trechos ascendentes e 12 graus nos trechos descendentes. As velocidades das correias serão avaliadas em função do ciclo da correia, velocidade periférica dos roletes e trajetória do material. Para cálculo das tensões será adotado um coeficiente de atrito entre o tambor com revestimento cerâmico e a correia de  $m = 0,35$  na operação e de  $m = 0,45$  na partida. Para o cálculo de potência e tensões será adotado coeficiente  $f(\text{máx.}) = 0,025$  e  $f(\text{mín.}) = 0,015$ . As tensões na correia serão calculadas considerando-se manter a flecha da correia no lado de carga em, no máximo, 2% da distância entre os roletes.

Os acionamentos dos transportadores de correia serão constituídos dos seguintes componentes principais: Motor de indução, rotor de gaiola; Redutor com FS mecânico 1,5 e FS térmicos de 1,0; Acoplamento hidráulico para limitar o conjugado transmitido durante o período de aceleração em 140% (potência igual ou maior que 50 cv); Acoplamento de engrenagem de alta rotação, FS 1,5 (potência inferior a 50 cv); Acoplamento de engrenagem de baixa rotação, FS 1,5; Motoredutor, FS mecânico 1,5 e FS térmicos de 1,0 (potência igual ou menor que 30 cv); Freio eletromagnético a disco (se necessário); Volante de inércia (se necessário); Contra-Recuo, instalado externo ao redutor no prolongamento do eixo de alta rotação (se necessário).

Todos os fatores de segurança serão aplicados sobre a potência instalada. Os tambores e eixos previstos deverão atender a norma ABNT NBR 6172, sendo que os tambores motrizes terão revestimento cerâmico e os demais tambores terão revestimento de borracha. Os roletes de carga, retorno, impacto, auto alinhante, transição, pesagem e de proteção, previsto serão conforme a norma ABNT NBR 6678. Em geral, os espaçamentos dos roletes de carga serão de 1,20 m mínimo (curvas convexas 0,6 m), roletes de impacto 0,400 m, roletes de retorno 4,00 m máximo e os roletes auto alinhantes de carga e retorno de 30 m. Os roletes de proteção de estruturas serão aplicados a cada 30 m entre os roletes auto alinhantes de retorno.

As correias terão carcaça de fibra sintética (poliéster-nylon) ou de cabo de aço, com emenda vulcanizada a quente. A cobertura será do tipo stacker com espessura superior de 12 mm e inferior de 6 mm. Todas as correias serão dotadas de raspadores primários, secundários e terciários e limpadores em V no retorno. Todo transportador com comprimento igual ou superior a 600 metros deverá possuir virador de correia, sendo que o virador de correia deverá ser do tipo "plano". Ambas as "viradas" deverão ser no mesmo sentido, de forma a permitir que as tensões nas bordas das correias sejam balanceadas. Os tambores deverão ter ângulo de abraçamento mínimo de 5° com a correia e ajustável para permitir o bom alinhamento da mesma.

Os chutes e as calhas deverão ser revestidos com chapas de desgaste em todas as superfícies de contato com o minério, com um ângulo "de aresta" mínima de 70 graus com a horizontal. Os desviadores de Fluxo sobre rodas serão projetados com acionamento mecânico via motoredutor. Os desviadores de Fluxo com chapa defletora única serão projetados com acionamento por atuadores eletro hidráulicos ou atuadores eletro mecânicos. Os pontos de transferência serão equipados com guias laterais, com revestimento projetado especialmente para direcionar e confinar adequadamente o material transportado. Será prevista uma mesa de impacto sob o transportador de correia para absorver as forças de impacto do material sobre a correia. A mesa será suportada pela estrutura do cavalete e utilizará roletes de impacto. Os esticamentos serão, preferencialmente, por gravidade, sendo admissível a utilização de esticamento por parafuso em transportadores cujas características admitam tal aplicação.

Deverão ser previstos os seguintes tipos de estruturas: Transportadores com altura até 2 metros serão projetados com estruturas tipo mesa com longarina para cavaletes normais ou especiais; Transportadores com vãos entre suportes até 12 metros e alturas de 2 a 20 metros serão projetados com estrutura tipo ponte, admitindo-se em casos especiais, vão de até 18 m; Transportadores com vãos superiores a 18 metros e alturas superiores a 20 metros serão projetados com estruturas tipo galeria. Os transportadores de correia serão projetados com passadiços de 800 mm em ambos os lados da correia. Serão consideradas coberturas e proteções laterais ao longo do transportador. Transportadores sobre estradas, ruas ou áreas de passagem e pessoas, deverão ser protegidos para evitar a queda de materiais.

As casas de transferência serão projetadas em estrutura metálica, com cobertura. Os pisos serão em concreto e as plataformas em chapas perfuradas. As casas de transferência serão providas de monovias e talhas elétricas para manutenção, sempre que for necessário em função dos equipamentos e componentes instalados. Escadas tipo marinheiro só serão empregadas em casos excepcionais, onde não houver possibilidade de utilização de escadas normais.

Os alimentadores serão dimensionados para a capacidade de projeto do equipamento que será alimentado. A aplicação de alimentador de placas será considerada na moega de basculamento da britagem primária e abaixo das pilhas pulmão. Para esse tipo de equipamento as velocidades não devem ser superiores a 0,25 m/s. Não são previstos sistemas com engrenamento externo ou de transmissão por corrente. Os componentes de giro serão similares aos utilizados nos tratores de esteira "caterpillar".

As estruturas, caldeirarias, chutes, guias laterais e componentes do acionamento serão de construção similar à dos transportadores de correia adaptados para o tipo de equipamento.

A aplicação do alimentador de correia será considerada para os silos de regularização e demais retomadas. Deverão ter a maior largura possível, a ser definida em função da capacidade, granulometria e largura do equipamento subsequente. Para este tipo de equipamento as velocidades não devem ser superiores a 0,35 m/s. Os componentes de acionamento serão similares aos de transportadores de correia.

Será dada atenção ao ângulo mínimo de escorregamento do material, conforme as características do minério. As áreas sujeitas à abrasão serão revestidas com chapas de desgaste para material seco, e borracha para polpa. Os silos dos prédios do peneiramento e britagens serão de concreto revestido internamente com trilhos ferroviários usados. Nas aberturas de descarga dos silos deverão ser previstas válvulas de barras (válvula agulha) para contenção de material, em caso de necessidade de manutenção na região sob as aberturas. Tanques e caixas metálicas, sempre que possível serão considerados com seção cilíndrica. Terão sobre-espessura para corrosão. Os tanques com agitadores deverão possuir uma chapa de desgaste sobre a chapa do fundo. Os tanques e caixas de bomba serão considerados com revestimento de borracha.

As instalações e equipamentos serão projetados com especial atenção ao fácil acesso para manutenção e substituição de partes ou componentes defeituosos. A remoção e recolocação de equipamentos e componentes para manutenção serão executadas através de talhas manuais, talhas elétricas, guindastes e pontes rolantes, dependendo das variáveis envolvidas quanto à grandeza da carga, altura em relação ao piso e sistemática de manutenção.

Para a britagem primária será prevista utilização de guindastes com capacidade para a manutenção de pequenas peças do rompedor de mataco, alimentador de sapatas, grelha vibratória e britador. Para os britadores secundários / terciários serão previstas pontes rolantes com capacidade suficiente para a remoção e recolocação da peça mais pesada. Para as peneiras será previsto ponte com a capacidade para a relocação e remoção do equipamento completo. Para os moinhos será previsto acesso de guindastes para manutenção dos mesmos. Estes equipamentos serão considerados em prédios sem cobertura.

Para os acionamentos dos transportadores onde os guindastes não tenham acesso serão previstas talhas com condições de atendimento e capacidade para o componente mais pesado.

Para as bombas localizadas no interior de prédios, onde os acessos dos guindastes não sejam possíveis serão previstas monovias para receber talhas manuais ou elétricas. Para manutenção das bombas localizadas em áreas externas está previsto a utilização de guindastes ou caminhões "munck". Para tanto serão previstos acessos necessários para esses veículos.

Para a manutenção das células de flotação e colunas de flotação será prevista a utilização de guindastes ou caminhões "munck" devido aos equipamentos estarem em estruturas sem cobertura.

Para hidrociclones que estiverem sob cobertura serão previstas talhas e ou pontes rolantes com a capacidade suficiente para a remoção e recolocação e para aqueles que estiverem sem cobertura será prevista a utilização de guindastes ou caminhões "munck" para sua manutenção.

Os demais componentes que não estiverem sob o campo de ação da talha / guindastes serão movimentados/removidos para o raio de ação destes através de dispositivos de manutenção, tais como trefor, talhas manuais, catracas, dispositivos hidráulicos.

Deverá ser previsto para a manutenção, um caminhão com prancha larga e de grande capacidade, para a movimentação de peças dos britadores e peneiras devido aos seus tamanhos e grandes pesos. A área ao redor de acionamento será suficiente para permitir pequenas manutenções no local. A utilização de guindaste móvel montado sobre pneus será aplicável à manutenção de equipamentos em estruturas elevadas sem cobertura, e em equipamentos que estiverem no nível do piso em área com condição adequada de acesso.

Para as Pontes Rolantes, será considerada uma área para manutenção com acesso adequado em uma das extremidades do caminho de rolamento, sendo que as vigas de rolamento serão dotadas de passadiços com corrimãos. Eventual necessidade de acesso à ponte rolante fora da área reservada para a manutenção deverá ser suprida com a montagem de andaimes ou dispositivo externo.

Todas as partes em movimento, tais como polias e transportadores, correias e correntes de acionamento, acoplamentos flexíveis, etc., sujeitas a contato com pessoas, possuirão proteção adequada. Pontos de encontro tambores-correia de transportadores também serão protegidos para se evitar acidentes. Todas as áreas sujeitas à manutenção em potencial (acionamentos, transferências, redor de peneiras) e situadas sobre passagens de pessoal, terão seus pisos em chapas perfuradas, a fim de se evitar a queda de peças nos pisos inferiores. O pé direito mínimo admissível entre pisos ou plataformas será de 2200 mm. Pontes rolantes com cabine terão um passadiço ao longo de toda a extensão do seu curso, a fim de permitir a saída do operador em qualquer ponto. Escadas de marinheiro com mais de 3,0 metros de altura terão guarda corpo. Torres de esticamento de transportadores serão devidamente protegidas ao nível do solo, para se evitar a entrada de pessoal sob o esticador. Transportadores sobre estradas ou áreas de passagem frequente de pessoal, terão proteções adequadas para se evitar a queda do material ou qualquer contato das pessoas com a correia. Em transportadores longos serão previstos pontos de passagem sobre os mesmos. Todo silo que for aberto e sempre que existir abertura nos pisos para manutenção, estes serão cobertos por grade de proteção. Controles de ruídos, emissão de gases, vibração e pintura e tratamento de superfície serão tratados numa fase posterior ao projeto conceitual.

#### **3.4.3.6 - Para projetos elétricos**

O suprimento de energia para a planta de beneficiamento e para as captações deverá ser feito em níveis de tensão que atendam aos critérios de viabilidade técnica e econômica.

Para a área da planta de beneficiamento, a tensão para distribuição primária será obtida na subestação principal, através do(s) transformador(es) abaixador(es), e assim definida: 34,5kV, trifásico, 60Hz, neutro aterrado através de resistor de 100A - 10s. Esse sistema de distribuição primária alimentará os centros de cargas de cada área de processo, ou transformadores instalados em postes para distribuição secundária. A alimentação dos centros de cargas (subestações secundárias) poderá ser através de linha de distribuição aérea, condutores isolados em instalações tipo "cable-rack". Redes subterrâneas de dutos deverão, sempre que possível, ser evitadas.

Para a captação na barragem de Irapé, a tensão primária de distribuição será obtida na subestação principal local, de 230kV, e será assim definida: 13,8kV, trifásico, 60Hz, neutro aterrado através de resistor de 100A - 10s.

As tensões para distribuição secundária serão obtidas nos centros de cargas (subestações secundárias) através dos transformadores abaixadores, onde a tensão de distribuição primária será convertida nas tensões descritas a seguir: 4,16kV, trifásico, 60Hz, neutro aterrado através de resistor de 50A - 10s; 480V, trifásico, 60Hz, neutro aterrado através de resistor de 3A - serviço contínuo. O sistema de distribuição secundária será utilizado para alimentação de acionamentos elétricos, cargas de utilidades, transformadores de controle e de iluminação, etc.

As tensões para distribuição de iluminação e tomadas de uso geral serão obtidas através de transformadores abaixadores, nas tensões descritas a seguir: 380/220V, trifásico + neutro, 60Hz, neutro solidamente aterrado, com monitoração da corrente de fuga a terra por dispositivo de proteção diferencial residual, para instalações da área industrial, a partir da tensão de distribuição secundária de 480V; 220/127V, trifásico + neutro, 60Hz, neutro solidamente aterrado, com monitoração da corrente de fuga a terra por dispositivo de proteção diferencial residual, para instalações das áreas de apoio, a partir da tensão de distribuição primária de 34,5kV.

As tensões para proteção e controle serão obtidas de transformadores abaixadores, a partir da tensão de distribuição secundária de 480V, conforme descrito a seguir: 120V, monofásico, 60Hz, obtido de transformadores de controle ou no-break; 125Vcc, obtido de banco de baterias e carregador.

As tensões para medição serão obtidas no interior de painéis, utilizando-se transformadores de potencial com tensões primárias de acordo com a tensão do painel e a secundária de 115V - 60Hz.

O sistema de corrente contínua deverá garantir tensão para alimentação das bobinas de abertura e fechamento dos disjuntores, sinalização, relés de proteção e o sistema integrado de proteção e controle. O sistema de corrente contínua será constituído por banco de baterias do tipo alcalinas, seladas, de tensão nominal 125Vcc e corrente de acordo com as definições do detalhamento. Deverá ter capacidade de suprimento mínimo de 5 horas e nenhum equipamento deverá receber tensão inferior à mínima de operação, inclusive durante manobras de disjuntores. Um carregador deverá ser ligado em paralelo com a bateria, garantindo-lhe carga flutuante e equalização automática, com dispositivo de ajuste manual. O carregador deverá ser formado exclusivamente por elementos estáticos, capaz de manter a tensão estabilizada durante variações de carga e/ou variações de alimentação.

Nessa fase do projeto serão adotadas, para efeito de dimensionamento, as seguintes correntes de curto-circuito, por nível de tensão: 34,5kV: 25kA; 13,8kV: 31,5kA; 4,16kV: 25kA; 480V: 50kA; 380/220V: 10kA; 220/127V: 10kA.

As diversas tensões de controle e auxiliares estarão de acordo as suas finalidades e fontes de suprimento, sendo:

- em 120Vca para: Alimentação de bobinas e motorização de disjuntores de entrada em CCMs e QDs de 480V; Alimentação auxiliar de relés inteligentes em CCMs de 480V; Alimentação da lógica de controle e sequenciamento de relés em CCMs de 4,16kV e 480V e sinalização em geral em CCMs de 480V; Alimentação da lógica de controle em painéis de inversores de 4,16kV e 480V e sinalização em painéis de inversores de 480V;
- em 220Vca para: Alimentação de circuitos de iluminação, tomadas e aquecimento de painéis; Alimentação das resistências de aquecimento de motores; Alimentação dos ventiladores dos painéis de inversores de frequência de baixa tensão;
- em 125Vcc para: Alimentação auxiliar de medidores e relés de proteção instalados em QDs de 34,5kV, QDs de 4,16kV e CCMs de 4,16kV; Alimentação de motores e bobinas de disjuntores instalados em QDs de 34,5kV, 13,8kV e 4,16kV; Controle e sinalização em QDs de 34,5kV, 13,8kV e 4,16kV e sinalização em CCMs e painéis de inversores de 4,16kV; Alimentação de bobinas de contadores em CCMs de 4,16kV; Motorização de disjuntores em CCMs de 4,16kV.

Basicamente, para os equipamentos elétricos, serão adotados os seguintes padrões de cores: Cinza claro (Munsell N6,5) para superfícies externas de painéis elétricos, transformadores e resistores de aterramento; Laranja segurança (Munsell 2,5YR6/14) para portas e superfícies internas de painéis elétricos e botoeiras de comando local instaladas em área industrial; Amarelo 10YR7/12 para motores elétricos; Alumínio natural para partes metálicas não energizadas de chaves seccionadoras instaladas em subestações ao tempo. Para barramentos de corrente alternada: Fase L1 = vermelho; Fase L2 = branco; Fase L3 = marrom; Neutro = azul claro; Terra = verde. Para barramentos de corrente contínua: Positivo = vermelho e Negativo = preto.

As subestações deverão ser do tipo "desassistida". Sua operação e supervisão serão feitas a partir da sala de controle do sistema elétrico, através do sistema integrado de proteção e controle (CLP), que deverá ser compatível e integrado ao sistema supervisor. No modo local ou remoto será possível ligar/ desligar disjuntores, monitorar as proteções, obter diagnósticos, parametrizar relés de proteção, etc. Este sistema irá automatizar a partir da sala de controle todo sistema elétrico de distribuição de energia, dos centros de cargas e será independente do sistema de controle de processos produtivos.

O controlador lógico programável (CLP) deverá ser capaz de realizar as seguintes funções: Sinalizar e fornecer relatórios de todos os eventos e condições relativas a equipamentos das subestações industriais; Programação lógica das proteções e intertravamentos; Reposição remota em caso de desligamento, após a identificação da ocorrência; Detecção de falhas. O controlador lógico programável (CLP) interligará todos os equipamentos, tais como: Relés múltipla função; Medidores de múltipla função; Disjuntores de média e baixa tensão; Transformadores e resistores de aterramento; Chaves seccionadoras; Fusíveis de média tensão. Este sistema será interligado através de rede de comunicação dedicada à distribuição elétrica. O protocolo de comunicação da rede deverá ser aberto do tipo MODBUS (a ser confirmado).

Para as subestações, especial atenção será dada às prescrições das seguintes normas da ABNT: NBR 14039 Instalações elétricas de média tensão de 1,0kV a 36,2kV; NBR 13231 Proteção contra incêndio em subestações elétricas de geração, transmissão e distribuição; NBR 13859 Proteção contra incêndio em subestações elétricas de distribuição. As subestações serão construídas próximas aos centros de cargas e subdivididas em três áreas distintas: baias de transformadores, sala de cabos (pilotis) e sala de painéis.

Os transformadores de potência imersos em óleo e a seco serão instalados nas baias, e os transformadores de iluminação e de controle, a seco, nas salas de painéis. As baias dos transformadores de potência a óleo terão bacias de contenção para drenagem de eventuais vazamentos do óleo isolante, portões de tela, coberturas e paredes do tipo corta-fogo, separando os transformadores, e entre os transformadores e a sala de painéis. O fluído drenado será encaminhado para um sistema coletor específico, externo à subestação, que permita sua armazenagem e posterior retirada.

Os transformadores de potência a seco serão instalados em baias, diretamente no solo, protegidos por invólucros metálicos, com paredes laterais em alvenaria e portões com tela. A sala de cabos será localizada no primeiro pavimento, sob pilotis, acima do nível do solo, com fechamento em tela. Onde aplicável, parte desta área poderá ser reservada e limitada para a sala de conjunto de baterias, independente, com sistema de exaustão de ar.

O pé direito livre da sala de cabos deverá ser de 2.500 mm. Esta sala deverá ser dotada de portas independentes para acesso de pessoas e equipamentos, além de uma exclusiva para saída de emergência, todas elas do tipo corta-fogo.

O segundo pavimento, também em alvenaria e estrutura de concreto, será destinado à sala de painéis. Será prevista com, no mínimo, três portas corta-fogo, sendo uma de acesso de pessoas, outra para equipamentos e outra para saída de emergência. As portas para equipamentos e saída de emergência serão opostas à porta de acesso de pessoas. As portas de emergência deverão ser providas de barras antipânico. Serão previstas escadas em ambas as extremidades da sala de painéis. Será prevista iluminação de segurança, provida por unidades autônomas, no interior da sala de painéis, sala de cabos, e seus acessos, e por luminárias alimentadas diretamente pelos circuitos de 125Vcc. A utilização de iluminação alimentada por conjuntos de baterias ou geradores não dispensa a utilização das unidades autônomas. A localização da sala elétrica será prevista de forma que permita futuras ampliações.



Nas subestações será previsto sistema de detecção alarme e combate a incêndio (SDACI). Este sistema deverá monitorar a subestação e sinalizar a ocorrência, no local e na sala de controle, através de sinais luminosos e sonoros. Todos os ambientes das subestações, salas de painéis, salas de cabos e baias de transformadores terão detectores. O sistema de detecção será modular, com possibilidade de ampliação ou introdução de novas zonas, consistindo basicamente de sensores inteligentes, combinando detectores de calor e de fumaça em uma única unidade. Os leitos para cabos serão monitorados por sensores a cabo do tipo linear.

A disposição dos equipamentos deverá prever distâncias entre os painéis, pelo menos o suficiente para extração dos equipamentos tais como disjuntores e gavetas, e para circulação, conforme recomendações da NBR 13231 e NBR 14039. Deverão ser previstos espaços para possíveis ampliações de painéis e eventuais expansões. As faces frontais dos painéis serão sempre alinhadas. As salas de painéis serão previstas com sistema que possibilite a retirada do calor dissipado pelos equipamentos elétricos. Este sistema deverá prover pressão positiva no interior da sala, evitar a penetração de poeira em suspensão e será previsto, basicamente, com a utilização de ar condicionado do tipo *split*.

Os equipamentos elétricos instalados nas salas elétricas deverão possuir invólucros com grau de proteção mínimo IP-4X. Painéis instalados em áreas externas ou de processos da planta terão proteção IP-54, cobertura inclinada e porta externa para acesso interno ao painel. Motores elétricos deverão possuir invólucro com grau de proteção IP55W, independentemente do local onde serão instalados. Transformadores a seco deverão possuir invólucro com grau de proteção mínimo IP-21.

Os transformadores de potência serão imersos em líquido isolante para potências acima de 7500kVA e tipo seco para potências iguais ou inferiores a 7500kVA. Deverão ser apropriados para instalação externa e com, no mínimo, os dispositivos de proteção e acessórios previstos nas normas NBR 5356-1 (transformadores a óleo) e NBR 10295 (transformadores a seco) da ABNT. Para os transformadores com potência superior a 5000kVA deverá ser previsto um estágio com ventilação forçada, possibilitando um acréscimo de até 25% na potência nominal destes transformadores. Os transformadores de iluminação e de controle serão do tipo seco, apropriados para instalação em local abrigado e previstos com invólucro em chapa de aço, grau de proteção IP-21.

Todos os transformadores deverão possuir conexão triângulo (primário) - estrela (secundário), com neutro acessível para aterramento, buchas laterais protegidas por caixas metálicas, para ligação de cabos do primário e cabos ou barramentos do secundário, exceto para aqueles destinados à alimentação de inversores de frequência de mais de 6 pulsos, que terão conexão triângulo (primário) - estrela (secundário) - triângulo (terciário). As potências padronizadas são as seguintes:

- 34,5 - 4,16kV = 1000/1500/2000/2500/3000/4000/5000/6000/7500 e10000kVA;
- 34,5 - 0,48kV = 300/500/750/1000/1500/2000kVA;
- 34,5 - 0,48 - 0,48kV = 1000/1500/2000/2500/3000/4000kVA;
- 480 - 380/220V = 30/45/75/150kVA;

- Para transformadores tipo distribuição, ou pad-mounted, destinados à alimentação de unidades de apoio: 34,5kV - 220/127V = 75/112,5/150/225/300kVA.

Todos os quadros de distribuição de média tensão terão acesso frontal e traseiro. Para QDs de 4,16kV, 13,8kV e 34,5kV, os relés de proteção e medidores serão microprocessados - IEDs. O protocolo de comunicação será definido posteriormente. Para os QDs até 13,8kV o meio isolante será ar. Para painéis de 34,5kV o meio isolante será gás SF6. Em todas as subestações, os quadros de distribuição de média tensão deverão possuir, tanto nas entradas quanto nas saídas, disjuntores do tipo a vácuo, motorizados e extraíveis (quando o isolamento for a ar) ou fixos (para painéis SF6). Os quadros de média tensão serão especificados dentro dos requisitos da NBR IEC 62271-200, tendo o conjunto de manobra e controle de alta tensão em invólucro metálico para tensões acima de 1kV até e inclusive 52kV, classificação LSC2B-PM para compartimentos com disjuntor e LSC2A-PM para compartimentos com chaves seccionadoras, porém ambas configurações com certificação IAC (arco interno).

O Quadro de Distribuição de Baixa Tensão poderá vir a ser utilizado quando, por necessidade imposta pelo sistema elétrico, seja considerada a melhor opção em termos de flexibilidade e segurança do sistema elétrico. Eletricamente, ele estará à jusante do transformador com secundário de 480V e alimentará, basicamente, CCMs de 480V e cargas típicas de utilidades, tais como transformadores de iluminação, talhas elétricas, tomadas para máquinas de solda. Disjuntores alimentadores de corrente nominal menor que 630A serão do tipo termomagnético em caixa moldada. Disjuntores com corrente nominal igual ou superior a 630A serão do tipo "power", aberto e motorizado. Sua construção deverá estar baseada na norma NBR IEC 60439-1, forma construtiva 4b, deverá ser constituído de disjuntores alimentadores, conforme definido.

Os Centros de Controle de Motores de média tensão serão previstos com disjuntor, motorizado e extraível, na entrada. Os relés de proteção e medidores serão microprocessados - IEDs. O protocolo de comunicação será definido posteriormente. Para acionamento de motores com potência até 710kW os demarradores terão configuração com chaves seccionadoras, contatores extraíveis a vácuo, associados a fusíveis limitadores de corrente. Para acionamentos de potências superiores a 710kW, os demarradores deverão utilizar disjuntores extraíveis a vácuo. Também os CCMs de média tensão serão especificados dentro dos requisitos NBR IEC 62271-200: Conjunto de manobra e controle de alta tensão em invólucro metálico para tensões acima de 1kV até e inclusive 52kV, classificação LSC2B-PM para compartimentos contendo disjuntores ou demarradores contator-fusível e LSC2A-PM para compartimentos com chaves seccionadoras, ambas configurações com certificação IAC (arco interno).

Os Centros de Controle de Motores de baixa tensão para as cargas de processo serão do tipo "inteligentes", com acesso frontal e traseiro. A seção de entrada deverá possuir medição microprocessada de tensão, corrente e energia e, quando ligado direto ao secundário de um transformador de força, terá ainda um disjuntor extraível, motorizado, do tipo aberto. Os CCMs poderão ser do tipo convencional nos casos de subestações de utilidades, oficinas, etc, que não fazem parte dos processos industriais. Os CCMs terão gavetas extraíveis e intercambiáveis e os dispositivos de proteção e manobra dos motores deverão incluir disjuntor somente magnético, contator e relé de sobrecarga do tipo inteligente. Para gavetas com finalidade apenas alimentadora, deverão ser empregados disjuntores com proteção termomagnética.

Os CCMs de baixa tensão deverão ser construídos de acordo com a NBR IEC 60439-1 e terão a forma construtiva 4b.

Os bancos de capacitores serão aplicados para correção do fator de potência geral da instalação e filtragem de harmônicas indesejáveis. Fisicamente, serão conectados ao barramento de 34,5kV da subestação principal deste projeto. Banco de capacitores em 4,16kV, se necessário, serão utilizados na correção individual do fator de potência, junto aos respectivos acionamentos. Banco de capacitores em 480V, se necessário, serão para correção coletiva do fator de potência, em até 6 estágios.

Os inversores de frequência serão aplicados para variação de velocidade dos motores de indução e conseqüentemente dos equipamentos a eles acoplados. Os inversores poderão ser de 6, 12, 18 ou 24 pulsos, de acordo com a potência, e previstos em painéis. Os inversores serão previstos com comunicação via rede com o sistema de controle dos processos industriais. As tensões dos inversores serão as seguintes: 480V para potência igual ou inferior a 560kW; 4160V para potência superior a 560kW. Os inversores serão de 6 pulsos quando aplicados a motores com potência até 260kW. Entre 260 e 560kW serão utilizados inversores de 12 pulsos. Acima de 560kW os inversores serão de 18 pulsos - 4160V. Todos inversores para potência igual ou superior a 150kW deverão ter entradas para sensores de temperatura tipo Pt 100 dos enrolamentos do motor. Os sensores Pt 100 dos mancais (2) serão ligados ao sistema de controle de processo (CLP), de forma a monitorar a temperatura dos mancais dos motores.

Os motores serão do tipo indução, totalmente fechados com ventilação externa (TFVE), grau de proteção IP55W, isolamento classe F, elevação de temperatura 80°C, fator de serviço igual a 1,0. As tensões de serviço padronizadas, exceto em casos específicos de projeto, serão as seguintes: Motores menores que 150kW - 440V - trifásicos - 60Hz; Motores iguais ou maiores que 150kW, 4.000V, trifásicos e 60Hz; Motores iguais ou menores que 260kW, acionados por inversores de frequência - 440V - trifásicos - 60Hz - 6 pulsos; Motores entre 260 e 560kW, com acionamento através de inversor de frequência - 4.000V - trifásico - 60Hz - 12 pulsos; Motores maiores que 560kW, com acionamento através de inversor de frequência - 4.000V - trifásico - 60Hz - 18 pulsos ou similar.

Os motores deverão ser de indução, assíncrono de rotor em gaiola de esquilo, salvo para aplicação específica, com isolamento classe F, elevação de temperatura classe B e fator de serviço 1,0 mínimo (casos especiais a serem definidos na FD), aletados, grau de proteção IP55W, quando não especificados de outra forma. Os seguintes acessórios deverão ser previstos: Resistência de aquecimento de parada com alimentação em 220V, monofásica, para motores de BT com potências acima de 150kW e motores de MT; Detectores de temperatura tipo resistência (RTD) embutidos nos enrolamentos de cada fase (2 por fase) e 1 nos mancais, sendo seus terminais levados a borne em caixa terminal, para motores de BT com potências acima de 150kW alimentados por inversores e motores de MT. Os motores alimentados por inversores de frequência deverão ser fornecidos com características adequadas a este fim, atendendo aos requisitos das normas IEC.

Os resistores de aterramento de média tensão serão aplicados ao neutro acessível dos transformadores com secundário em 4160V, 13800V e 34500V, ligação estrela, limitando a corrente de curto entre fase e terra em 50A para 4160V e 100A para 13800V e 34500V durante 10 segundos. O resistor de aterramento de baixa tensão será aplicado ao neutro acessível dos transformadores com secundário em 480V, ligação estrela, limitando continuamente a corrente de curto entre fase e terra em 3A. Este resistor será previsto com sistema de indicação/ alarme, para indicação de curto fase-terra, também, no CLP. Para possibilitar a localização e manutenção do elemento defeituoso, este resistor deverá possuir dispositivo para pesquisa.

Os quadros de iluminação serão previstos, basicamente, com disjuntores de caixa moldada e multimetro na seção de entrada. Os painéis de iluminação, que serão alimentados por estes QLS, terão, basicamente, disjuntores de caixa moldada, disjuntores residuais para circuitos de tomadas e, quando aplicável, em áreas externas, contator associado à relé fotoelétrico para comando automático da iluminação. Todos os painéis de iluminação a serem alimentados por redes secundárias de distribuição aérea serão previstos com protetores contra surtos atmosféricos (DPS).

O sistema de corrente contínua deverá ser composto por carregador, conjunto de baterias e painel de tensão auxiliar de corrente contínua. A tensão nominal deverá ser de 125Vcc. A utilização de corrente contínua em 125Vcc deverá ser avaliada, para cada centro de carga, em função do porte e importância da subestação e da forma de operação de seus componentes, ou seja, quantidade de disjuntores, seus relés de proteção e da disponibilidade de energia para alimentação nas ocorrências de falha no sistema elétrico. O tipo de bateria a ser utilizado deverá ser alcalina, composto Ni-Cd, e completamente selada. O sistema deverá ser dimensionado para garantir tensão para alimentação dos motores de carregamento das molas, bobinas de abertura e fechamento dos disjuntores, sinalização, relés de proteção, instrumentos de medição e alarmes e switches do sistema elétrico, bem como de todo o sistema de automação. As baterias deverão ter capacidade de suprimento mínimo de 5 horas e nenhum equipamento deverá receber tensão inferior à mínima de operação, inclusive durante manobras de disjuntores.

Em paralelo com o conjunto de baterias, deverá ser previsto um carregador alimentado a partir de um CCM de 480V, garantindo carga flutuante e equalização automática com dispositivo de ajuste manual. O carregador deverá ser formado exclusivamente por elementos estáticos e capazes de manter a tensão estabilizada durante variações de carga e/ ou variações da tensão de alimentação. O carregador será estático e com funções automáticas de controle de carga. O painel será provido de uma chave seletora de três posições: "Flutuação - Equalização - Manual", medição de tensão e corrente na entrada e saída do carregador, medição de corrente de carga/ consumo das baterias, medição de corrente da saída para cargas e relé de proteção de falha a terra.

O painel de tensão auxiliar de 125Vcc deverá ser composto de barramentos, disjuntores de entrada e saídas do tipo caixa moldada, grau de proteção IP-4X, com porta e espelho, provido de medidor de tensão e relé de mínima tensão na entrada, com disjuntores reservas na quantidade 30% dos disjuntores montados, mas com um mínimo de quatro disjuntores reservas.

A necessidade de ligação de alguns equipamentos considerados críticos a sistemas de emergência será definida, oportunamente, para cada projeto. Estes sistemas de emergência, em função da quantidade e potência das cargas, poderão ser constituídos de sistemas de baterias e carregadores, ou por geradores de emergência, de partida automática ou manual, dependendo da necessidade.

Será prevista iluminação de segurança para salas elétricas ou de controle. Esta iluminação será obtida, quando disponível no local, de sistemas de corrente contínua (por exemplo, em salas elétricas). Mesmo com a disponibilidade de tensão contínua para o sistema de iluminação de segurança, deverão ser utilizados aparelhos do tipo unidades autônomas, equipados com duas lâmpadas halógenas de 55W e bateria de 17Ah. Esse sistema terá autonomia de 15 minutos com acionamento automático para ligar e desligar.

As especificações de cabos a seguir são aplicáveis a circuitos convencionais. Para os casos de aplicações a equipamentos que exijam procedimentos especiais, serão verificadas todas as recomendações do fabricante do equipamento.

Para alimentadores isolados em 34,5kV e 13,8kV serão utilizados cabos com condutor de cobre (encordoamento classe 2), blindados e unipolares, isolação de EPR para 20/35kV e 8,7/15kV, respectivamente, cobertura em PVC, temperatura máxima de 105°C em regime contínuo, fabricados conforme NBR 7286, com terminações do tipo contráteis a frio, de seções 25 a 240 mm<sup>2</sup>.

Para alimentadores isolados em 4,16kV serão utilizados cabos com condutor de cobre (encordoamento classe 2), blindados, monopolares, isolação de EPR para 3,6/6kV, cobertura em PVC, temperatura máxima de 105°C em regime contínuo, fabricados conforme NBR 7286, com terminações do tipo contráteis a frio, de seções 25 a 240 mm<sup>2</sup>.

Para Alimentadores de 480V serão utilizados cabos com condutor formado por fios flexíveis, encordoamento classe 5, com isolação de EPR para 0,6/1kV, temperatura de operação de 90°C, cobertura de PVC, tetrapolares até 35 mm<sup>2</sup>, inclusive, e unipolares quando as seções forem maiores que 35 mm<sup>2</sup>, fabricados conforme NBR 7286. A seção mínima deverá ser de 2,5 mm<sup>2</sup> e a máxima de 300 mm<sup>2</sup>.

Para aplicações em circuitos de inversores de frequência, em atendimento às recomendações do fabricante, poderão ser utilizados cabos de mesmas especificações acima, porém blindados e de neutro concêntrico.

Para Condutores de Proteção serão utilizados cabos com condutor de cobre (encordoamento classe 2), com isolação em PVC na cor "VERDE", 750V, temperatura máxima de 70°C em regime contínuo, fabricados conforme NBR NM 247-3. Estes cabos serão utilizados somente em eletrodutos, pois o condutor de proteção em leitos para cabos será de cobre nu. As seções irão variar de 2,5 a 150 mm<sup>2</sup>.

Para Condutores para Iluminação, em leitos e rede de dutos, serão utilizados cabos com isolamento e cobertura em PVC. Para instalação em eletrodutos e perfilados instalados em locais abrigados, serão utilizados cabos de cobre (encordoamento classe 5), com isolamento em composto termoplástico poliolefínico não halogenado, para 750V, de características retardante ao fogo e baixa emissão de fumaça e gases tóxicos, temperatura máxima de 70°C em regime contínuo, fabricados conforme NBR 13248. Será adotada a seguinte convenção de cores de isolamento, de modo a identificar os condutores dos circuitos de iluminação: Fase R = vermelha; Fase S = branca; Fase T = marrom; Neutro = azul claro; Terra = verde e Retorno - cinza.

Para Sistemas de Controle e Instrumentação serão utilizados cabos múltiplos com isolamento de PVC para 1kV, cobertura em PVC, com condutores de cobre, encordoamento classe 2, identificação dos condutores através do sistema numérico, seção 1,5mm<sup>2</sup>, fabricados conforme NBR 7289. De modo a padronizar e limitar a diversidade de cabos de controle, a quantidade de condutores por cabo será, preferencialmente, a seguinte: 2, 3, 4, 7, 12 e 20. Cabos para instrumentos serão formados por dois condutores de cobre (par torcido), com blindagem eletrostática (fita de alumínio/mylar com fio dreno). A isolamento e cobertura serão de PVC, seção 1,0mm<sup>2</sup>, fabricados conforme NBR 10300.

A fiação interna de painéis será constituída de condutores singelos, flexíveis, com classe de encordoamento 2 ou 4, isolados para 750V, com a seguinte convenção de cores para sua isolamento: controle CA (fase) = amarelo seção mínima 1,5 mm<sup>2</sup>; controle CA (comum ou neutro) = azul claro seção mínima 1,5 mm<sup>2</sup>; controle CC (+) = vermelho seção mínima 1,5 mm<sup>2</sup>; controle CC (-) = preto seção mínima 1,5 mm<sup>2</sup>; aterramento = verde seção mínima 4 mm<sup>2</sup>; neutro = azul claro seção mínima 1,5 mm<sup>2</sup>; secundários de TC ou TP = preto seção mínima 2,5 mm<sup>2</sup>; módulos de CLP = cinza seção mínima 1,0 mm<sup>2</sup>; circuitos auxiliares = marrom seção mínima 2,5 mm<sup>2</sup>.

Condutores de baixa tensão serão dimensionados utilizando-se os critérios da norma NBR 5410. Condutores de média tensão serão dimensionados de acordo com os critérios da NBR 11301 (Cálculo da capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente).

O sistema de aterramento dos neutros, nos diversos níveis de tensão, deverá atender aos seguintes requisitos: Garantia de segurança quanto à tensão de toque e passo máximas admissíveis pelo corpo humano; Limitação das sobretensões sustentadas nas fases sãs, na ocorrência de faltas fase-terra, bem como das sobretensões transitórias devido à faltas para a terra através de arco intermitente, a níveis compatíveis com o isolamento dos equipamentos e que permitam satisfatória coordenação do isolamento; Garantia de um sistema de proteção contra faltas fase-terra sensível, rápido e seletivo; Atender às características das cargas, no que diz respeito às correntes de desequilíbrio, bem como à necessidade de continuidade de alimentação sob condições de falta fase-terra.

A malha geral de terra deverá ser constituída por: Anel de aterramento, enterrado no piso, em torno de cada edifício; Anel de aterramento, enterrado no piso, em torno de cada unidade operacional ou centro de carga; Interligação dos diversos anéis de aterramento em dois pontos distintos. O sistema de aterramento deverá desempenhar as seguintes funções: Segurança pessoal e dos equipamentos quando da ocorrência de curtos circuitos e descargas atmosféricas; Proteção contra eletricidade estática; Limitar ou eliminar sobretensões no sistema que possam ser ocasionadas por chaveamento, falhas de isolamento e sobretensões de origem externa; Reduzir ou eliminar interferências em sistemas de sinalização e instrumentação.

O valor máximo da resistência da malha de aterramento deverá ser determinado em função da máxima corrente de curto-circuito fase-terra do sistema que, efetivamente, retorna pela malha, do tempo de operação da proteção, da resistividade do solo e do tipo de malha a ser implantado (sem controle ou com controle de gradiente). Em qualquer solução adotada, o projeto deverá ser tal, que todos os gradientes de potencial sejam mantidos em limites toleráveis à segurança humana, conforme padrões internacionais. A seção dos cabos da malha de aterramento deverá ser definida em função das solicitações térmicas provocadas pelas correntes de curto-circuito e pela resistência à ação dos agentes corrosivos do solo.

Todos os equipamentos e componentes metálicos, elétricos ou não, deverão ter suas carcaças ou estruturas solidamente conectadas ao sistema de aterramento. Estas conexões deverão ser executadas no ponto mais próximo da malha geral de terra ou de qualquer das malhas secundárias.

Os motores elétricos serão aterrados através de 2 (dois) condutores: "condutor de proteção" constituído por um cabo isolado, conectado à barra de terra do CCM alimentador, acompanhando os cabos principais desde o CCM até a caixa de ligações do motor; e "condutor de aterramento" constituído por um cabo de cobre nu, conectado no terminal de aterramento da carcaça do motor e no ponto mais próximo da malha de terra.

O Aterramento das correias transportadoras deverá ser feito por lançamento de cabo de aterramento, em aço galvanizado de 5/16", ao longo das correias transportadoras, conectado à sua estrutura metálica. A cada trecho de 50 metros, o cabo de aterramento deverá ser conectado a uma haste de aterramento cravada no solo.

Na construção da malha de aterramento será sempre utilizado um número reduzido de diferentes seções de condutores para aterrar equipamentos. Na malha, deverão ser instaladas hastes nos seguintes locais: cantos das malhas em torno das instalações; próximo às instalações de resistores de aterramento; nos cabos de descida dos para-raios; nos cabos de descida do sistema de proteção contra descargas atmosféricas; pontos de aterramento de equipamentos de manobra de alta tensão; ao longo da periferia da malha geral, da periferia de anéis em torno das instalações e da periferia de cercas de fios metálicos em torno das instalações e subestações.

As conexões dos cabos de aterramento deverão ser executadas da seguinte forma: as ligações dos cabos de aterramento às hastes de medição deverão ser executadas através de conectores aparafusados; as hastes de medição deverão ser protegidas por caixas redondas de PVC fabricadas com cimento agregado Ø 300 x 300 mm, com tampa de ferro fundido; as ligações dos cabos de aterramento às demais hastes deverão ser executadas através de solda exotérmica; todas as conexões de cabos de aterramento à malha, enterradas permanentemente ou embutidas, deverão ser executadas através de solda exotérmica; as ligações dos cabos de aterramento de equipamentos aos mesmos deverão ser executadas com conectores aparafusados, exceto no caso de aterramento de estruturas metálicas fixas, onde deverá ser usada a solda exotérmica; as fundações das instalações poderão ser utilizadas como meio de redução da resistência de aterramento, quando for mais viável técnica e economicamente; as hastes de aterramento serão do tipo “cooperweld” com 19 mm de diâmetro e 3 m de comprimento.

Todas as instalações e equipamentos, expostos às descargas atmosféricas, deverão ser protegidos contra seus efeitos, através de utilização de hastes tipo Franklin ou fios captadores fechados em anéis. O sistema a adotar será definido em função da configuração das instalações e de estudo técnico econômico e deverá ser executado conforme a norma NBR 5419. Em áreas de grande circulação de pessoas, não protegidas pelos para-raios das instalações próximas, deverá existir proteção localizada. O número de descidas será definido segundo a norma NBR 5419, sendo, no mínimo, duas por edificação. Os cabos de descida deverão ficar afastados de locais de estacionamento ou circulação frequente de pessoas. Deverão ser de menor comprimento possível, evitando-se ângulos e posições que facilitem arcos laterais.

Serão aplicados pára-raios tipo Franklin na proteção das estruturas altas e de pequena projeção horizontal. Em edifícios com estruturas baixas e de grande projeção horizontal, deverão ser utilizados cabos captadores, formando uma malha (gaiola de Faraday) com módulos definidos pela norma NBR 5419. Em edifícios de estruturas metálicas, seus componentes como colunas e telhas, poderão ser utilizados como captadores, conforme previsto na norma NBR 5419. A continuidade metálica deverá ser garantida entre os elementos metálicos das estruturas utilizadas na constituição das redes de captação e/ ou dos condutores de descida das correntes de surto atmosférico.

Coberturas de telhas metálicas, com estruturas de sustentação também metálicas, poderão ser utilizadas como elemento de captação de descarga, desde que as telhas atendam aos valores limites mínimos admissíveis apresentados abaixo e que seja garantida a continuidade metálica das telhas. Tais valores são dados por: aço com revestimento protetor = 0,5 mm; alumínio = 0,7 mm e zinco = 0,7 mm.



O SPDA, do tipo “Gaiola de Faraday”, será constituído por rede de captação aérea, a ser instalada ao longo das bordas e cumeeiras do telhado, e pelos condutores de descidas. Todos os cabos deverão ser em aço HS-5/16”. As distâncias entre os cabos deverão estar de acordo com a norma NBR 5419, formando uma rede reticulada sobre a cobertura, quando as dimensões desta exigirem. Todos os condutores de descidas e da malha de captação deverão ser instalados em contato com a estrutura, ou seja, não serão previstos isoladores para estas aplicações. Os cabos deverão ser fixados no telhado a cada 2 m, no máximo, e os condutores de descida deverão ser grampeados à estrutura das instalações em pontos com espaçamento máximo de 3 m. Os condutores de descida deverão ser conectados a uma haste de aterramento Copperweld diâmetro 3/4" x 3 m de comprimento e esta conectada à malha de aterramento mais próxima. Para definição do nível de proteção do SPDA, deverão ser adotados os critérios indicados na norma NBR 5419, quanto ao tipo de aplicação dos edifícios a serem protegidos.

Para a proteção dos prédios das subestações serão utilizadas redes de captação aérea do tipo “Gaiola de Faraday”. Para a proteção dos edifícios de processo, deverá ser verificada a sua constituição, ou seja, sendo o edifício em estruturas metálicas, seus componentes poderão ser utilizados como captadores e condutores para surtos atmosféricos. Para os casos de edifícios em concreto, deverá ser adotada a “Gaiola de Faraday”. Para a proteção das edificações administrativas e de utilidades, serão utilizadas redes de captação aérea do tipo “Gaiola de Faraday”.

Os condutos para cabos a serem utilizados nas instalações elétricas deste projeto serão escolhidos com base no local de sua aplicação, ou seja, em função do ambiente em que os cabos serão instalados. Os tipos a serem aplicados para cabos serão eletrocaldas e perfilados (para circuitos de iluminação e tomadas de áreas não industriais), além de canaletas e eletrodutos.

Os leitos para cabos deverão ser do tipo semi pesado, ventilados, com abas internas, fabricados em aço com revestimento protetor de zinco aplicado a quente, comprimento 3000mm, altura da aba de 100 mm, ou 75 mm, raios de curvatura de 320 ou 520 mm, larguras padronizadas de 200, 400, 600 e 800 mm. Para os locais secos e preferencialmente abrigados com presença de atmosfera corrosiva, deverão ser aplicados leitos fabricados em fibra de vidro. Deverão ser utilizadas tampas protetoras quando instalados ao tempo ou sujeitos a danos mecânicos. Deverão ser previstos leitos separados para cabos de 34,5kV, 13,8kV, 4,16kV, 480V, Controle (125Vcc, 120Vca), instrumentação (4-20mA) e fibra ótica. Quando os cabos de instrumentação e de controle estiverem instalados no mesmo leito, deverão ser separados por chapas de aço (septo divisor). Fibras óticas e cabos conduzindo sinais de 4-20mA poderão ser instalados no mesmo leito.

Serão utilizados os seguintes tipos de eletrodutos aparentes, e nas seguintes aplicações: aço zincado a quente em áreas externas e nas áreas de processo; flexíveis metálicos nas ligações entre eletrodutos rígidos e caixas de terminais de motores, e entre eletrodutos rígidos e dispositivos de instrumentação e controle; PVC rígido na descida de cabos do sistema de proteção contra descargas atmosféricas. Os eletrodutos de aço e as conexões serão com rosca NBR NM-ISO7-1, fabricados de acordo com a NBR 5598. Eletrodutos de PVC serão fabricados de acordo com a NBR 15465. Serão utilizados eletrodutos distintos para uso com: cabos de força de 34,5kV; cabos de força de 13,8kV; cabos de força de 4,16kV; cabos de força de 480V; cabos de iluminação de 380/220V; cabos de controle de 120Vca; cabos de controle de 125Vcc; cabos de instrumentação de 4-20mA; cabos de rede. Para cabos de telefonia os diâmetros nominais padronizados serão os seguintes: 3/4"; 1"; 1 1/2"; 2"; 2 1/2"; 3" e 4".

Sistema de distribuição utilizando rede de dutos subterrâneos deverá, sempre que possível, ser evitado. Porém, em casos onde esta solução for permitida, como melhor solução, este sistema de distribuição deverá obedecer as seguintes considerações: o sistema de eletrodutos subterrâneos poderá ser na configuração embutidos elétricos ou rede de dutos; o sistema de distribuição subterrânea dos cabos de força, controle, instrumentação, iluminação etc. será através de eletrodutos de polietileno corrugado flexível, de alta densidade (PEAD), formando um sistema de redes de dutos. Nas redes de dutos subterrâneas serão previstas caixas de inspeção e puxamento de cabos (manholes), sempre que houver: mudança de direção; trechos retos com distância entre manholes, superior a 70 metros; travessias de ruas; início e fim de taludes. Toda rede de dutos irá considerar a instalação de dutos reservas, destinados a instalações futuras. O mínimo a ser considerado de dutos reserva será de 20% (vinte por cento). Quando utilizados na configuração embutidos elétricos, os eletrodutos deverão ser em aço, com revestimento protetor de zinco, embutidos em concreto, e o diâmetro nominal mínimo deste eletrodutos deverá ser Ø 1".

Canaletas para cabos serão aplicáveis somente em subestações da área de utilidades e apoio, onde exista número reduzido de cabos e com apenas um pavimento. Os cabos serão lançados sobre leitos para cabos, instalados no fundo das canaletas. Todas as canaletas terão uma inclinação mínima de 10 mm por metro em direção ao poço de drenagem. Todas as canaletas serão providas de tampas de chapas facilmente removíveis e de resistência compatível com o local da instalação.

As eletrocalhas e perfilados serão de aço zincado por imersão a quente Serão previstas para lançamento de cabos de iluminação, tomadas, telefonia, etc, e separados para cada tipo de sinal.

As canaletas metálicas serão aplicadas em áreas estritamente administrativas, ou locais sujeitos a alterações frequentes de layout e que, com o uso deste tipo de componente, as modificações da instalação ficam facilitadas. Estas canaletas terão em sua composição todos os componentes apropriados para execução de curvas verticais, horizontais, derivações, tomadas, interruptores, etc, e serem previstas com tampas de proteção. Estas canaletas poderão ser fabricadas em chapa de aço ou de alumínio.

As tomadas de uso externo serão polarizadas, corpo em poliamida auto-extinguível, em cores conforme a tensão, grau de proteção IP-65 mínimo. As tomadas para máquinas de solda serão trifásicas, 440V, 63A, 4 pólos (3 fases+terra), na cor vermelha. As tomadas serão providas de disjuntor e interruptor para proteção residual diferencial calibrada para 30mA. Alternativamente a este tipo de especificação, poderá ser adotada a solução de configuração TC toroidal + relé de proteção, na gaveta do CCM, para alimentação de circuitos contendo mais de uma tomada para máquina de solda. Neste caso, não seria necessária a instalação de dispositivos DRs individuais em cada tomada. As tomadas de uso geral em áreas industriais serão para 220V, 16A, 3 pólos (fase+neutro+terra), na cor azul. A proteção de corrente residual diferencial para estas tomadas está localizada nos disjuntores, instalados nos painéis de iluminação (PLs), que alimentam os circuitos destas tomadas. As tomadas de uso geral em escritórios, salas elétricas, sala de controle, refeitórios, serão para 220V ou (127V), 10A, 3 pólos (fase+neutro+terra), montadas em caixas do tipo condutele. Para aparelhos de ar-condicionado do tipo janela, serão previstas caixas com um disjuntor bipolar e uma tomada 20A alimentada em 220V, 3 pólos (fase+neutro+terra). Tomadas de 10A ou 20A, para uso em 220V ou 127V, deverão ser fabricadas e fornecidas conforme NBR 14136.

Sistemas de iluminação que utilizem canaletas de perfilados deverão ter as suas luminárias conectadas aos seus respectivos circuitos, através de tomadas montadas em caixas metálicas, com revestimento de zinco, fixadas ao sistema de perfilados. Estas tomadas deverão ser para 10A-250V, também fabricadas conforme NBR 14136.

Em geral, as tomadas para máquina de solda serão instaladas em prédios das áreas industriais, de modo a permitir sua utilização em um raio de ação de 30 metros. Em cada plataforma dos prédios industriais será instalada, no mínimo, uma tomada, de forma a permitir sua utilização dentro do raio de ação acima citado, sendo que, independentemente disto, cada plataforma dos prédios industriais deverá possuir, no mínimo, uma tomada. Cada circuito deverá consistir de no máximo, 4 (quatro) tomadas. As derivações serão previstas em caixas com bornes e tampas aparafusadas. Para os transportadores será instalada uma tomada próxima ao acionamento.

As tomadas de uso geral, para instalações internas, serão distribuídas de modo que seja possível utilizar aparelhos elétricos portáteis que tenham cabos de 5 metros de comprimento. Os circuitos para alimentação de tomada serão independentes e alimentar, no máximo, 8 (oito) unidades. Em transportadores, serão previstas tomadas de 220V (fase+neutro+terra) ao lado das tomadas para máquinas de solda.

Os painéis de iluminação serão para instalação aparente, com grau de proteção IP-54, quando instalados ao tempo ou em prédios industriais, e IP-4X mínimo, quando instalados em salas elétricas ou prédios administrativos.

O sistema de distribuição de iluminação será constituído de transformador com secundário em 380/220V, ou 220/127V, quadro de iluminação e painel de iluminação. Os transformadores de iluminação, serão trifásicos e de dois tipos: a seco ou imersos em óleo isolante. Os transformadores a seco serão aplicados a subestações industriais, onde exista disponível tensão de alimentação em 480V. Os transformadores imersos em óleo serão aplicados a linhas aéreas de distribuição. Os transformadores de iluminação a seco e os quadros de iluminação serão instalados nas subestações, na sala de painéis destas. O quadro de iluminação será autossustentável, com previsão de disjuntores suficientes para alimentação dos painéis de iluminação e, no mínimo, dois disjuntores reservas. Painéis de iluminação distintos serão distribuídos nas áreas industriais, da seguinte forma: um na sala de painéis de cada subestação; em edifícios de processo, no mínimo, um localizado no acesso principal; um para cada correia com comprimento superior a 200m e sua respectiva casa de transferência; para correias de comprimentos inferiores a 200m, um painel poderá agrupar mais de uma correia. Os painéis de iluminação alimentarão circuitos distintos de iluminação, circuitos auxiliares de CCMs, QDs, tomadas de uso geral e tomadas específicas, como por exemplo, ar condicionado. Os circuitos auxiliares de painéis englobam resistência de aquecimento, iluminação e ventilação do painel, bem como resistências de aquecimento de motores. Será previsto apenas um circuito para cada painel.

Os transformadores imersos em óleo serão instalados em postes e alimentados em 34,5kV pelas linhas aéreas de distribuição. Estes transformadores poderão ser exclusivos para uma única instalação ou poderão alimentar uma linha secundária de distribuição, atendendo diversas instalações. Em áreas administrativas tais como escritórios, refeitórios, etc., poderão ser adotadas duas alternativas de distribuição, ou seja, um único painel de iluminação alimentado diretamente da rede aérea ou distribuição semelhante à industrial citada acima. Todos os painéis alimentados por rede de distribuição aérea serão previstos com protetores contra surto provocados por descargas atmosféricas.

Os níveis médios de iluminamento serão: prédios industriais de processo = 250 lux; subestação externa = 150lux; sala de controle = 1000 lux; sala de equipamentos elétricos = 300 lux; sala de cabos = 150 lux; pátio = 30 lux; escadas, galerias e corredores = 150 lux; transportadores = 100 lux; escritórios = 500 lux. Outros ambientes, não relacionados acima, terão seus níveis de iluminamento em conformidade com a NBR 5413. Serão os seguintes os tipos de lâmpadas e reatores padronizados: fluorescente compacta; vapor de sódio da alta pressão de bulbo ovóide de potências 70W, 150W, 250W e 400W, e bulbo tubular de potência 400W; vapor de sódio de 1000W tubular, montada em projetores, para iluminação de longo alcance; fluorescente tubular extra luz do dia 32W ou 16W, base bipino; reatores de alto fator de potência. As lâmpadas serão utilizadas nas seguintes aplicações: iluminação externa e de áreas industriais com lâmpadas a vapor de sódio; iluminação de salas elétricas, sala de controle e escritórios com lâmpadas fluorescentes tubulares; iluminação de pequenos ambientes, como, por exemplo, banheiros, com lâmpadas fluorescentes compactas.

As luminárias a serem utilizadas são as seguintes: luminárias para lâmpada vapor de sódio, corpo em alumínio fundido com reator incorporado, grade de proteção, globo de vidro e refletor, serão aplicadas a áreas industriais de processo, sendo basicamente dos tipos pendentes ou arandelas; luminária para lâmpada fluorescente tubular com refletor em alumínio anodizado de alta refletância para áreas internas as luminárias serão abertas e para áreas externas fechadas com acrílico, que serão utilizadas em escritórios refeitórios, salas elétricas, salas de controle; projetor para lâmpadas vapor de sódio, com corpo de alumínio fundido e vidro plano refletor em alumínio anodizado; luminária do tipo plafon com globo de vidro, que serão aplicadas com lâmpadas fluorescentes compactas.

Será prevista iluminação de segurança nos locais onde a iluminação é indispensável em caso de falha do suprimento normal de energia elétrica, como salas elétricas e de controle, escadas, refeitório, corredores etc. Consistirá de conjuntos com funcionamento automático, ligados às tomadas de 220V (área industrial) ou 127V (unidades de apoio).

Será utilizada iluminação de obstáculos para aviação, em estruturas de grande projeção vertical, de acordo com os requisitos especificados pelos padrões de sinalização do Ministério da Aeronáutica, em particular a portaria 1141/GM5, que dispõe sobre zonas de proteção de aeródromos, heliportos e auxílio à navegação aérea. Nesse caso serão utilizados sinalizadores de obstáculo do tipo com emissores de luz em estado sólido (leds), por possuírem baixo consumo e vida útil superior em relação aos sinalizadores convencionais.

O comando da iluminação de áreas internas dos edifícios industriais de processo será através dos disjuntores instalados nos painéis de iluminação. O comando da iluminação de áreas externas será automático, através de contatores associados a relés fotoelétricos, instalados nos painéis de iluminação. A iluminação de pequenos ambientes internos, tais como salas, escritórios, refeitórios e banheiros, será comandada por interruptores.

As linhas aéreas serão constituídas, basicamente, dos seguintes tipos de circuitos: distribuição de média tensão em 34,5kV, para rede primária; distribuição telefônica; distribuição de cabos de fibra ótica para comunicação; distribuição de rede de baixa tensão em 380/220V, para rede secundária. As linhas de distribuição aérea serão projetadas e construídas atendendo as normas aplicáveis da ABNT ou os respectivos manuais da CEMIG.

Os circuitos de distribuição primária em 34,5kV e 13,8kV serão do tipo "rede protegida". As "redes protegidas" utilizam também cabos de alumínio (CA), porém com cobertura em polietileno reticulado (XLPE), denominado "cabo coberto". Esta rede é constituída de suportes metálicos denominados braços, onde são fixados isoladores poliméricos. Os cabos das fases são suportados por um cabo de aço e espaçadores de material polimérico, igualmente distribuídos ao longo dos vãos.

As linhas de distribuição de tensão secundária em 380/220V serão do tipo “rede isolada”. As “redes isoladas” utilizam cabos de alumínio (CA), porém com isolamento para 0,6/1kV. Os cabos são do tipo multiplexados, com as fases em torno do condutor neutro, que também é utilizado como sustentação das fases. São formados por dois, três ou quatro condutores. As redes secundárias serão previstas para distribuição de iluminação viária e para alimentação de áreas administrativas.

### 3.4.3.7 - Para utilidades

Para estimativa de consumo de insumos, quantitativos e custo de equipamentos mecânicos e caldeiraria (reservatórios) das instalações de apoio operacional, tais como postos de abastecimento de combustíveis, oficinas, borracharia e lavador de veículos, serão consideradas informações de projetos similares. O mesmo se aplica aos equipamentos necessários aos sistemas de abatimento de pó em vias de acesso e pilhas de minério.

O Sistema de Geração e Distribuição de Ar Comprimido - centralizado ou descentralizado - será definido em função das distâncias dos pontos de geração aos pontos de consumo. Serão consideradas redes de distribuição distintas para a distribuição de ar de instrumentos e para a distribuição de ar de serviço. Serão considerados sistemas de geração de ar comprimido através de compressores de ar rotativos, tipo parafuso. Os compressores a serem pré-dimensionados serão lubrificados e, preferencialmente, refrigerados a ar. A pressão mínima considerada na geração de ar comprimido será de 7,5 kgf/cm<sup>2</sup>, suficiente para atuação de válvulas de grande porte e acionamento de ferramentas pneumáticas. Nos pontos de consumo a pressão mínima considerada será de 6,5 kgf/cm<sup>2</sup>. Este critério será considerado na definição dos diâmetros das tubulações de ar comprimido. Para efeito de pré-dimensionamento serão consideradas velocidades máximas de 12 m/s, velocidade esta que promove baixa perda de carga. Para tratamento do ar comprimido serão especificados, obrigatoriamente, secadores de ar tipo refrigeração, que são os tipos de secadores aplicáveis às condições climáticas características da região onde será instalada a planta industrial. O ar comprimido para instrumentação deve apresentar as características recomendadas pelo *Instrument Society of America* (ISA) a fim de garantir a eficiência do acionamento e durabilidade dos internos dos instrumentos. Não serão especificados secadores de ar incorporados aos compressores de ar.

Para garantir a estabilidade na pressão da(s) rede(s) de distribuição de ar comprimido serão previstos vasos de pressão verticais (tanques pulmão) próximos aos pontos de geração e em locais estrategicamente definidos, próximos aos principais pontos consumidores. Serão considerados vasos de pressão distintos para as redes de ar de instrumentos e para a rede de ar de serviço. Na tubulação de descarga de cada vaso de pressão de ar de serviço será prevista uma válvula de bloqueio, intertravada com o transmissor de pressão dos vasos da(s) rede(s) de ar de instrumentos. Este intertravamento tem o objetivo de preservar a integridade na pressão da rede de ar de instrumentos. Havendo indicação de pressão abaixo da pressão recomendada para atuação de instrumentos pneumáticos, a válvula de bloqueio fechará, bloqueando a utilização de ar de serviço até que a pressão de trabalho da rede de ar de instrumentos seja restabelecida.

Serão consideradas três nomenclaturas para a água distribuída no Projeto Vale do Rio Pardo, de acordo com a sua fonte geradora: Água Bruta: como sendo a água proveniente de fontes externas à planta industrial (captações); Água Recuperada, representada, basicamente, pelo overflow dos espessadores de lamas, rejeitos e concentrado; Água Potável, proveniente de estações de tratamento e destinada ao consumo humano.

A água bruta será considerada para as seguintes aplicações: *make-up* (reposição das perdas inerentes ao processo e decorrentes das limpezas industriais); Selagem de bombas de polpa (água de gaxeta); Combate a Incêndio (rede de hidrantes); Preparação de reagentes; Tratamento para consumo humano.

A água recuperada deverá ser considerada para as seguintes aplicações: Lavagem de minério em peneiras (água para sprays); Diluição de polpa; Controle de nível de tanques e caixas de polpa; Limpeza industrial; Flushing de linhas e equipamentos de polpa. Será elaborado um balanço de água resumido, em forma de blocos, para identificação da necessidade de aporte de água proveniente de fontes externas (captações de água) e definição da aplicação dos tipos de água para atendimento aos diversos consumidores. Esse balanço considerará a condição nominal indicada no balanço de massas e a condição de projeto equivalente a 1,2 vezes a condição nominal. A condição denominada condição de projeto é a que será considerada no dimensionamento das redes de distribuição e dos equipamentos.

A definição dos pontos onde a água recuperada será utilizada se dará mediante a elaboração do balanço de água final, em função das características distintas do *overflow* de cada um dos espessadores e das exigências de qualidade requeridas por cada operação unitária.

Em função da característica do relevo onde será instalada a planta industrial, que não apresenta variações de cota que possibilitem a instalação de reservatórios para garantir a distribuição gravitacional, será considerado o sistema de distribuição de água através de estações de bombeamento. A quantidade de redes de distribuição será definida em função dos níveis de pressão requeridos pelos pontos de consumo, a fim de garantir a maior eficiência energética para estes sistemas. Os reservatórios e caixas de passagem principais de água serão dimensionados de forma a garantir a seguinte autonomia e/ou tempo de residência: Reservatório de Água Bruta para 24 horas de autonomia, baseado na vazão nominal de todas as redes de distribuição provenientes deste reservatório; Caixa de Passagem de Água Recuperada para 1 hora de tempo de residência, baseado na vazão nominal de todas as redes de distribuição provenientes desta caixa de passagem. Serão considerados dois sistemas independentes de combate a incêndio por hidrantes, um para a área das britagens primárias e outro para as áreas da pré-concentração e concentração. Cada sistema será abastecido por uma estação elevatória composta, obrigatoriamente, por três conjuntos moto-bomba montadas sob o mesmo skid metálico, sendo dois conjuntos moto-bomba principais, para combate, sendo um acionado por motor elétrico e um acionado por motor de combustão interna, mais um conjunto acionado por motor elétrico com a função exclusiva de garantir a pressurização da água na rede de hidrantes (jockey). O projeto do sistema de combate a incêndio por hidrantes atenderá as exigências normativas do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais. Para combate a incêndio nas baias de transformadores a óleo será previsto um sistema de combate através de inundação total por water spray, com detecção através de sprinklers a seco.

Será pré-dimensionado um sistema compacto para tratamento de água bruta. O pré-dimensionamento será baseado na informação de efetivo de funcionários para a etapa de operação e será considerado o regime operacional de 16 horas. Também será pré-dimensionado um sistema compacto para tratamento de efluente sanitário (esgoto) da área da pré-concentração e concentração e um sistema para tratamento do efluente sanitário da britagem primária. O tratamento deverá atender os parâmetros mínimos definidos pela DN 01/2008 do COPAM, que são mais restritivos que os apresentados pela Resolução 397/2008 do CONAMA. Após o tratamento adequado dos efluentes sanitários, a água será destinada para uso direto na unidade industrial ou será destinada à barragem de rejeitos.

Para as áreas onde a geração de efluente for muito pequena (até 400 litros/dia) será considerado um sistema compacto composto, apenas, por tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro.

O transporte pneumático de amido será pré-dimensionado para descarregamento e transferência do insumo em questão até os silos de armazenamento. O pré-dimensionamento desse sistema será baseado em projetos similares.



Para o projeto de tubulação, está prevista, somente, a elaboração de desenhos de rotas básicas nas áreas externas aos prédios industriais, para as seguintes redes de distribuição: de água bruta (ou nova); de água recuperada para processo; de água recuperada para serviço e flushing, e para distribuição de ar comprimido para serviço e instrumentação. Os desenhos de tubulação serão elaborados levando-se em conta as informações contidas nos documentos de referência. Todas as tubulações, sejam de utilidades ou de processo, serão consideradas em aço carbono, com extremidades roscadas, biseladas para solda, wafer ou flangeadas, dependendo cada uma destas conexões do tipo de fluido, da classe de pressão e da bitola da tubulação. Além disto, para os fluidos de processo, as tubulações poderão ser revestidas, dependendo para isto, da granulometria e da concentração de sólidos existente. Para as tubulações de rejeito o material a ser utilizado poderá ser PEAD.

Para os fluidos de processo abrasivos as válvulas de bloqueio a serem instaladas deverão ser do tipo guilhotina para quaisquer diâmetros. Quando houver dois níveis de tubulações em pipe-rack a de utilidades será locada no nível inferior, com as tubulações de maior diâmetro ou peso ao lado das colunas. No nível superior deverão ficar as tubulações de processo. Para os casos das tubulações cruzarem áreas de trânsito, tanto de pedestres quanto de máquinas, e não puderem ser enterradas, estas deverão ser projetadas sobre pipe-rack's, observando as elevações mínimas sobre: Vias Férreas (em relação ao topo do trilho) = 7.000mm; Rodovias e Ruas Principais com acesso para Guindastes = 6.100 mm; Rodovias e Ruas Secundárias com Acesso para Empilhadeiras = 5.500 mm; Vias de Acesso = 5.500 mm. Em Áreas de Operação (com plataformas de acesso e passeios para pedestres) e dentro de Edifícios ou próximo a Grupos de Equipamentos deve ser observada altura de 3.000 mm.

#### **3.4.4 - Metodologias de operação da planta de beneficiamento e regime de trabalho**

As metodologias de trabalho para as diversas instalações e atividades da planta de beneficiamento serão definidas oportunamente, e estarão detalhadamente apresentadas em "Manuais de Operação", que serão desenvolvidos a partir de informações técnicas dos fabricantes dos equipamentos, de metodologias de gerenciamento já consagradas em projetos similares e atendendo às especificidades operacionais, de manutenção e de segurança operacional e dos funcionários da planta de beneficiamento do projeto da SAM.

Da mesma forma, as metodologias de trabalho contemplarão o atendimento aos padrões vigentes para emissões atmosféricas e qualidade do ar, para qualidade das águas superficiais e subterrâneas, para ruídos e vibrações, para qualidade dos solos, para respeito à flora e fauna e, ainda, para atendimento eficaz aos compromissos de responsabilidade social assumidos pela empresa e empreendimento perante seus públicos internos e externos. Para isso serão desenvolvidas diretrizes específicas para gerenciamento, controle e monitoramento de todos os aspectos socioambientais relacionados ao projeto.

Todos os funcionários serão previamente treinados e qualificados para as atividades de operação e de manutenção das diversas etapas do processamento do minério, treinamento esse que também contemplará as ações necessárias ao perfeito cumprimento dos dispositivos legais vigentes e das normas ambientais, de segurança e de saúde ocupacional, de gerenciamento de riscos e de atendimento a emergências. Sempre que necessário tais treinamentos e orientações serão estendidos aos públicos externos, especialmente comunidades próximas ao empreendimento e que por ele possam ser impactadas.

O regime de trabalho das instalações de beneficiamento de minério será de 24 horas diárias, nos 365 dias do ano, com fator de operação de 94%. As atividades de manutenção corretiva e/ou preventiva serão realizadas na conformidade de planos de trabalho previamente desenvolvidos e aprovados.

### **3.4.5 - Insumos, reagentes, combustíveis e óleos**

O Projeto Vale do Rio Pardo, na sua fase de implantação, demandará insumos e materiais de uso comum em obras civis, eletromecânicas, hidráulicas e de acabamento, tais como água, energia elétrica, cimento, brita, areia, cal, tijolos e blocos de concreto, estruturas metálicas, vergalhões de ferro para armação, madeiras para forma, madeira e telhas para coberturas, tubos e conexões, vidraçaria, fiação elétrica, conduítes, materiais hidráulicos e elétricos, portas, janelas, cerâmicas, dentre outros que poderão vir a ser utilizados. Além dos insumos citados, também estão previstos aqueles necessários às obras de acabamento tais como tintas, vernizes e seladores.

Os insumos e materiais de construção, na fase de obras, deverão ser adquiridos no mercado local e regional, dando a SAM e as empreiteiras contratadas preferência aos fornecedores do município de Grão Mogol e seus arredores, desde que estes estejam capacitados ao fornecimento a preços competitivos, além de legalmente constituídos e ambientalmente licenciados, caso haja esta exigência para o comércio do insumo.

No entanto, o município Grão Mogol e seus arredores não deverão ser uma fonte única de todos os insumos para as obras e, com isso, o empreendedor também deverá utilizar os mercados abrangidos por municípios vizinhos mais bem estruturados, ou pelas capitais de Minas Gerais e Bahia. Eventualmente, algumas compras poderão ser feitas em outros estados e centros urbanos.

Consumo significativo, tanto na fase de obras como durante a operação, terão o óleo diesel (como combustível de máquinas e veículos) e os óleos lubrificantes e graxas, que poderão ser adquiridos, na fase inicial das obras, diretamente de postos de abastecimento locais ou de fornecedores.

Para atender esta demanda de combustíveis e lubrificantes na fase operacional, será construído um posto de abastecimento com área específica para a estocagem/manuseio de combustível e óleo diesel, em tanques a céu aberto, e que também será dotado de todos os sistemas de prevenção e controle ambiental. Nesta fase, deverá ser contratada uma empresa especializada em fornecimento de combustíveis e lubrificantes, que ficará responsável pelo suprimento, distribuição e armazenamento dos combustíveis. Os demais insumos de manutenção serão estocados no almoxarifado e manuseado nas oficinas do projeto.

Em função das características do minério do Bloco 8, haverá necessidade de flotação de sílica e apatita no seu beneficiamento, de forma a permitir a geração do produto adequado ao mercado de minério de ferro. Na flotação de sílica e de apatita deverão ser utilizados reagentes com funções específicas, assim caracterizados:

- Acetato de éter amina (amina), como coletor da sílica no processo de flotação;
- Amido, como depressor do minério de ferro no processo de flotação;
- Hidróxido de sódio, que tem as funções de gelatinizar o amido, adequando-o para aplicação na flotação, além de regular o pH do processo e promover a dispersão das partículas ultrafinas (lamas);
- Oleato de sódio, como coletor dos minerais de ferro;
- Floculante, para promover a floculação das partículas finas, de forma a aumentar a velocidade de sedimentação no espessador e melhorar a clarificação da água; e
- Gás carbônico, utilizados para neutralizar a polpa de alimentação dos espessadores.

O transporte, descarregamento, armazenamento, manuseio e preparação destes reagentes serão realizados atendendo todas as recomendações dos fabricantes/fornecedores, e as diretrizes e disposições das normas técnicas e das legislações pertinentes.

Em função da elevada demanda de água requerida para o processo de beneficiamento e transporte do minério, a água surge como insumo de vital importância para este projeto. Considerando o reconhecido déficit hídrico da região da mina, o abastecimento de água se fará a partir da barragem de Irapé (reservatório de geração de energia operado pela CEMIG), através de uma adutora que alimentará duas barragens-pulmão de água nas proximidades da planta de beneficiamento.

### **3.4.6 - Caracterização dos produtos intermediários e finais**

O processo de beneficiamento do minério de ferro só gerará produto intermediário na etapa de britagem/peneiramento, sendo esse produto intermediário caracterizado por minério ROM britado, que será destinado às pilhas do pátio de homogeneização.

Na sequência do beneficiamento do minério retomado das pilhas do pátio de homogeneização, não haverá produto intermediário (minério de ferro), já que todo o processamento mineral ocorrerá em circuito fechado até se obter o produto final, agora caracterizado como minério do tipo *pellet feed* com mínimo de 65 % de teor de ferro, e que será encaminhado sob a forma de polpa, pelo mineroduto, até a estação de desaguamento, nas proximidades da retroárea do Porto Sul, onde será desaguado e estocado para embarque em navios. O *pellet feed* desaguado será o produto final (e único) do processo de beneficiamento do ROM extraído da mina do Bloco 8.

Como rejeitos do processo, aparecem os produtos gerados nos espessadores de lamas e ciclonação que serão destinados, no primeiro ano de operação, para uma barragem de rejeitos convencional e, já a partir do segundo ano, sob a forma de polpa desaguada, para disposição final consorciada com estéril, pelo sistema de sequenciamento verde, em área já exaurida da cava da mina.

#### 3.4.6.1 - Caracterização da periculosidade dos rejeitos (critérios ABNT)

A caracterização de periculosidade dos rejeitos do processo de beneficiamento do minério foi realizada pela AECOM do Brasil Ltda. visando a sua classificação segundo metodologia definida pela ABNT NBR 10.004/2004.

Para a realização dos ensaios analíticos foram coletadas quatro (4) amostras de rejeitos da planta - piloto de beneficiamento da Fundação Gorceix/UFOP onde estão sendo realizados os testes para otimização de rota de processo de beneficiamento do minério a ser lavrado na mina do Bloco 8.

Essas amostras foram duplicadas, formando o conjunto mostrado no quadro abaixo. Nelas foram realizados os ensaios de lixiviação (ABNT NBR 10.005) e de solubilização (ABNT NBR 10.006), para fins de classificação da periculosidade (ABNT NBR 10.004).

#### QUADRO 3.40 - Amostras de rejeito utilizadas para testes segundo ABNT

Amostra		Teste realizado
AM-GB1-DIAG 1-SAM	Original	Lixiviação e solubilização
AM-GB1-REJ SCAVENGER	Original	Lixiviação e solubilização
AM-GB1-DIAG 1-SAM	Duplicata	Solubilização
AM-GB1-REJ SCAVENGER	Duplicata	Solubilização
AM-GB2-DIAG 1-SAM	Original	Solubilização
AM-GB2-REJ SCAVENGER	Original	Solubilização
AM-GB1-DIAG 1-SAM	Duplicata	Solubilização
AM-GB1-REJ SCAVENGER	Duplicata	Solubilização

Fonte: AECOM do Brasil

Os resultados obtidos nos testes analíticos são mostrados nos quadros a seguir:

**QUADRO 3.41 - Lixiviação das amostras de rejeitos (DIAG e REJ SCAV)**

Parâmetros	Unidade mg/L	Limites ABNT (VMP)	Amostra AM-GB1-DIAG1	Amostra AM-GB1-REJ SCAV
			19/05/2011	19/05/2011
Fluoreto	mg F/L	150	<0.1	<0.1
Prata Total	mg Ag/L	5	<0.01	<0.01
Bário Total	mg Ba/L	70	0.07	0.05
Cádmio Total	mg Cd/L	0,5	<0.001	<0.001
Cromo Total	mg Cr/L	5	<0.01	<0.01
Chumbo Total	mg Pb/L	1	0.40	0.14
Mercúrio Total	mg Hg/L	0,1	<0,0002	<0,0002
Arsênio Total	mg As/L	1	<0,01	<0,01
Selênio Total	mg Se/L	1	<0,01	<0,01

Fonte: AECOM do Brasil Ltda.

**QUADRO 3.42 - Solubilização das amostras originais (DIAG) de rejeitos**

Parâmetros	Unidade mg/L	Limites ABNT (VMP)	Bulk de análise	AM-GB1- DIAG1	AM-GB2- DIAG1
				19/05/2011	19/05/2011
pH Extrato Solubilizado	-	-	7,58	6,94	6,76
Umidade	%	-	N,A,	16,11	16,1
Cianeto Total	mg CN-/L	0,07	<0,01	<0,01	<0,01
Cloreto	mg Cl-/L	-	<2	16,9	14,5
Fluoreto	mg F-/L	-	<0,1	0,23	0,25
Sulfato	mg SO4/L	250,0	<1	1,16	1,44
Surfactantes Aniônicos	mg MBAS/L	-	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrogênio Nítrico	mg N_NO3/L	-	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrato	mg NO3/L	-	<0,2	<0,2	<0,2
Mercúrio Total	mg Hg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Prata Total	mg Ag/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01
Alumínio Total	mg Al/L	0,2	<0,05	<0,05	0,06
Bário Total	mg Ba/L	7,0	<0,02	<0,02	<0,02
Cádmio Total	mg Cd/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001
Cobre Total	mg Cu/L	2,0	<0,009	<0,009	<0,009
Cromo Total	mg Cr/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01
Ferro Total	mg Fe/L	0,3	<0,1	<0,1	<0,1

Continuação

Parâmetros	Unidade mg/L	Limites ABNT (VMP)	Bulk de análise	AM-GB1- DIAG1	AM-GB2- DIAG1
				19/05/2011	19/05/2011
Manganês Total	mg Mn/L	0,1	<0,05	0,10	0,06
Sódio Total	mg Na/L	200	<0,8	<0,8	<0,8
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco Total	mg Zn/L	5,0	<0,1	<0,1	<0,1
Arsênio Total	mg As/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selênio Total	mg Se/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenóis	mg C6H5OH/L	-	<0,001	0,016	0,018

Fonte: AECOM do Brasil Ltda.

**QUADRO 3.43 - Solubilização de amostras originais (REJ SCAV) de rejeitos**

Parâmetros	Unidade mg/L	Limites ABNT (VMP)	Bulk de análise	AM-GB1- REJ SCAV	AM-GB2- REJ SCAV
				19/05/2011	19/05/2011
pH Extrato Solubilizado	-	-	7,58	6,94	6,74
Umidade	%	-	N,A,	16,11	16,1
Cianeto Total	mg CN-/L	0,07	<0,01	<0,01	<0,01
Cloreto	mg Cl-/L	-	<2	15,9	16,4
Fluoreto	mg F-/L	-	<0,1	0,19	0,21
Sulfato	mg SO4/L	250,0	<1	1,29	1,47
Surfactantes Aniônicos	mg MBAS/L	-	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrogênio Nítrico	mg N_NO3/L	-	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrato	mg NO3/L	-	<0,2	<0,2	<0,2
Merúrio Total	mg Hg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Prata Total	mg Ag/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01
Alumínio Total	mg Al/L	0,2	<0,05	<0,05	<0,05
Bário Total	mg Ba/L	7,0	<0,02	<0,02	<0,02
Cádmio Total	mg Cd/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001
Cobre Total	mg Cu/L	2,0	<0,009	<0,009	<0,009
Cromo Total	mg Cr/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01
Ferro Total	mg Fe/L	0,3	<0,1	<0,1	<0,1
Manganês Total	mg Mn/L	0,1	<0,05	0,07	0,06
Sódio Total	mg Na/L	200	<0,8	<0,8	<0,8

Continuação

Parâmetros	Unidade mg/L	Limites ABNT (VMP)	Bulk de análise	AM-GB1- REJ SCAV	AM-GB2- REJ SCAV
				19/05/2011	19/05/2011
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco Total	mg Zn/L	5,0	<0,1	<0,1	<0,1
Arsênio Total	mg As/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selênio Total	mg Se/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenóis	mg C6H5OH/L	-	<0,001	0,017	0,016

Fonte: AECOM do Brasil Ltda.

**QUADRO 3.44 - Solubilização das amostras duplicatas (DIAG 1) de rejeitos**

Parâmetros	Unidade mg/L	Limites ABNT (VMP)	Bulk de análise	DUPLICATA AM-GB1- DIAG1	DUPLICATA AM-GB2- DIAG1
				19/05/2011	19/05/2011
pH Extrato Solubilizado	NOUNIT	-	6,94	6,74	6,81
Umidade	%	-	16,11	16,1	0
Cianeto Total	mg CN-/L	-	<0,01	<0,01	<0,01
Cloreto	mg Cl-/L	-	15,9	16,4	3,38
Fluoreto	mg F-/L	-	0,19	0,21	0,16
Sulfato	mg SO4/L	250,0	1,29	1,47	1,79
Surfactantes Aniônicos	mg MBAS/L	-	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrogênio nítrico	mg N_NO3/L	-	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrato	mg NO3/L	-	<0,2	<0,2	<0,2
Mercurio Total	mg Hg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Prata Total	mg Ag/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01
Alumínio Total	mg Al/L	0,2	<0,05	<0,05	0,08
Bário Total	mg Ba/L	7,0	<0,02	<0,02	<0,02
Cadmio Total	mg Cd/L	0,005	<0,001	<0,001	0,001
Cobre Total	mg Cu/L	2,0	<0,009	<0,009	<0,009
Cromo Total	mg Cr/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01
Ferro Total	mg Fe/L	0,3	<0,1	<0,1	<0,1
Manganês Total	mg Mn/L	0,1	0,07	0,06	0,31
Sódio Total	mg Na/L	200	<0,8	<0,8	1,10
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco Total	mg Zn/L	5,0	<0,1	<0,1	<0,1
Arsênio Total	mg As/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selênio Total	mg Se/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Continuação

Parâmetros	Unidade mg/L	Limites ABNT (VMP)	Bulk de análise	DUPLICATA AM-GB1- DIAG1	DUPLICATA AM-GB2- DIAG1
				19/05/2011	19/05/2011
Fenóis	mg C6H5OH/L	-	0,017	0,016	0,015

Fonte: AECOM do Brasil Ltda.

**QUADRO 3.45 - Solubilização das amostras duplicatas (REJ SCAV) de rejeitos**

Parâmetros	Unidade mg/L	Limites ABNT (VMP)	Bulk de análise	DUPLICATA AM-GB1-REJ SCAV	DUPLICATA AM-GB2-REJ SCAV
				19/05/2011	19/05/2011
pH Extrato Solubilizado	NOUNIT	-	6,94	6,85	pH Extrato Solubilizado
Umidade	%	-	16,11	0	Umidade
Cianeto Total	mg CN-/L	-	<0,01	<0,01	Cianeto Total
Cloreto	mg Cl-/L	-	15,9	3,86	Cloreto
Fluoreto	mg F-/L	-	0,19	0,13	Fluoreto
Sulfato	mg SO4/L	250,0	1,29	1,45	Sulfato
Surfactantes Aniônicos	mg MBAS/L	-	<0,1	<0,1	Surfactantes Aniônicos
Nitrogênio Nítrico	mg N_NO3/L	-	<0,05	<0,05	Nitrogênio Nítrico
Nitrato	mg NO3/L	-	<0,2	<0,2	Nitrato
Mercúrio Total	mg Hg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	Mercúrio Total
Prata Total	mg Ag/L	0,05	<0,01	<0,01	Prata Total
Alumínio Total	mg Al/L	0,2	<0,05	0,06	Alumínio Total
bário Total	mg Ba/L	7,0	<0,02	<0,02	Bário Total
Cadmio Total	mg Cd/L	0,005	<0,001	<0,001	Cadmio Total
Cobre Total	mg Cu/L	2,0	<0,009	<0,009	Cobre Total
Cromo Total	mg Cr/L	0,05	<0,01	<0,01	Cromo Total
Ferro Total	mg Fe/L	0,3	<0,1	<0,1	Ferro Total
Manganês Total	mg Mn/L	0,1	0,07	0,32	Manganês Total
Sódio Total	mg Na/L	200	<0,8	<0,8	Sódio Total
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	<0,01	<0,01	Chumbo Total
Zinco Total	mg Zn/L	5,0	<0,1	<0,1	Zinco Total
Arsênio Total	mg As/L	0,01	<0,01	<0,01	Arsênio Total
Selênio Total	mg Se/L	0,01	<0,01	<0,01	Selênio Total
Fenóis	mg C6H5OH/L	-	0,017	0,015	Fenóis

Fonte: AECOM do Brasil Ltda.



Os resultados obtidos nos testes de lixiviação e de solubilização, em todas as amostras, classificam os rejeitos avaliados como sendo da **Classe II B - Não perigoso e Inerte**, por não terem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões definidos nas NBR's da série ABNT 10.004/2004.

Da mesma forma, apontam que esses rejeitos não são corrosivos e nem reativos.

### **3.4.7 - Caracterização das emissões atmosféricas, ruídos, efluentes líquidos e resíduos sólidos**

O controle e monitoramento de emissões atmosféricas, ruídos, vibrações, efluentes líquidos e resíduos sólidos será realizado na conformidade dos programas de gestão, controle e monitoramento, cujos escopos serão apresentados em capítulo específico deste EIA, e que serão posteriormente detalhados no PBA - Plano Básico Ambiental do empreendimento. Resumidamente, para a planta de beneficiamento, serão adotadas as seguintes linhas de ação:

- A operação de equipamentos de cominuição (britagem), transporte (por correias transportadoras), empilhagem e retomada de minério de ferro na pilha de homogeneização e, adicionalmente, o tráfego de caminhões nas imediações das instalações de britagem serão as principais operações geradoras de poeiras. Como principal medida de controle de emissões de particulados serão utilizados caminhões pipas para umectar as estradas, acessos e pátios. As pilhas de homogeneização serão aspergidas com água por meio de sistemas automatizados. Para o controle de emissões gasosas de motores a combustão diesel (caminhões fora de estrada, carregadeiras e tratores, entre outros), serão mantidos programas rigorosos de monitoramento e de manutenção mecânica. O Programa de Gestão e Monitoramento da Qualidade do Ar e o Programa de Manutenção de Máquinas, Equipamentos e Veículos irão controlar e monitorar as atividades com potencial de geração de emissões atmosféricas;
- Para controlar o nível de ruído e vibração serão propostos e implementados sistemas de monitoramento e ações para confinamento de equipamentos, se necessário. Os funcionários terão uso obrigatório de EPIs conforme mapa de risco previamente elaborado. Todos os procedimentos a serem aplicados serão descritos no Programa de Gestão e Monitoramento dos Níveis de Ruído;
- Para o controle da geração, movimentação e destinação dos resíduos gerados será elaborado um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e de Combustíveis, Óleos e Graxas, embasado nos conceitos de 3R's - reduzir, reutilizar e reciclar, contemplando coleta seletiva, inventário de resíduos, locais de armazenamento e destinação ambientalmente correta. Complementarmente serão adotadas ações de educação ambiental e procedimentos para conscientizar o público interno do empreendimento e divulgar as práticas corretas para movimentar, segregar coletar e dispor seletivamente os resíduos. O sistema contemplará, ainda, o controle qualitativo e quantitativo dos resíduos gerados de forma a garantir a sua posterior comercialização/destinação final adequada e elaboração do inventário.

Como os serviços de manutenção mecânica da planta serão executados, prioritariamente sem remover os equipamentos do local de instalação, essas áreas serão dotadas de piso impermeabilizado e de sistemas de canaletas para coleta e direcionamento dos efluentes líquidos para um sistema de caixas decantadoras de sedimentos e caixas separadoras de água e óleo (CSAOs). Os óleos e as graxas recuperados nestas CSAOs serão estocados, temporariamente, em tambores lacrados, antes de serem destinados para a indústria de reciclagem e/ou re-refino, ou para co-processamento em indústrias cimenteiras e outras que, comprovadamente, tenham licença ambiental para tal. Os efluentes líquidos finais, isentos de óleos, serão monitorados antes de seu descarte para o ambiente.

As águas servidas e/ou oriundas de instalações sanitárias serão direcionadas para ETEs - Estações de Tratamento de Esgotos. Estes sistemas de tratamento de esgotos serão dimensionados tomando como parâmetro o número de usuários nas fases de implantação e de operação do empreendimento.

Para gerenciar a qualidade ambiental e analisar a eficiência dos dispositivos e ações de controle ambiental, serão realizados monitoramentos sistemáticos e periódicos de emissões atmosféricas e de qualidade do ar, de efluentes líquidos e qualidade das águas e dos corpos receptores, cujos resultados permitirão medir e acompanhar a efetividade da mitigação dos impactos e o atendimento aos padrões legais e propor e implantar novas e mais eficazes medidas de controle, se necessário.

Visando estimular práticas preventivas e educativas de conservação e preservação ambiental, tanto no interior do empreendimento quanto em suas áreas limítrofes, serão implementados programas de treinamento, de comunicação e de educação ambiental.

### 3.4.8 - Quadro de mão de obra da planta de beneficiamento

O quadro de mão de obra administrativa, operacional e de manutenção da planta de beneficiamento soma um total de 1.005 empregados próprios, sendo 126 com curso superior, 491 com nível técnico e 388 com escolaridade mínima de segundo grau. O quadro 3.46 a seguir detalha a distribuição da mão de obra.

**QUADRO 3.46 - Mão de obra administrativa e da planta de beneficiamento**

Quadro de Pessoal	Nível de escolaridade		
	Superior	Técnico	Secundário
<b>Presidência</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Assessoria Jurídica</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Diretoria Administrativa / Financeira</b>	<b>37</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
Diretoria	1	0	0
Gerência de Vendas / Logística	5	0	0
Gerência de Controladoria	12	0	4

Continuação

Quadro de Pessoal	Nível de escolaridade		
	Superior	Técnico	Secundário
Gerência de Recursos Humanos e Administração	19	0	4
<b>Diretoria Técnica - Engenharia</b>	<b>71</b>	<b>350</b>	<b>183</b>
Diretoria	2	0	0
Gerência de Manutenção	29	311	172
Controle e Planejamento Industrial	7	2	0
Meio-Ambiente	3	0	0
Segurança do Trabalho	1	6	0
Gerência de Engenharia	4	19	0
Gerência de Suprimentos	12	12	11
Gerência de Tecnologia da Informação	13	0	0
<b>Diretoria Operações e Processos</b>	<b>14</b>	<b>141</b>	<b>196</b>
Diretoria	2	0	0
Controle da Qualidade	4	0	0
Processo	2	0	0
Gerência de Beneficiamento	6	141	196
<b>Total por escolaridade</b>	<b>126</b>	<b>491</b>	<b>388</b>
<b>Total geral do quadro de pessoal</b>	<b>1.005</b>		

Fonte: Sul Americana de Metais

### 3.4.9 - Estimativa de CAPEX da planta de beneficiamento

O projeto conceitual da planta de beneficiamento de minério e da infraestrutura industrial e administrativa da unidade operacional tem estimativa prévia de investimentos de R\$ 2.645.320.179,81 (R\$ 2,6 bilhões), sendo R\$ 2.385.895.539 de custos diretos e R\$ 259.424.640,81 de custos indiretos, conforme detalhado nos quadros 3.47 e 3.48 a seguir.

#### QUADRO 3.47 - Estimativas de Investimentos Diretos na Planta

Item de investimento	Valor em US\$	Valor em R\$
Equipamentos Mecânicos	497.879.046	846.394.378
Equipamentos e Materiais Elétricos	52.762.650	89.696.505,59
Equipamentos e Materiais: Instrumentação, Controle/Automação, Comunicação	48.975.128	83.257.718,13
Estruturas Metálicas	132.304.288	224.917.289,61
Caldeiraria	35.232.908	59.895.943,77
Tubulação	72.756.110	123.685.386,22
Montagem eletromecânica	234.474.833	398.607.215,32

## Continuação

Item de investimento	Valor em US\$	Valor em R\$
Obras Civas - Infraestrutura	99.848.602,52	169.742.624,28
Obras Civas - Concreto	221.761.493,07	376.994.538,21
Obras Civas - Arquitetura	7.472.906	12.703.940,49
<b>TOTAL</b>	<b>1.403.467.964</b>	<b>2.385.895.539</b>
Cotação do dólar: US\$ 1,00 = R\$ 1,70		

Fonte: Golder/SAM

**QUADRO 3.48 - Estimativas de Investimentos Indiretos na Planta**

Item de investimento	Valor em US\$	Valor em R\$
Gastos Indiretos de Construção e Montagem	71.012.557,72	120.721.348,12
Estoque Inicial de Sobressalentes	14.030.210,98	23.851.358,67
Fretes e Seguros sobre Frete	14.030.210,98	23.851.358,67
EPCM	30.747.359,41	52.270.510,99
Meio Ambiente	19.902.121	33.833.606,47
Relações com comunidade e responsabilidade social	2.880.269	4.896.457,88
<b>Total de Investimento</b>	<b>152.602.730</b>	<b>259.424.640,81</b>
Cotação do dólar: US\$ 1,00 = R\$ 1,70		

Fonte: Golder/SAM

**3.4.10 - Estimativa de OPEX da Planta de beneficiamento**

No quadro a seguir, são mostradas as estimativas dos custos operacionais (OPEX) de beneficiamento do minério, por grandes itens, em US\$/tonelada de minério tratado e em US\$/t de produto final (*pellet feed*) obtido. Os mesmos valores são mostrados em R\$/t, tendo sido adotada a cotação de US\$1,00 = R\$ 1,70 para conversão.

**QUADRO 3.49 - Custos operacionais (OPEX) da planta de beneficiamento**

Item de custo	Custo por tonelada de minério tratado		Custo por tonelada de produto ( <i>pellet feed</i> )	
	(US\$/t)	R\$/t	(US\$/t)	R\$/t
Mão de Obra	0,32	0,54	1,58	2,69
Materiais	0,34	0,58	1,64	2,79
Combustível e Lubrificantes	0,01	0,02	0,03	0,05
Energia elétrica	0,79	1,34	3,87	6,58

Continuação

Item de custo	Custo por tonelada de minério tratado		Custo por tonelada de produto ( <i>pellet feed</i> )	
	(US\$/t)	R\$/t	(US\$/t)	R\$/t
Insumos	1,77	3,01	8,63	14,67
Serviços/outras	0,41	0,70	1,99	3,38
<b>Total da planta</b>	<b>3,64</b>	<b>6,19</b>	<b>17,74</b>	<b>30,16</b>

Fonte: Golder / SAM

### 3.5 - Operações unitárias auxiliares da mina e planta

#### 3.5.1 - Limpeza e supressão de vegetação

Depois de obtidas as autorizações de supressão de vegetação (ASV) junto aos órgãos responsáveis, as primeiras atividades a serem executadas serão a orientação à equipe responsável pelo mesmo, demarcação dos perímetros das áreas autorizadas ao desmate e acompanhamento da ação. O treinamento incluirá os procedimentos operacionais e de segurança. O acompanhamento do desmate será feito por engenheiro florestal e por engenheiro de segurança do trabalho da SAM.

Antes do início da supressão vegetal serão demarcadas as árvores de interesse madeireiro. Inicialmente, serão feitos os cortes de vegetação arbustiva ou de sub-bosque, com o objetivo de reduzir os danos nas madeiras potencialmente aproveitáveis. Com utilização de equipamentos apropriados serão removidas as árvores de menor porte a serem destinadas à lenha. As árvores com potencial para madeira serão cortadas por último, de forma a facilitar sua retirada.

Será realizada seleção e empilhamento manual do material lenhoso, sendo o mesmo dividido, separadamente, em pilhas de lenha e de toras. A lenha deverá ser destinada a uso social nas comunidades próximas ao empreendimento. As madeiras para potencial uso em serraria serão identificadas de acordo com a espécie, sendo os dados registrados em planilha. A madeira aproveitável será transportada para fora da área desmatada e levada ao seu destino temporário ou final. Quando o superficiário tiver direito à madeira, o pátio de estocagem deverá ser localizado, preferencialmente, dentro de sua propriedade, em área antropizada ou de pastagem, em comum acordo com o mesmo.

Por fim, com auxílio de trator, haverá retirada de tocos que serão picados com motosserra e transportados até o local de acondicionamento do material lenhoso.

Depois de retirado o material lenhoso possível de ser aproveitado como madeira ou lenha, ainda restará um certo volume de biomassa vegetal (folhas, ramagem, cavacos e serrapilheira) sem aproveitamento econômico. Este material, em conjunto com a camada superior do solo, possui grande valor para reabilitação de áreas degradadas, pelo que deverá ser recolhido e disposto em local apropriado, para usos futuro.

### **3.5.2 - Aberturas de estradas de acesso**

Para o apoio operacional e administrativo das atividades do Projeto Vale do Rio Pardo haverá a necessidade de implantação de vias de acesso internas, pavimentadas com pistas de rolamento com largura estimada de 8 m e sinalização de segurança, interligando as diversas áreas do empreendimento. Da mesma forma haverá necessidade de implantação de estrada de serviço, para ligação entre a mina, a pilha de estéril, as moegas da britagem, as oficinas de manutenção e o posto de abastecimento, para circulação exclusiva de caminhões fora de estrada e de equipamentos pesados de mineração, com largura estimada de 30 m.

Os detalhes construtivos e de segurança de tais vias serão contemplados nos respectivos projetos de engenharia.

### **3.5.3 - Obras de terraplanagem e desmonte de rochas**

As obras de terraplanagem e de desmonte de rochas, necessárias para a implantação do empreendimento, serão realizadas na conformidade dos projetos de engenharia. O desmonte de rochas somente ocorrerá com atendimento de plano de fogo específico e com acompanhamento obrigatório de *blaster* qualificado e legalmente credenciado para essa atividade. Serão adotadas todas as medidas cabíveis para garantir a segurança de pessoas e instalações.

### **3.5.4 - Transporte e deposição de material excedente**

Eventuais excedentes de material terroso e de rochas decorrentes das obras de terraplanagem e preparação do terreno para construção de obras civis e para preparação e desenvolvimento da cava da mina serão transportados por caminhões basculantes e depositados, de forma controlada, no local destinado ao material estéril.

### **3.5.5 - Metodologias e obras de construção civil**

Todas as metodologias e obras de construção civil serão definidas em projetos de engenharia, atendendo as normas legais e técnicas vigentes e executadas na conformidade das melhores práticas de execução e controle e do estado da arte.

### **3.5.6 - Metodologias e obras de montagem industrial**

Todas as metodologias e obras de montagem industrial serão definidas em projetos de engenharia, atendendo as normas legais e técnicas vigentes. As atividades serão realizadas na conformidade das melhores práticas de execução e controle e do estado da arte.

### 3.5.7 - Demandas e fontes de energia elétrica

As demandas e fontes de energia elétrica para as obras de construção civil e de montagem industrial serão, num primeiro estágio, supridas por redes já existentes na região do projeto e complementadas, se necessário, por sistemas móveis de geração a diesel. Posteriormente, serão supridas por linha de transmissão e subestação próprias do empreendimento.

O Projeto Vale do Rio Pardo, em estudo ainda preliminar, prevê uma demanda ativa próxima de 157 MW para alimentar a mina, a planta de beneficiamento e a estação EB1 de bombeamento do mineroduto. Esta alimentação do empreendimento deverá ocorrer com tensão de 230 kV.

Para alimentar esta carga foram estudadas as malhas de distribuição de energia elétrica na região norte do Estado de Minas Gerais, conjugada à Região Central do estado. Estas regiões são atendidas por dois tipos de tensão: 345 kV e 500 kV. Para a tensão de 345 kV o sistema conta com as Subestações Neves, São Gotardo 2 e Irapé, além das usinas hidrelétricas de Três Marias, Retiro Baixo, Queimado, Irapé e Batalha. Já para a tensão de 500 kV, o sistema é suprido pelas Subestações de Paracatu 4 - 500/138 kV (dupla tensão) e Pirapora 2 - 500/345 kV (dupla tensão). O projeto está previsto para operar com tensão de alimentação em 230 kv.

Estas regiões são interligadas à malha regional Leste através da Linha de Transmissão 230 kV de Irapé a Araçuaí e das Subestações Araçuaí 230/138 kV (dupla tensão). Com tais interligações, há garantia de suprimento de energia ao Projeto Vale do Rio Pardo, principalmente tendo em vista a implantação da Subestação de Pirapora 2 e, ainda, a conversão da tensão da Linha de Transmissão Pirapora - Várzea da Palma, de 138 kV para 345 kV, que deverá ocorrer até julho de 2011.

A carga deste empreendimento não afetará significativamente a malha regional Norte do Estado de Minas Gerais, sob o aspecto de tensão e nem mesmo de carregamento dos equipamentos dessa malha, em condição normal ou em contingências.

O ponto de conexão da rede de energia (possivelmente Subestação de Irapé) e a rota da linha de transmissão estão em avaliação e somente serão definidos após estar concluído o “Estudo de Mínimo Custo Global”, a ser executado após a consolidação das cargas da planta de beneficiamento, ainda sujeitas a revisão/otimização da rota de processos e à validação dos equipamentos de produção. A linha de transmissão será licenciada à parte do restante do empreendimento.

O Quadro 3.50 abaixo mostra os consumos e demandas estimadas para o projeto:

#### QUADRO 3.50 - Consumos e demandas estimadas da planta de beneficiamento

Área alimentada	Demanda de energia elétrica			Fator de potência (FP)
	Ativa (KW)	Reativa (KVAr)	Aparente (KVA)	
Mina (1)	24.000,00	14.873,86	28.235,29	0,85
Unidades de suporte administrativo e operacional	850,00	526,78	1.000,00	0,85

Continuação

Área alimentada	Demanda de energia elétrica			Fator de potência (FP)
	Ativa (KW)	Reativa (KWA <sub>r</sub> )	Aparente (KWA)	
Britagem primária	25.812,10	17.055,45	30.937,89	0,83
Peneiramento	4.810,92	2.970,11	5.653,89	0,85
Pátio de homogeneização	19.819,40	13.699,03	24.092,99	0,82
Pré-moagem 1	42.052,34	20.851,73	46.936,19	0,90
Pré-moagem 2	45.821,29	23.388,66	51.445,31	0,89
Moagem / remoagem	41.264,92	21.521,56	46.593,99	0,89
Flotação	14.404,71	10.079,45	17.580,99	0,82
Estação de bombeamento EB1 (mineroduto)	8.504,82	5.270,82	10.005,68	0,85
Demanda sem correção de FP	227.340,51	130.237,45	262.002,86	0,87
Demanda com correção de FP	227.304,51	96.846,65	247.109,25	0,92
Demanda para contrato sem correção de FP	156.637,61	89.733,60	180.519,97	0,87
Demanda para contrato com correção de FP	156.637,61	66.727,34	170.258,27	0,92

(1) A frota da mina foi prevista com motores a diesel, mas foi considerada a possibilidade de uso alternativo de motores elétricos em alguns equipamentos.

Fonte: SAM

### 3.5.8 - Captação, adução, tratamento e distribuição de água

A captação outorgada ocorrerá no reservatório de Irapé (rio Jequitinhonha) e a água bruta será transferida para a planta de beneficiamento por adutora (vide detalhes no capítulo 3.7), com subsequente armazenamento em duas barragens-pulmão, que são descritas a seguir. Outras fontes de água bruta serão o próprio sistema de disposição final de rejeitos e estéril, por onde escoará a água armazenada nos interstícios dos materiais depositados em sistema de sequenciamento verde, e o bombeamento da água proveniente da mina.

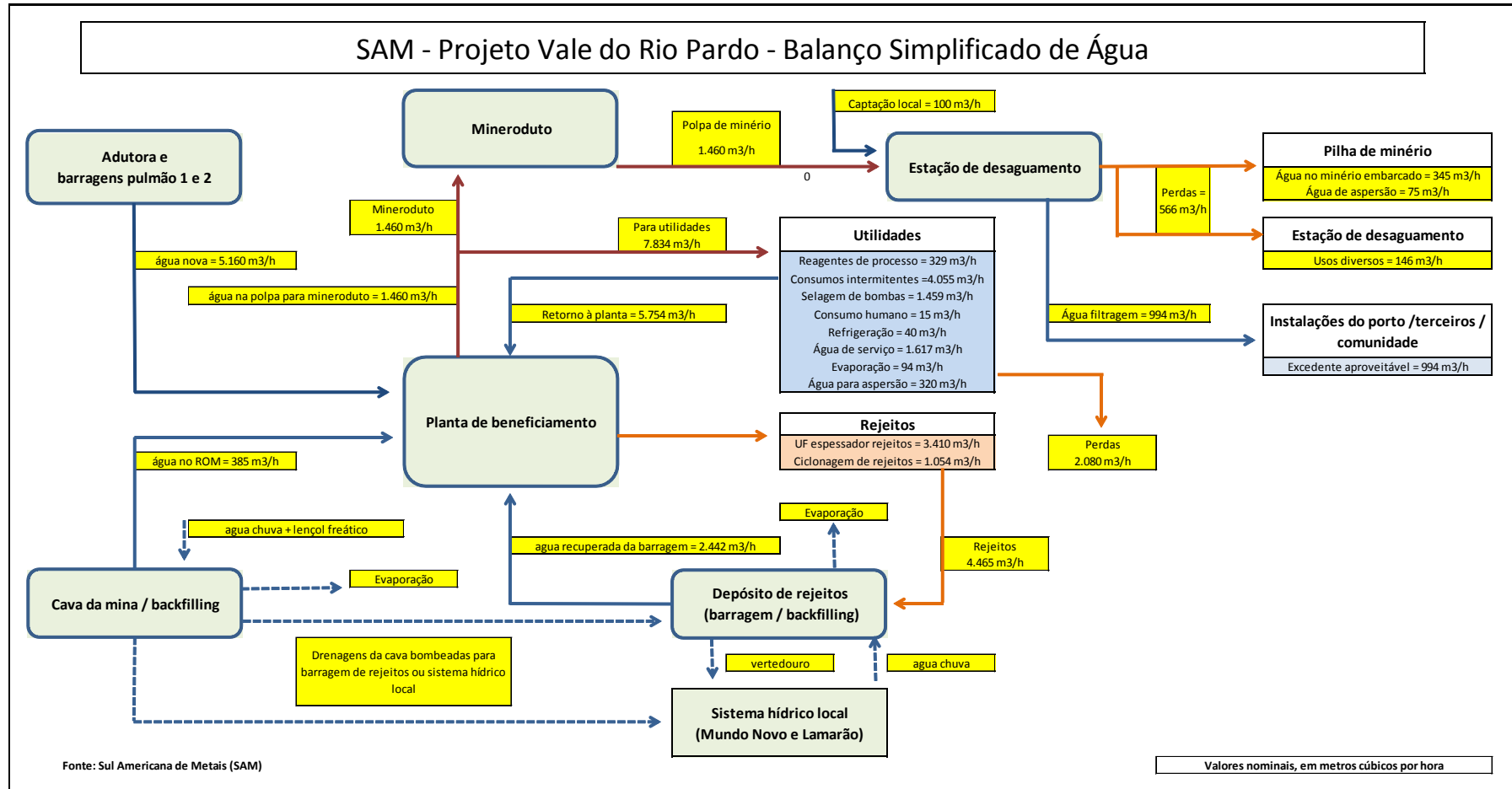
O uso industrial da água nova não exigirá tratamento prévio. As águas recuperadas sofrerão prévia decantação na barragem de rejeitos.

A parte da água destinada a usos mais nobres, inclusive como água potável, será tratada em estação de tratamento do próprio empreendimento e distribuída por rede interna para os diversos pontos de consumo. Excessos porventura existentes serão direcionados para a barragem de rejeitos ou auxiliarão no processo de aspersão de vias, no uso sanitário, na cozinha industrial etc.

A Figura 3.16 ilustra o balanço de água para o empreendimento integrado (mina + planta de beneficiamento + mineroduto).



**FIGURA 3.16 - Balanço integrado de água (mina Bloco 8 + planta + mineroduto)**



### 3.5.8.1 - Reservatórios - pulmão

Em função da distância entre a área prevista para implantação da planta e a fonte primária de abastecimento de água bruta (barragem de Irapé, rio Jequitinhonha), a SAM contratou estudos para avaliação de uma estrutura de reserva secundária para suprimento de água em situações excepcionais, tendo como justificativas:

- A garantia de abastecimento hídrico em caso de interrupção na adução associada à fonte primária;
- Segurança adicional de atendimento a demanda em situações de escassez hídrica;
- Possibilidade da redução das vazões de pico associadas ao curso d'água (córrego Lamarão) cujo leito deverá ser parcialmente relocado devido ao avanço da lavra.

Os critérios considerados para locação da estrutura segundo a ordem de prioridade considerada foram:

- Capacidade de reserva dos vales;
- Proximidade em relação à área da planta de beneficiamento de minério;
- Redução das vazões de pico associadas ao curso d'água a ser relocado;
- Interferências decorrentes de decretos de pesquisa DNPM.

A Figura 3.17 e o Quadro 3.51 apresentam as três alternativas avaliadas, estando a barragem 1 estabelecida no Córrego do Vale, a barragem 2 no Córrego Lamarão, imediatamente a montante da cava, e a barragem 3 também no córrego Lamarão, próximo à sua cabeceira, a montante da barragem 2.

Para fins comparativos foi realizada uma estimativa, em nível conceitual, dos parâmetros de projeto associados à estrutura de reserva, utilizando-se os seguintes critérios:

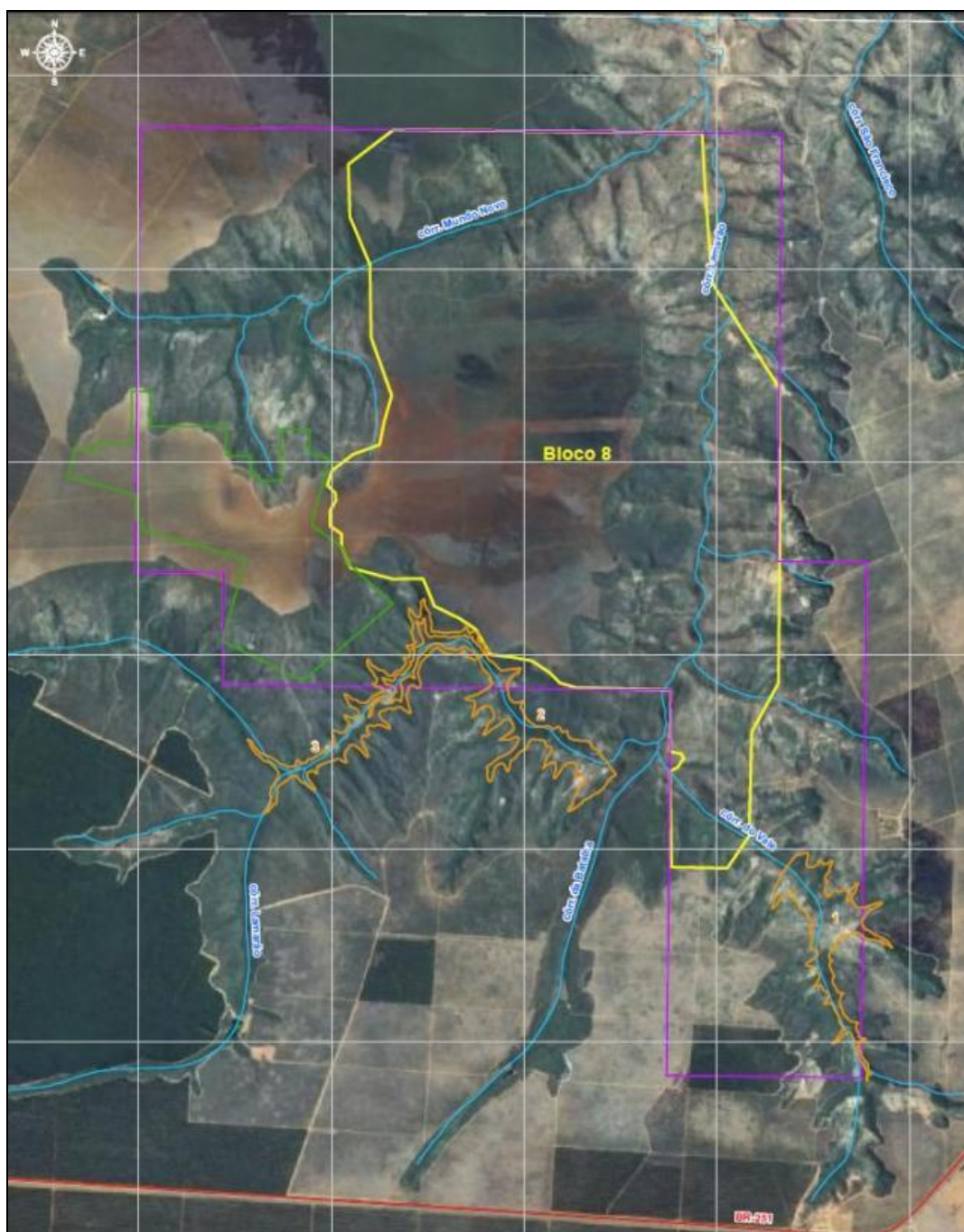
- Número de semanas que o reservatório pulmão é capaz de suprir a demanda hídrica considerada para o projeto (6.200 m<sup>3</sup>/h), caso seja interrompida a adução proveniente da fonte primária de abastecimento;
- Altura do maciço;
- Volume do maciço;
- Área inundada;
- Dimensão do vertedouro de operação (apenas para o caso de 28 dias de regularização);
- Classificação preliminar do potencial de dano ambiental.

Para classificação preliminar do potencial de dano ambiental decorrente da ruptura de maciço para as alternativas estudadas foram aplicados critérios constantes nas Deliberações Normativas n° 62 (COPAM-MG, 2002) e n° 87 (COPAM-MG, 2005), admitindo-se:

- Ocupação humana eventual;
- Interesse ambiental pouco significativo, e
- Baixa concentração de instalações na área afetada a jusante.

Essa classificação é considerada preliminar e a sua confirmação dependerá da melhor delimitação da área potencialmente afetada a jusante, assim como de estudos específicos de ruptura, que a SAM desenvolverá na fase do Projeto Básico Ambiental.

**FIGURA 3.17 - Alternativas avaliadas para o reservatório pulmão.**



### QUADRO 3.51 - Reservatório Pulmão: Comparação das Alternativas Avaliadas

Alternativa	Dias de regularização	Altura do maciço (m)	Volume de maciço (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Área de reservatório (Km <sup>2</sup> )	Vertedouro (1) (m)	Avaliação Ambiental Preliminar
Barragem 1 Córrego do Vale	7,0	24,5	110,0	0,14	-	Médio
	10,5	28,0	150,6	0,18	-	Médio
	14,0	30,5	183,3	0,22	-	Alto
	17,5	32,8	216,8	0,26	-	Alto
	21,0	34,7	246,1	0,29	-	Alto
	24,5	36,7	278,8	0,32	-	Alto
	28,0	38,6	310,2	0,35	5 x 3	Alto
	31,5	40,3	338,9	0,37	-	Alto
Barragem 2 Lamarão jusante	7,0	21,4	132,0	0,16	-	Médio
	10,5	24,5	177,5	0,20	-	Médio
	14,0	26,8	216,6	0,24	-	Médio
	17,5	28,9	254,7	0,28	-	Médio
	21,0	30,7	292,8	0,31	-	Alto
	24,5	32,3	326,9	0,35	-	Alto
	28,0	33,7	361,9	0,38	20 x 4	Alto
	31,5	34,9	398,2	0,41	-	Alto
Barragem 3 Lamarão Montante	7,0	26,6	66,4	0,15	-	Médio
	10,5	29,9	92,0	0,19	-	Médio
	14,0	31,4	114,5	0,23	-	Alto
	17,5	33,2	136,2	0,27	-	Alto
	21,0	35,3	158,1	0,30	-	Alto
	24,5	37,3	177,7	0,33	-	Alto
	28,0	38,8	198,5	0,36	20 x 4	Alto
	31,5	40,1	219,5	0,39	-	Alto
(1) Medidas da base x altura						

Fonte: Golder Associates / SAM

A partir dos resultados obtidos foi possível observar que:

- Os reservatórios associados às alternativas avaliadas possuem áreas similares;
- O maciço associado à alternativa 3 possui volume em média 37% e 47% inferior ao das barragens alternativas 1 e 2, respectivamente. A alternativa 2 possui os maiores volumes de maciço;
- O vertedor da alternativa 1 possui um perímetro 39% inferior ao das barragens alternativas 2 e 3;
- Em relação aos decretos de pesquisa do DNPM, a alternativa 1 é a única que se encontra 100% dentro da área de pesquisa da SAM. A alternativa 2 é a que possui a maior área fora destes limites;

- As alternativas estudadas foram classificadas em categorias de potencial de dano ambiental nas Classes III (Alto) e II (Médio), o que indica necessidade de acompanhamento anual ou a cada dois anos, com elaboração de relatório de inspeção de segurança por profissional habilitado.

É válido ressaltar que as perdas hídricas associadas ao reservatório pulmão (percolação e evaporação) foram consideradas constantes e iguais ao volume regularizado em um dia para todos os 3 cenários avaliados.

O pré-dimensionamento dos vertedouros associados às alternativas avaliadas foram desenvolvidos para um tempo de retorno igual a 10.000 anos.

As vazões mínimas residuais foram definidas em atendimento às diretrizes da Portaria 007/99 do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), que determina que a vazão mínima a ser garantida a jusante de um barramento deve ser igual a 70% da Q<sub>7,10</sub>. Caso não haja uso consuntivo no reservatório esse percentual deve ser igual a 100%.

Como os volumes captados no reservatório pulmão serão iguais aos volumes aduzidos da fonte primária de abastecimento (6.200 m<sup>3</sup>/h) não haverá captação de água nova. Por conseguinte, o uso relativo ao Reservatório Pulmão é considerado não consuntivo. Portanto, a vazão mínima residual a ser mantida a jusante dos barramentos é igual a 100% da Q<sub>7,10</sub>, conforme mostrado no quadro 3.52 a seguir:

**QUADRO 3.52 - Reservatório Pulmão - Vazões Mínimas Residuais**

Variável	Alternativa		
	Barragem 1	Barragem 2	Barragem 3
Q <sub>7,10</sub> [(l/s) / km <sup>2</sup> ]	0,044	0,044	0,044
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	7,6	34,8	32,0
100% Q <sub>7,10</sub> (l/s)	0,34	1,54	1,42
100% Q <sub>7,10</sub> (m <sup>3</sup> /h)	1,23	5,55	5,12

Fonte: Golder Associates / SAM

Ressalta-se que não foram identificadas outorgas de águas superficiais emitidas na sub-bacia do córrego Lamarão, a montante dos reservatórios analisados segundo a listagem disponibilizada pelo IGAM.

### 3.5.8.1.1 - Adutora do reservatório pulmão à planta de beneficiamento

Para seleção de uma das alternativas avaliadas também foi considerada, além dos aspectos já apresentados, a construção e manutenção da adutora que interligará o Reservatório Pulmão à Planta de Beneficiamento. Este estudo foi desenvolvido em duas etapas, considerando os seguintes fatores:

- Estimativa, em nível conceitual, dos parâmetros de projeto associados às estruturas de adução e reservação;
- Comprimento da adutora;
- Altura máxima de bombeamento;
- Diâmetro da tubulação;
- Volume de maciço dos barramentos;
- Estimativa preliminar de custos.

Na etapa de pré-dimensionamento da adutora, as características geométricas associadas às alternativas avaliadas foram estimadas em nível conceitual utilizando imagens da área e base topográfica proveniente de levantamento aerofotogramétrico disponibilizado pela SAM. Portanto, não foram elaborados estudos detalhados visando definir as melhores alternativas de caminhamento e posicionamento das estruturas de captação e estações elevatórias.

Para o caminhamento das adutoras, considerou-se a projeção em linha reta dos maciços das barragens até a área da planta. A altura máxima de bombeamento foi determinada considerando o desnível entre a área da planta (EL. 880 m) e o nível de água mínimo normal de operação da barragem. O volume morto considerado em todas alternativas foi igual a 200.000 m<sup>3</sup>.

O pré-dimensionamento elaborado baseou-se na estimativa de potências requeridas (cálculo teórico) e em estudos preliminares de definição de diâmetro ótimo de adução.

O quadro 3.53 a seguir apresenta os parâmetros considerados e resultados obtidos durante o pré-dimensionamento das estruturas de adução associadas a cada uma das alternativas avaliadas, tendo sido sempre consideradas duas linhas de adução por alternativa.

**QUADRO 3.53 - Pré-dimensionamento das Estruturas de Adução**

Variável	Alternativa		
	Barragem 1	Barragem 2	Barragem 3
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	6.200	6.200	6.200
Comprimento da Adutora (km)	1 4,5	2,9	1,5
Desnível Geométrico Máximo (m)	103	104	123
Diâmetro da Adutora (mm)	2 x 700	2 x 700	2 x 700
Potência Instalada (kW)	2.795	2.592	2.806

Fonte: Golder Associates / SAM

Considerando os resultados apresentados é possível ressaltar que:

- a alternativa 3 apresenta uma distância em relação à planta cerca de 46% e 65% inferior à das alternativas 1 e 2, respectivamente;
- a alternativa 3 apresenta um desnível geométrico cerca de 19% superior as alternativas 1 e 2;
- a potência instalada necessária a adução dos volumes descritos é similar para todas as alternativas avaliadas.

### 3.5.8.1.2 - Estimativa Preliminar de Custos da estrutura de adução

Foram desenvolvidas estimativas preliminares de custos para cada estrutura de adução associada às alternativas relativas ao Reservatório Pulmão para fins de comparação econômica.

As estimativas contemplam somente os custos associados às estruturas de adução e aos custos de construção dos maciços em solo compactado para 30 dias de reservação na barragem Pulmão. Ressalva-se que os custos unitários para construção de maciços de barragens ora considerados podem apresentar variações em função do porte da empresa contratada e do volume de maciço, embora tenham sido levantados para projetos semelhantes localizados na mesma região.

Não foram considerados os custos advindos da aquisição de terras em áreas externas aos limites de pesquisa da SAM, devido a incertezas decorrentes do fato que outras empresas do setor minerário desenvolvem estudos de viabilidade de exploração de minério em áreas comuns às avaliadas para implantação do Reservatório Pulmão (alternativas 2 e 3).

Não foram feitas cotações de preços. Todas as estimativas de custo de aquisição e montagem de estruturas de adução foram feitas com base em índices e em bancos de dados da Golder Associates. Todos os valores são apresentados em US\$ e R\$ (US\$1,00 = R\$ 1,70).

Os custos operacionais (OPEX) foram estimados considerando os custos de energia elétrica e de manutenção dos equipamentos e do maciço da barragem, desconsiderando-se custos de mão de obra. Foi considerado um custo de manutenção anual equivalente a 10% do CAPEX.

Os principais itens adotados para estimativa dos custos das alternativas avaliadas foram:

- Energia elétrica: US\$ 0,09 / kWh (R\$ 0,15 / kWh);
- Construção de maciço de barragem: US\$ 10,00/m<sup>3</sup>;
- Tubulação: US\$ 3,71 / kg.

Os seguintes indicadores foram considerados:

- Custo de capital (CAPEX);
- Custo operacional (OPEX) anual;
- NPC (Net Present Cost) obtido através da projeção de fluxo de caixa descontado considerando o desembolso no tempo (CAPEX e OPEX).

Foi adotada, como critério, uma projeção de fluxo de caixa por um período de 10 anos sem considerar reinvestimento. Para as estimativas de NPC (Net Present Cost) foi adotada uma taxa de desconto de 8,5% ao ano. O quadro a seguir apresenta os resultados obtidos:

### QUADRO 3.54 - Estruturas de Adução: Estimativa Preliminar de Custos

Variável	Moeda	Alternativa		
		Barragem 1	Barragem 2	Barragem 3
CAPEX	(US\$)	1.993.529	2.342.352	1.291.176
OPEX / ano	(US\$)	2.889.440	2.526.289	2.503.664
CAPEX	(R\$)	3.389.000	3.982.000	2.195.000
OPEX / ano	(R\$)	4.912.048	4.294.691	4.256.229

Fonte: Golder Associates / SAM

A alternativa 3 apresenta os menores valores em todos os indicadores calculados. Tomando-a como caso base, pode-se afirmar que:

- Em termos de custos de investimento (CAPEX) as alternativas 1 e 2 apresentam valores cerca de 94% e 66% superiores a alternativa 3, respectivamente;
- A alternativa 2 apresenta custo operacional (OPEX) muito próximo ao da alternativa 3;
- A alternativa 1, no entanto, apresenta valores aproximadamente 15% superiores aos da alternativa 3.

Em função dos estudos realizados foram consideradas, no projeto conceitual do empreendimento ora em licenciamento, a implantação e operação da barragem 3 para adução de água para planta de beneficiamento e a construção da barragem 1 para abastecimento da comunidade do Vale das Cancelas e possivelmente para a comunidade do Lamarão, localizada a jusante do empreendimento da SAM, sendo que neste caso após a construção deverá ser firmado um acordo com a concessionária de água local para que a mesma se encarregue do tratamento final da água visando o consumo humano e realize a distribuição para a população.



### 3.5.8.2 - Captação de água subterrânea

Medidas de profundidade do nível freático no Bloco 8 foram realizadas em piezômetros no período de novembro de 2010 até abril de 2012 e indicam um decaimento contínuo desde o início das medições realizadas em campo, mostrando níveis coerentes com as cotas onde os dispositivos estão instalados (forte correlação linear).

As maiores elevações do nível freático são obtidas nos locais de topografia mais elevada, onde o lençol é atingido a partir de 30 m de profundidade, em média. Na área do complexo minerário, as unidades correspondentes ao aquífero poroso apresentam uma espessura conjunta média de 25 m, enquanto abaixo deste o metadiamicrito semicompato, fraturado, que constitui o aquífero fissural, possui por sua vez espessura média em torno de 15 m. Abaixo do aquífero fissural se encontra o aquífero marcado pelos metadiamicritos compactos, os quais apresentam baixo grau de fraturamento. Mais próximo dos talwegues, a profundidade média do lençol freático diminui. Dessa forma, a conformação da superfície freática assemelha-se à da topografia local, porém mais suavizada, conforme já era esperado nesse tipo de morfologia do terreno.

Com base em dados de ensaios de infiltração, concebe-se que, na área do complexo minerário, a água subterrânea deve estar efetivamente armazenada predominantemente no sistema fissural, ficando o armazenamento no aquífero poroso restrito a porções menos expressivas nessa área e sendo o mesmo atuante como unidade de transmissão para a água que efetivamente infiltra em subsuperfície e menos como unidade de armazenamento de água subterrânea, um conceito intrínseco à definição desse aquífero.

Dessa maneira, no início da lavra, quando as tiras estiverem sendo desenvolvidas na parte oeste da cava, não haverá interferência com o lençol freático. Esta somente se manifestará quando a escavação começar a ultrapassar, aproximadamente, 30 m de profundidade. A partir deste ponto, o aporte de água subterrânea na cava será uma constante durante toda a vida do projeto.

A recarga do sistema aquífero na área do Bloco 8 se faz por infiltração direta da precipitação atmosférica nos solos, em áreas que coincidem com os topos dos platôs, onde a topografia é mais elevada. Concebe-se que a taxa de recarga seja baixa devido à natureza argilosa dos materiais, o que propicia a formação de barreiras hidráulicas. Esse fato, corroborado pela constatação, em campo, dos altos níveis alcançados pela água superficial nas drenagens locais, durante os eventos de precipitação, quando os níveis nos córregos do entorno da área elevam e baixam seu nível muito rapidamente durante a ocorrência de chuvas, indica uma elevada taxa de escoamento superficial. Esse processo é ainda facilitado pelo suave mergulho para leste das unidades estratigráficas, configuração que se repete na superfície dos platôs, condicionando a direção preferencial de escoamento subsuperficial da água em direção ao vale do córrego Lamarão.

A descarga dos aquíferos é feita em nascentes que se localizam em praticamente todos os talwegues modelados no terreno. Na área do Bloco 8 essas nascentes drenam principalmente para os córregos Lamarão e Mundo Novo.

Toda a água subterrânea da área do complexo minerário é, ao final, drenada para o córrego Lamarão. Tomando-se a área da bacia de contribuição desse córrego, no ponto imediatamente a jusante da cava final, calculada em 76,34 km<sup>2</sup>, e na estimativa de vazão média naquele ponto como sendo de 105 l/s, obtém-se, preliminarmente, o valor da descarga subterrânea específica de 1,37 l/s/km<sup>2</sup>.

Além disso, quando se considera que o nível freático na área foi rebaixado (durante a estiagem de 2011) a uma taxa média de 1,1 cm/dia, pode-se estimar uma porosidade efetiva da formação responsável pelo deflúvio em 1%, valor condizente com porosidade de aquíferos fissurais.

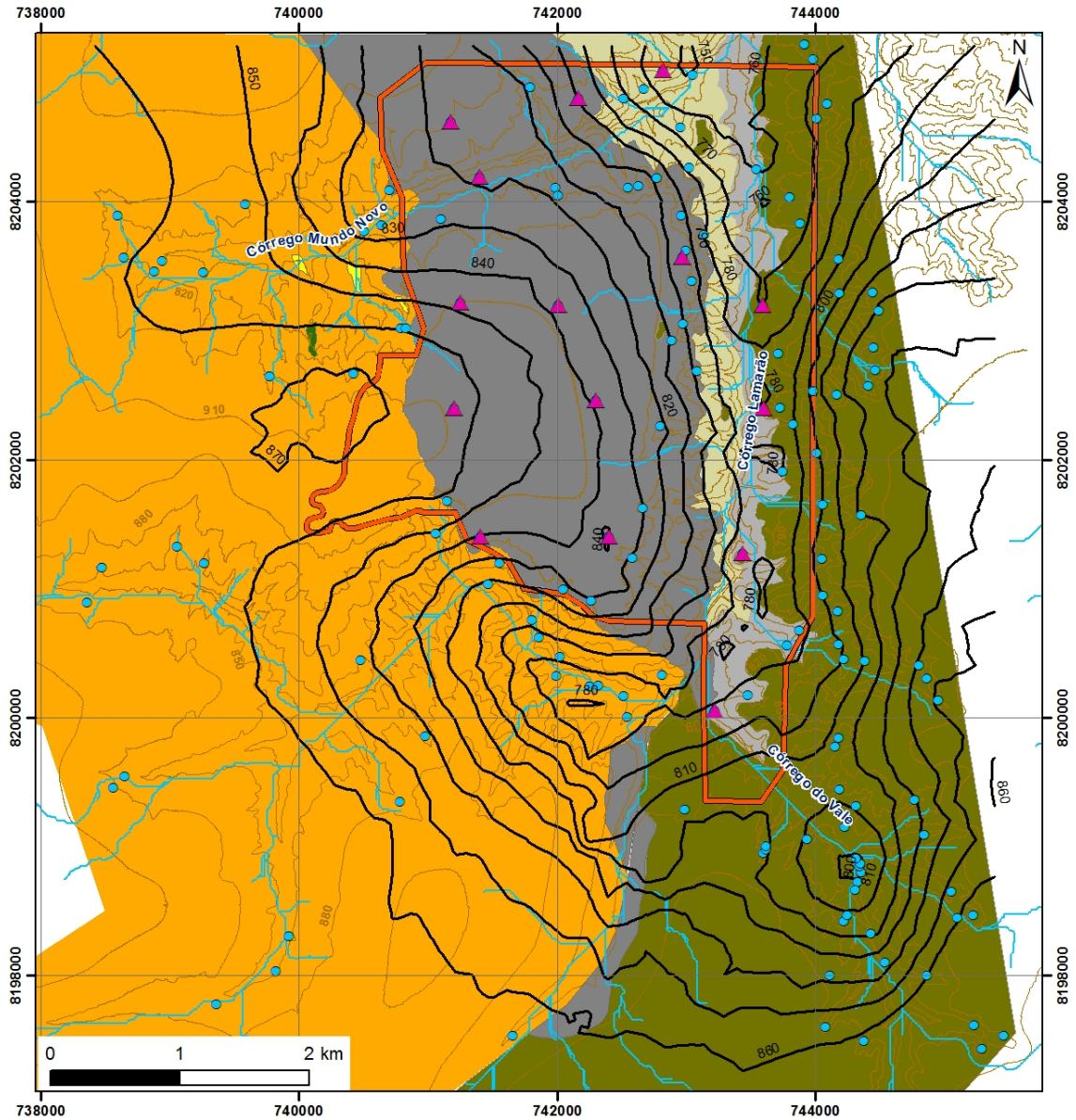
Esse resultado corrobora a constatação da baixa disponibilidade hídrica subterrânea na área do Bloco 8, em função tanto da baixa pluviosidade no local como da baixa taxa de infiltração de água durante os eventos de precipitação. Da mesma forma, confirma que o armazenamento de água subterrânea na área é baixo e se concentra, principalmente, no sistema aquífero fraturado.

A disponibilidade hídrica anual dos aquíferos que deverão ser afetados em toda a área em que ocorrerá operação minerária (lavra, deposição de estéréis, vias de acessos etc.) é estimada em **1,11 x 10<sup>7</sup> m<sup>3</sup>/ano** ou **352,9 l/s**. Como parte desta disponibilidade já drena para a rede de nascentes e de cursos superficiais, fica evidenciado que as vazões para o desaguamento e para manutenção dos níveis rebaixados (durante o período da lavra) deverão ser reduzidas. Ressaltasse ainda que essa disponibilidade é global para o empreendimento, enquanto a lavra deverá ocorrer de forma gradual, limitando assim as vazões de desaguamento para diferentes períodos de operação da mina.

Para a análise de como a água subterrânea deverá intervir na mina é necessário considerar duas frentes de avanço: a da escavação da mina (extração do minério) e a do preenchimento da cava com o estéril/rejeito pelo sequenciamento verde

Considerando o baixo coeficiente de armazenamento do aquífero fissural, as boas condições geotécnicas do maciço e a baixa taxa de infiltração de água no platô ainda não lavrado concebe-se que o desaguamento de água subterrânea na cava poderá ocorrer mediante condução da água aflorante nos taludes para "sumps" estrategicamente localizados no interior da cava, mediante rebaixamento passivo. Essa água deverá ser interceptada em cotas próximas a 790 m. Destaca-se ainda que a constante detonação do maciço para promoção da lavra poderá aumentar a densidade do faturamento no maciço, o que é positivo para manejo de água subterrânea, pois permite um escoamento mais rápido da água subterrânea ao mesmo tempo em que promove alívio das pressões hidrostáticas nos taludes da cava.

**FIGURA 3.18 - Mapa representado a superfície freática na área do complexo mineral.**



**Legenda**

- ▲ Piezômetro
- Nascente
- ~ Isolinha do lençol freático
- ~ Rede de Drenagem
- ⊕ Cava
- ~ Topografia

**Litologias**

- Fragmentos de nível rico da base, preservada em alto topográfico
- Metadiamiccito estéril, cor amarelo a creme, matriz argilosa.
- Metadiamiccito estéril, matriz areno-argiloso, lentes de QTzito e Xistos.
- Metadiamiccito hematítico, cor cinza claro, teor pobre e alta muscovita.
- Metadiamiccito hematítico, cor cinza pálido, teor pobre e magnético.
- Metadiamiccito hematítico, cor cinza, teor pobre a intermediário.
- Quartzito micáceo
- Xisto cinza, bastante crenulado.

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Datum Horizontal: SAD 69

Elaboração: CLAM Hidrocnese  
 Abril de 2012

### 3.5.8.3 - Água recuperada na disposição de estéril/rejeito

Situação bastante distinta da anteriormente descrita deverá ocorrer nas frentes de disposição de estéril e rejeito, as quais deverão ocupar áreas exauridas da mina.

O material, a ser disposto de forma combinada, deverá formar um maciço bastante heterogêneo de blocos de rocha de tamanhos variados assim como de sólidos em fração fina (provavelmente com distribuição granulométrica similar à de uma areia). Dessa forma, esse maciço poderá apresentar boas condições de armazenamento de água nas suas porções inferiores, na medida em que a fração fina for se deslocando verticalmente e se adensando. Além disso, o material superior deverá se apresentar totalmente favorável à infiltração de água.

Assim, a pilha de estéril/rejeito que se formará na retaguarda da frente de lavra deverá ser constituída por material com boa capacidade de armazenamento e condução de água subsuperficial (o que também a define como aquífero), cuja quantidade de água (em termos de volume/área de infiltração) deverá ser muito superior àquela presente no aquífero original. Assim, concebe-se que o pé da pilha de estéril/rejeito, assentado sobre o maciço compacto, deverá ser uma área com constante descarga de água subterrânea, provinda da própria pilha.

Dessa forma, o manejo de água subterrânea para prover o desaguamento da frente de lavra deverá levar esse fato em consideração. Caso o maciço da pilha não receba nenhum tratamento específico (como construção de barreiras horizontais), o desaguamento dessa água deverá ser realizado quase sempre nas cotas mais inferiores da frente de lavra, mediante uso de *sumps*, e bombeada posteriormente para o reservatório da barragem de rejeitos.

Após o cessamento da lavra, a tendência natural é de que se forme um lago na área compreendida entre o canal de desvio do córrego Lamarão e a borda leste da cava. O ponto extravasor desse lago deverá ser no encontro do eixo original do córrego Lamarão e a borda da cava, na sua porção norte.

De certa forma, conceitualmente, o crescimento dessa pilha de rejeito/estéril sobre a área lavrada acarretará, também, uma mudança no regime hidrológico dos cursos d'água no entorno da cava, especialmente no córrego Lamarão, após o descomissionamento da mina. Isso porque essa pilha de rejeito/estéril deverá ter comportamento oposto àquele presente na área nas condições atuais, quais sejam: o maciço promoverá uma maior taxa de infiltração de águas meteóricas que, uma vez infiltradas, poderão ser liberadas mais uniformemente nos pontos de descarga, notadamente no lago que se formará na parte leste da cava.

Ressalta-se, aqui, que este modelo de interferência da água subterrânea com a lavra é preliminar, pois não considera diversas questões geotécnicas relevantes tais como a estabilidade da pilha de estéril/rejeito em condições de saturação parcial ou total, e nem questões do desaguamento da cava relativas à precipitação direta que, via de regra, condiciona de forma preponderante o dimensionamento dos componentes do sistema de desaguamento (*sumps*, bombas, adutoras etc.). Esse detalhamento será apresentado no projeto básico, na fase requerimento da Licença de Instalação (LI).

### **3.5.9 - Unidades de apoio administrativo e operacional**

Serão previstas, para o projeto, unidades de apoio administrativo e operacional, temporárias e definitivas.

As unidades de apoio temporário serão as edificações que irão abrigar as atividades desenvolvidas apenas durante o período de obras. Deverão utilizar técnicas construtivas simples, de baixo custo e rápida execução. Ao final da obra, todas as edificações temporárias serão removidas e as áreas serão ambientalmente recuperadas. O projeto de engenharia preverá o arranjo dos canteiros de obras, dos alojamentos e do escritório de gerenciamento de obras, com definição das áreas destinadas aos empreiteiros civis, eletromecânicos e outros e a quantificação das áreas de terraplanagem e implantação.

As unidades de apoio administrativo serão prédios que abrigarão, prioritariamente, atividades humanas, cujas funções complementem as atividades de apoio operacional. Estão previstos: Portaria, escritório central, centro de treinamento, ambulatório, central de combate a incêndios, restaurante/cozinha e vestiários.

As unidades operacionais serão os prédios das oficinas, do posto de abastecimento de combustíveis, do almoxarifado, do laboratório, do depósito de resíduos, da balança e da subestação elétrica, onde se desenvolverão atividades de suporte à atividade industrial.

#### **3.5.9.1 - Localização e características gerais dos canteiros de obras**

A localização das áreas destinadas a canteiros de obra e instalações de apoio administrativo e operacional do empreendimento pode ser vista na ADA do empreendimento, inserida no Anexo 5 deste módulo do EIA. Para as estruturas de apoio operacional e administrativo às obras do Projeto Vale do Rio Pardo, estão sendo adotadas as seguintes premissas básicas principais de projeto:

- Serão consideradas, separadamente, instalações temporárias, instalações de apoio administrativo e instalações de apoio operacional;
- A implantação das edificações deverá ocorrer de forma a receberem, do sol, a menor carga térmica possível, o que significa voltar os menores planos de fachada para leste e oeste e orientar a maior fachada perpendicular aos ventos predominantes;
- A adequação das edificações ao relevo do terreno, considerando a melhor compensação de corte/aterro, manutenção de taludes naturais e aproveitamento do curso natural de águas pluviais;
- A configuração dos prédios com planta em forma retangular, cujo lado maior seja pelo menos uma vez e meia maior que o lado menor. Esta solução privilegia o conforto térmico em regiões de clima quente, permite a modulação das estruturas e prevê a flexibilidade na organização dos espaços internos;
- A adoção de solução de logísticas funcionais para estacionamentos, serviços de carga e descarga, depósito ou traslado de lixos e resíduos;

- A previsão de rampas e escadas que obedecem às relações normativas de declividade;
- A estrutura de mobilidade interna da obra deverá, sempre que atender as condições de segurança, privilegiar o uso de transportes não poluentes como, por exemplo, bicicletas;
- O atendimento às normas de segurança referentes a escadas, corrimãos, rotas de fuga, distâncias máximas percorridas e saídas de emergência.
- Os projetos deverão buscar o equilíbrio com o meio ambiente para propiciar conforto ao usuário, através do aproveitamento das condições naturais. Dessa forma, serão priorizados sistemas naturais de iluminação, ventilação e de proteção contra insolação excessiva, minimizando a utilização de sistemas artificiais e proporcionando economia de energia;
- Serão adotados materiais, técnicas e elementos construtivos que proporcionem isolamento térmico e acústico;
- Nos edifícios administrativos e tanto quanto possível os industriais, buscar-se-á o aproveitamento da energia solar;
- A utilização de técnicas construtivas que privilegiem, sempre que possível, a captação e o reaproveitamento da água da chuva.

### **3.5.9.2 - Premissas básicas para instalações temporárias**

Serão empregadas fundações diretas em blocos vazados de concreto, preenchidos com concreto, vedações em tábuas de madeira e cobertura com telhas de fibrocimento sem amianto. Os pisos serão executados em cimento queimado tratado com pigmento colorido. As janelas e portas serão de madeira de origem certificada ou metal. Todas as aberturas deverão receber quadro de tela de proteção contra insetos. Os forros deverão ter características de isolamento térmico. Nos escritórios está prevista a instalação de aparelhos de ar condicionado.

### **3.5.9.3 - Premissas básicas para instalações de apoio administrativo**

Serão projetadas edificações de um pavimento e pé direito de 3 metros. Como critério geral, os prédios serão agrupados para facilitar o trânsito entre eles. Para dimensionamento das edificações serão considerados como referência a estrutura operacional e os recursos humanos correspondentes, sendo considerados os seguintes índices:

- Escritórios administrativos: 15 m<sup>2</sup> para cada funcionário;
- Sala de refeições: 1,5 m<sup>2</sup> por usuário (Na quantificação da área será utilizado 1/3 do total de usuários, considerando o intervalo de uma hora dividido em três turnos de 20 minutos);
- Cozinha do restaurante: 0,75 m<sup>2</sup> por refeição servida no horário de maior movimento, incluídas nesta quantificação a cozinha e as áreas de recebimento e estocagem de alimentos;

- Sanitários e vestiários masculinos, tendo um lavatório, um vaso sanitário e um mictório para cada 12 homens, um chuveiro para cada 8 funcionários no turno de maior movimento e um armário para cada usuário;
- Sanitários e vestiários femininos, tendo um lavatório e um vaso para cada 10 mulheres e um armário para cada usuária;
- Estacionamentos: 25 m<sup>2</sup> para cada automóvel e 75 m<sup>2</sup> para cada ônibus ou caminhão.

As instalações terão estruturas de pilares e vigas de concreto armado, mantidas aparente e sem laje. Os forros em geral serão de fibra mineral, nas áreas secas, e de placas de gesso resistente à umidade nas áreas “úmidas” e depósitos. As vedações serão em blocos de concreto rebocados e pintados. As coberturas serão em telhas galvanizadas com isolamento termoacústico, apoiadas em estrutura metálica.

As áreas “úmidas”, tais como sanitários, vestiários, copas, cozinha e similares, terão acabamento em cerâmica até o teto. As esquadrias externas, em geral, serão em alumínio anodizado natural e as portas internas de madeira tipo prancheta. Os pisos, em geral, serão de cerâmica com resistência à abrasão. Na cozinha serão especificados pisos resistentes ao ataque de substâncias químicas. Nos pisos externos do núcleo administrativo será empregado bloquete intertravado de concreto.

#### **3.5.9.4 - Premissas básicas para instalações de apoio operacional**

Essas instalações terão critérios, materiais e sistemas construtivos específicos para cada tipo de edificação de acordo com suas necessidades, uso, especificidades e normas aplicáveis. Serão consideradas, dentre outras, questões relativas à segurança, circulação de pessoas, fluxo de veículos, materiais e equipamentos.

O dimensionamento, *layout* e locação destas instalações deverão ser definidos pelos projetos de engenharia. No caso das instalações onde houver atividade humana de permanência prolongada serão devidamente previstos escritórios, sanitários, copas, salas de apoio, de reunião, depósitos etc., de acordo com a quantidade de pessoas prevista e as necessidades específicas de cada área. Nesses casos serão aplicados os mesmos critérios das instalações de apoio administrativo.

As subestações elétricas (principal e secundárias) que abrigam painéis e equipamentos elétricos atenderão exigências específicas diferentes das demais instalações. Em geral as subestações elétricas terão tipologia construtiva em dois pavimentos com estrutura de concreto armado mantidas aparentes. As vedações serão de alvenaria em blocos de concreto aparente, interna e externamente. As coberturas serão de telhas galvanizadas apoiadas em estrutura metálica. Os forros serão de lajes de concreto mantidas aparentes. As esquadrias serão fixas, de aço e com vidro aramado. Os pisos, em geral, serão de alta resistência e conforme características específicas de cada edificação. As paredes entre transformadores e as áreas internas serão do tipo corta fogo, executadas com bloco de concreto preenchido com argamassa de cimento e areia.

O laboratório terá características construtivas semelhantes às instalações administrativas. Serão especificados pisos e bancadas resistentes ao ataque de substâncias químicas.

Será considerada, ainda, como premissa básica de engenharia, a necessidade de eliminar as barreiras para deficientes físicos. Assim, nas edificações administrativas serão previstos acessos e instalações sanitárias para portadores de necessidades especiais, de acordo com a norma NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos da ABNT.

Para as edificações de apoio operacional que forem consideradas áreas de segurança não recomendadas para circulação de pessoas portadoras de necessidades especiais, não será prevista acessibilidade.

### **3.5.9.5 - Principais edificações do projeto**

#### **3.5.9.5.1 - Portaria, controle de balança e vestiário**

Essa área estará situada na entrada do empreendimento e contemplará, além da portaria, a sala de controle da balança de veículos e os vestiários masculinos e femininos dos funcionários. Complementarão esse arranjo estacionamentos para caminhões, ônibus, e veículos leves de visitantes e funcionários.

A portaria contará com recepção, sala de integração (reunião de segurança), sala de segurança, instalações sanitárias e demais instalações de apoio. A sala de controle de balança de veículos, dimensionada para o trabalho de duas pessoas. Está prevista uma área de apoio aos motoristas que contará com instalações sanitárias e área de recepção a visitantes e motoristas.

Os vestiários estarão dimensionados com 600 armários individuais, tipo escaninho, para o público masculino e 120 unidades para o público feminino. Contarão com chuveiros, vasos e lavatórios dimensionados para cada público e considerando os quantitativos de usuários previstos para o turno de maior movimento. No dimensionamento dos sanitários femininos será previsto número mínimo de 20% em relação ao número total previsto de usuários do sexo feminino.

#### **3.5.9.5.2 - Escritório central e centro de treinamento**

O escritório central estará dimensionado para aproximadamente cem usuários e abrigará áreas de apoio administrativo e técnico. Nessa área também será implantado o Centro de Treinamento, que estará contará com duas edificações contíguas para atender a atividades distintas.



A primeira edificação, com as mesmas características das instalações administrativas, contará com quatro salas de treinamento com capacidade para 25 pessoas cada uma e com um auditório com capacidade para 80 pessoas. Os espaços serão flexíveis com uso de divisórias dobráveis, possibilitando a integração ou não das duas salas. Possuirá instalações de apoio técnico e operacional, além de sanitários, copa e área de convivência para realização de intervalos de café e descanso.

A segunda edificação, com características de galpão, contemplará um laboratório e uma oficina de treinamento. As instalações de apoio serão compartilhadas com a primeira edificação

### **3.5.9.5.3 - Oficina, almoxarifado e laboratório**

A oficina central, ocupando uma área de aproximadamente 1.700 m<sup>2</sup>, terá por finalidade executar serviços de manutenção de equipamentos e de recuperação de peças da mina e da planta de beneficiamento. Será equipada com pontes rolantes e terá áreas distintas para montagem e desmontagem de subconjuntos, usinagem, caldeiraria, manutenção de motores de combustão e elétricos e vulcanização. A oficina contará, ainda, com escritório para serviços de engenharia e gerenciamento, instalações sanitárias, vestiários e salas para ferramentaria e instrumentação.

O almoxarifado será destinado ao armazenamento de itens de pequeno, médio e grande porte e estará projetado com áreas distintas para recepção e expedição de mercadorias, área de itens volumosos, área de miudezas acondicionadas em prateleiras tipo mezanino, área de paletáveis, sala climatizada, depósito de motores, rolamentos e equipamentos de segurança. Os itens pesados ou de grande volume serão movimentados através de empilhadeiras. As atividades administrativas contarão com escritório e instalações sanitárias.

O almoxarifado estará localizado em área cercada e dotada de controle de acesso, incluindo em seu interior uma grande área descoberta para estocagem de itens a céu aberto.

Ainda na área cercada do almoxarifado será construído um depósito de materiais inflamáveis, convenientemente distanciado das demais instalações e edificações, conforme exigido na normatização técnica para armazenamento de inflamáveis.

No interior da área cercada também será implantado o depósito intermediário de resíduos, com a construção de um galpão coberto, fechado e bem ventilado, com separações internas tipo baias, onde serão acondicionados e dispostos os resíduos perigosos e/ou não inertes, de forma controlada, conforme o tipo e classificação.

Em local externo à área do almoxarifado, mas sob o controle deste, será implantada outra área para segregação e armazenamento temporário de resíduos inertes e de grande volume (sucatas diversas, madeiras e outros).

O laboratório do projeto estará localizado junto às instalações de apoio administrativo e contará com unidades operacionais para realização de ensaios físicos, químicos e mineralógicos. Será dotado, ainda, de escritórios, instalações sanitárias, salas de preparação de amostras, salas de balanças, almoxarifado de reagentes e materiais diversos, laboratórios com bancadas de ensaios dotados de sistemas de exaustão e capelas de gases, sistemas de tratamento de esgotos e de efluentes líquidos, sistemas de tratamento e de controle de emissões de particulados e gases.

#### **3.5.9.5.4 - Alojamentos e vila residencial**

Para a fase de obras está prevista a construção de alojamentos nas proximidades da área industrial, cuja construção, equipagem, supervisão e desmontagem (ao final das obras) ficará a cargo e sob a responsabilidade da(s) empreiteira(s) contratada(s). Estes alojamentos deverão atender todas as normas vigentes.

#### **3.5.9.5.5 - Cozinha, refeitório e áreas de lazer**

A cozinha industrial será dimensionada para atender todo o quadro de mão de obra e eventuais visitantes, produzindo alimentos para o café da manhã, almoço, jantar, ceia e lanches.

O refeitório será dimensionado para 168 lugares assentados e terá capacidade para receber até 504 pessoas no turno de maior movimento, em 3 turmas de refeição. Anexa ao refeitório está prevista a instalação de uma área de lazer com jogos, bibliotecas, sala de TV e lanchonete.

Na área externa do setor administrativo será construída uma praça descoberta, arborizada e ajardinada, equipada com bancos de concreto e madeira, onde será instalado um posto bancário.

#### **3.5.9.5.6 - Ambulatório e brigada de combate a incêndios**

O ambulatório atenderá às normas de saúde e de vigilância sanitária e permitirá os primeiros socorros e a estabilização de pacientes em caso de acidentes, além da realização de alguns exames periódicos de saúde. O ambulatório será dotado de consultório médico, salas de enfermagem e curativos, instalações sanitárias e pequeno almoxarifado de remédios. Será equipado com ambulância, equipamentos e instrumentação ambulatorial adequada. Os casos mais graves serão encaminhados a hospitais próximos.

As instalações destinadas à Brigada de Incêndio contemplarão, além das salas dos brigadistas e instalações sanitárias, um depósito para materiais e equipamentos de segurança e uma oficina para manutenção dos mesmos.

### **3.5.10 - Instalações de esgotamento sanitário**

Na fase de obras, o esgotamento sanitário será suportado por fossas sépticas dotadas de filtros anaeróbios e sumidouros e serão utilizados sistemas sanitários móveis para as instalações temporárias.

Na fase de operação todo o esgotamento sanitário será coletado e destinado a tratamento em estação de tratamento de esgoto (ETE) do próprio empreendimento.

O projeto da estação de tratamento de esgotos será detalhado pela engenharia e apresentado ao IBAMA por ocasião do requerimento da LI, como parte integrante dos Programas de Gestão de Recursos Hídricos e de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e de Combustíveis, Óleos e Graxas, que serão incorporados ao Plano Básico Ambiental (PBA).

### **3.5.11 - Central de materiais descartáveis (CMD)**

A destinação correta dos resíduos gerados no empreendimento da Sul Americana de Metais, em todas as suas etapas, será realizado em conformidade com a nova lei dos resíduos sólidos, que exige que o gerador seja responsável pela coleta seletiva de seu resíduo, sendo o processo realizado no Centro de Materiais Descartáveis (CMD), localizado na área do complexo minerário.

Nesse sentido, os resíduos produzidos na operação, incluindo aqueles gerados por terceiros que executam serviços na área interna da empresa, serão separados nas categorias recicláveis, comuns, orgânicos, contaminados, resíduos de madeira provenientes de embalagens e óleos e graxas usados em veículos e equipamentos, sendo que para cada um será dada a destinação adequada.

Para que esse processo seja efetivo, o programa de educação ambiental se encarregará de fomentar e sensibilizar os colaboradores da empresa, tanto os empregados diretos quanto os indiretos, da importância da coleta seletiva, visto ser esse o ponto chave para que ocorra a destinação adequada dos resíduos e seu consequente aproveitamento posterior.

No CMD será realizado o acondicionamento dos resíduos em sacos e/ou recipientes impermeáveis e resistentes à ruptura e vazamentos, acomodando cada grupo de resíduos em recipientes apropriados e individualizados. Destaca-se que a destinação dos materiais recicláveis deverá ser realizada para entidades especializadas instaladas na região, em especial cooperativas, mediante parcerias que serão firmadas e que deverão propiciar a geração de renda para a população local.

Ressalta-se que, à parte dos resíduos contaminantes, descritos neste capítulo e que serão objeto de destinação para empresas especializadas de rerefino (no caso de óleos e graxas) e incineração (no caso de resíduos de classe I – perigosos), os materiais orgânicos serão processados em composteira a ser instalada no complexo minerário. Nesse processo, o material orgânico será processado para que ocorra sua decomposição natural, com consequente geração de adubo orgânico, a ser utilizado tanto no viveiro da empresa quanto na recomposição das áreas degradadas, em especial no processo de sequenciamento verde.

Aqueles materiais que efetivamente não forem passíveis de reciclagem e compostagem serão destinados a aterro sanitário próprio da mina, a ser instalado adjacente à Estação de Tratamento de Esgotos (ETE). O aterro sanitário, estrutura mais favorável para que não haja proliferação de vetores, incluindo poluição do lençol freático pelo chorume, emanção de mau cheiro, poluição visual e acúmulo de animais como moscas, pássaros e ratos, deverá ainda gerar gás metano, sendo que a Sul Americana de Metais desenvolverá, no futuro, estudo para aproveitamento energético do gás gerado.

### **3.5.12 - Sistemas de controle e monitoramento de efluentes líquidos, resíduos, emissões atmosféricas, vibrações e ruídos**

O controle e monitoramento de emissões atmosféricas, ruídos, vibrações, efluentes líquidos e resíduos sólidos será realizado na conformidade dos programas de gestão, controle e monitoramento, cujos escopos serão apresentados em capítulo específico deste EIA, e que serão posteriormente detalhados no Plano Básico Ambiental do empreendimento. Resumidamente serão adotadas as seguintes linhas de ação:

A operação de equipamentos de lavra e, principalmente, o tráfego de caminhões, são operações geradoras de poeiras e gases de combustão. Como principal medida de controle de emissões de particulados serão utilizados caminhões pipas para umectar as estradas, acessos e pátios. Para o controle de emissões gasosas de motores de combustão à diesel serão mantidos programas rigorosos de monitoramento e de manutenção mecânica desses motores.

Para controlar o nível de ruído e vibração, o desmonte mecânico será sempre preferível ao desmonte por meio de explosivos. Preferencialmente, as rochas serão desmontadas utilizando-se os equipamentos de carregamento. Se necessário, serão utilizados tratores de esteira para auxiliar o desmonte.

No entanto, a necessidade de usar explosivo para desmonte de rochas na fase de lavra será inevitável. As detonações irão gerar ruído, vibrações e emissão de poeiras. Para minimizar tais impactos as detonações atenderão planos de fogo específicos e adequadamente elaborados, de modo que os níveis de ruídos e vibrações permaneçam dentro dos limites previstos na legislação. Para melhor controle de vibrações será realizado o monitoramento sistemático com sismógrafos, especialmente próximo a áreas habitadas.

Para controle da geração, movimentação e destinação dos resíduos gerados será elaborado um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e de Combustíveis, Óleos e Graxas embasado nos conceitos de 3R's - reduzir, reutilizar e reciclar, contemplando coleta seletiva, inventário de resíduos, locais de armazenamento e destinação ambientalmente correta. Complementarmente serão adotadas ações de educação ambiental e procedimentos para conscientizar o público interno do empreendimento e divulgar as práticas corretas para movimentar, segregar, coletar e dispor seletivamente os resíduos. O sistema contemplará, ainda, o controle qualitativo e quantitativo dos resíduos gerados, de forma a permitir a elaboração de inventário e garantir a sua posterior comercialização / destinação final adequada.

Os serviços de manutenção mecânica serão executados na oficina centralizada, que será dotada de piso impermeabilizado e sistema de canaletas para coleta e direcionamento dos efluentes líquidos para um sistema de caixas decantadoras de sedimentos e separadoras de água e óleos (SAOs). Os óleos e as graxas recuperados nos SAOs serão estocados, temporariamente, em tambores lacrados, antes de serem destinados para a indústria de reciclagem e/ou re-refino, ou para coprocessamento em indústrias cimenteiras e outras que, comprovadamente, tenham licença ambiental para tal. Os efluentes líquidos finais, isentos de óleos, serão monitorados antes de seu descarte para o ambiente.

O posto de armazenamento e abastecimento de combustíveis será construído e operado dentro das mais estritas normas de segurança. A tancagem de combustíveis (óleo diesel) e óleos lubrificantes será implantada no interior de bacias de contenção de vazamentos com pisos e paredes impermeabilizados, dotados de sistemas de bombeamento de retorno e SAOs, para recuperação de produtos vazados sem que os mesmos sejam descartados para o ambiente.

As águas servidas e/ou oriundas de instalações sanitárias serão direcionadas para um sistema de tratamento misto, constituído por fossas sépticas e filtros anaeróbios e para a Estação de tratamento de Esgotos que será construída no local. Esse sistema misto de tratamento de esgotos será dimensionado tomando como parâmetro o número máximo de usuários nas fases de implantação e de operação do empreendimento.

Para analisar a eficiência dos dispositivos e das ações de controle ambiental, serão realizados monitoramentos sistemáticos e periódicos de emissões atmosféricas e de qualidade do ar, de efluentes líquidos e qualidade das águas, inclusive nos corpos receptores, e de resíduos sólidos, cujos resultados permitirão medir e acompanhar a efetividade da mitigação dos impactos e o atendimento aos padrões legais, assim como propor e implantar novas e mais eficazes medidas de controle, se necessário.

Visando estimular práticas preventivas e educativas de conservação ambiental, tanto no interior do empreendimento quanto em suas áreas limítrofes, além de programas de comunicação e de educação ambiental, também serão implementadas medidas de vigilância patrimonial visando inibir ações de extração ilegal de espécimes da flora, retirada de madeira, prevenção a incêndios florestais, bem como da captura e caça ilegal de animais. Os detalhes e limites de aplicação dessas medidas serão apresentados nos programas específicos do PBA.

### **3.5.13 - Sistemas de gestão de segurança e saúde ocupacional**

O conceito atual de meio ambiente do trabalho está ampliado além das instalações industriais, se estendendo à circunvizinhança do empreendimento, às vias de acesso e à própria moradia do trabalhador, por constituírem ambientes que também necessitam ser protegidos para assegurar a segurança e a saúde do trabalhador e conferir a ele, seus familiares e comunidades, uma qualidade de vida digna e segura.

O sistema de gestão do ambiente do trabalho do Projeto Vale do Rio Pardo será embasado na legislação vigente, especialmente no atendimento da Lei nº 6.514/77 que alterou o capítulo V do Título II da CLT - Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, e aos preceitos da Portaria 3.214/78, com a redação atualizada, que aprovou as Normas Regulamentadoras - NR's da CLT.

Serão atendidos os requisitos das NRM's - Normas Regulamentares de Mineração do MME / DNPM, atualizadas pela Portaria DNPM nº 237, de 18 de outubro de 2001 e Portaria DNPM nº 12, de 22 de janeiro de 2002. Resumidamente, serão apresentadas em capítulo específico deste EIA, as mais importantes dessas NR's e NRM's voltadas para as atividades de mineração a céu aberto, conforme NR 21 e de beneficiamento mineral do Projeto Vale do Rio Pardo.

Para gestão de saúde ocupacional, serão atendidas as normas do Ministério da Saúde, e as NRs do Ministério de Trabalho e Emprego, particularmente as NR 6, NR 7, NR 10, NR 22 e NR 26.

A implementação e a gestão do sistema de segurança e saúde ocupacional do Projeto Vale do Rio Pardo serão feitas por de funcionários da SAM e de empresas especializadas, atendendo o número de profissionais citado no Quadro II da NR 4.

### **3.5.14 - Reabilitação ambiental**

A reabilitação ambiental das áreas degradadas pelo empreendimento será realizada, sempre que possível, à medida que tais áreas venham a ser liberadas para essa finalidade, ao longo de toda a vida útil do empreendimento. As ações de reabilitação ambiental serão realizadas na conformidade das exigências legais e normativas e atendendo as diretrizes do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

## **3.6 - Operações Unitárias de Controle Ambiental da Mina e Planta**

### **3.6.1 - Estações de tratamento de água**

Na fase de implantação poderão ser adotados sistemas móveis de tratamento de água ou adotadas soluções de abastecimento de água potável por caminhão pipa exclusivo para tal utilização.

O projeto, na sua fase operacional, contará com uma estação de tratamento de água fixa, dimensionada para atender as necessidades e demandas internas de água de uso humano e potável. Os detalhes serão previstos no projeto de engenharia.

### **3.6.2 - Estações de tratamento de esgoto sanitário**

Na fase de implantação do empreendimento, para instalações temporárias, serão adotadas soluções de esgotamento sanitário por fossas dotadas de filtros anaeróbios e sumidouros e, quando necessário, instalações sanitárias móveis.

Na fase operacional, todos os efluentes sanitários serão coletados e encaminhados para estação fixa de tratamento de esgotos, cujos detalhes construtivos e operacionais serão definidos por projeto de engenharia.

### **3.6.3 - Estações de tratamento de efluentes líquidos e oleosos**

O sistema produtivo do Projeto Vale do Rio Pardo não prevê a emissão de efluentes líquidos com produtos tóxicos ou poluentes que demandem a necessidade de uma estação fixa de tratamento.

No entanto, para todas as emissões de efluentes líquidos contendo sedimentos serão previstas caixas decantadoras e sistemas de drenagem que permitam minimizar os carregamentos desses sedimentos para cursos de água. Da mesma forma, efluentes líquidos com presença de óleos e graxas serão submetidos a tratamento prévio em caixas separadoras de água e óleo (CSAO). Preferencialmente, todas as drenagens de efluentes líquidos serão direcionadas para a barragem de rejeitos e, sempre que necessário, a qualidade desses efluentes será avaliada por programas de monitoramento.

### **3.6.4 - Disposição de estéril e rejeitos**

O empreendimento prevê a construção de uma barragem no vale do córrego Mundo Novo, que ocupará uma bacia de 5 km<sup>2</sup> de área, aproximadamente, e terá capacidade de acumulação da ordem de 230 milhões de metros cúbicos.

Além de atender, no primeiro ano, à necessidade de disposição de cerca de 47,2 milhões de metros cúbicos de rejeitos gerados no processo de beneficiamento de minério, durante o primeiro ano de operação, a mesma barragem também terá a função de acumulação de água de chuva, regularizando a vazão na cabeceira do córrego Mundo Novo, e de receber a água recuperada na área da mina.

A partir do segundo ano de operação, quando estiver em prática o sistema de sequenciamento verde, serão bombeadas para a barragem do córrego Mundo Novo tanto a água devida ao rebaixamento do lençol freático quanto aquela proveniente da segregação dos rejeitos depositados no interior da cava, conforme descrito anteriormente.

Devido às características climáticas da região, marcada por elevada evaporação e redução significativa da vazão de nascentes e de cursos de água nos períodos prolongados de seca, associadas à necessidade de reposição de água para o sistema hídrico do córrego Mudo Novo a jusante da barragem, o retorno de água acumulada na barragem para fins industriais está sendo considerado no balanço de água do empreendimento, mas de forma conservadora, variável e sujeita a oscilações sazonais.

### **3.6.5 - Sistemas de contenção de sedimentos**

O carreamento de sedimentos para cursos de água poderá ser decorrente da implantação dos canteiros de obras e de outras instalações e atividades de apoio operacional e administrativo, em locais susceptíveis à instalação de processos erosivos.

Fator importante a ser considerado, inicialmente, é a supressão de vegetação, havendo a necessidade de se reduzir ao mínimo o desmatamento, especialmente de vegetação ciliar, durante e após a implantação do projeto.

Da mesma forma, os serviços de terraplanagem deverão ser objeto de planejamento prévio e execução tecnicamente criteriosa, com a finalidade de se minimizar a exposição desnecessária de solos e rochas à ação das águas pluviais superficiais. Especial cuidado deverá haver para se evitar, sempre que possível, a abertura de novas frentes quando houver previsão de chuvas intensas num curto período de tempo.

Haverá necessidade, portanto, de se implantar dispositivos drenantes e de captação e desvio de águas pluviais eficazes, tais como, por exemplo, o enleiramento do material removido, a construção de valetas para condução das águas superficiais, valetas paralelas ao corpo d'água, diques, barreiras artificiais e outros que impeçam o carreamento de sedimentos para os corpos d'água, especialmente nos casos de execução de obras nas proximidades de rios e córregos.

Ainda que haja carreamento de sedimentos para as drenagens, o sistema de contenção de finos, descrito no presente documento, proporcionará sua decantação, melhorando possíveis condições de turbidez elevada que por ventura venham a ocorrer.

Os procedimentos e diretrizes para o controle de arraste de sedimentos serão detalhados no Programa de Gestão Ambiental e no Programa de Controle e Monitoramento de Processos Erosivos, que serão detalhados no Plano Básico Ambiental (PBA), na fase de Licença de Instalação.

Medida importante de controle será, ainda, a implantação imediata de ações para recuperação e revegetação dos locais de empréstimos, de pilhas de estéril e de materiais excedentes de escavação, assim como de todas as demais áreas a serem recuperadas, conforme for estabelecido no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).



### 3.6.6 - Sistemas de drenagens em geral

Os sistemas de drenagem da mina, já descritos em item específico, serão constituídos, essencialmente, por uma rede de canaletas e *sumps* que captarão as águas pluviais e de infiltração que escorrerão pelas bermas e taludes da cava. Do *sump* final, localizado no fundo da cava, a água será bombeada para o reservatório da barragem de rejeitos, para reutilização no processo de beneficiamento do minério.

As demais instalações do projeto, especialmente na área da planta de beneficiamento, contarão com sistemas de drenagem de águas pluviais específicos, compostos, por exemplo, de canaletas, escadas de amortecimento e dissipação de energia e bacias de sedimentação, mesmo que pequenas e temporárias, para interceptar e reter sedimentos carregados pelas águas superficiais, evitando assim o assoreamento dos cursos d'água. Tais bacias deverão ser construídas próximas aos pés dos taludes dos aterros ou nas proximidades das saídas das descargas dos drenos das águas superficiais, de fontes de sedimentos em aterros e cortes e em todos os locais onde se mostrarem necessárias.

O direcionamento final das drenagens pluviais da área industrial será feito para a barragem de rejeitos do empreendimento.

Os detalhes de engenharia e os procedimentos e diretrizes para os sistemas de drenagem de águas pluviais do empreendimento serão inseridos no PBA.

### 3.6.7 - Sistemas de controle e monitoramento de vibrações e ruídos

Como já informado anteriormente, para controlar o nível de ruído e vibração, o desmonte mecânico será sempre preferível ao desmonte por meio de explosivos. No entanto, a necessidade de usar explosivo para desmonte de rochas na fase de lavra será inevitável. As detonações irão gerar ruído, vibrações e emissão de poeiras.

Para minimizar tais impactos as detonações atenderão planos de fogo específicos e adequadamente elaborados, de modo que os níveis de ruídos e vibrações permaneçam dentro dos limites previstos na legislação. Para melhor controle de vibrações será realizado o monitoramento sistemático com sismógrafos, especialmente próximo a áreas habitadas. Da mesma forma haverá um programa de monitoramento sistemático de ruídos em pontos-chave do empreendimento e no seu entorno imediato. O controle e o monitoramento das emissões de ruído e vibração serão detalhados no Programa de Gestão e Monitoramento dos Níveis de Ruído, apresentado no Plano Básico Ambiental (PBA).

### **3.6.8 - Sistemas de controle e monitoramento de emissões atmosféricas**

A operação de equipamentos de lavra e, principalmente, o tráfego de caminhões, serão operações geradoras de poeiras e gases de combustão. Como principal medida de controle de emissões de particulados serão utilizados caminhões-pipas para umectar as estradas, acessos e pátios. Para o controle de emissões gasosas de motores a combustão diesel, serão mantidos programas rigorosos de monitoramento e de manutenção mecânica desses motores. Considera-se ainda que será implantado um cinturão verde em áreas determinadas, o qual funcionará tanto como barreira para a dispersão de emissões atmosféricas, quanto para minimizar impactos visuais relacionados à operação.

Para gerenciar a qualidade ambiental e analisar a eficiência dos dispositivos e ações de controle ambiental, serão realizados monitoramentos sistemáticos e periódicos de emissões atmosféricas e de qualidade do ar, cujos resultados permitirão medir e acompanhar a efetividade da mitigação dos impactos e o atendimento aos padrões legais, bem como propor e implantar novas e mais eficazes medidas de controle, se necessário.

### **3.6.9 - Sistemas de controle e monitoramento de efluentes líquidos**

A oficina centralizada será dotada de piso impermeabilizado e sistema de canaletas para coleta e direcionamento dos efluentes líquidos para um sistema de caixas decantadoras de sedimentos e separadoras de água e óleo (CSAOs). Os óleos e as graxas recuperados nestas CSAOs serão estocados, temporariamente, em tambores lacrados, antes de serem destinados para a indústria de reciclagem e/ou re-refino de óleo, ou para coprocessamento em indústrias cimenteiras e outras que, comprovadamente, tenham licença ambiental para tal. Os efluentes líquidos finais, isentos de óleos, serão monitorados antes de seu descarte para o ambiente.

O posto de armazenamento e abastecimento de combustíveis será construído e operado dentro das mais rígidas normas de segurança. A tancagem de combustíveis (óleo diesel) e óleos lubrificantes será implantada no interior de bacias de contenção de vazamentos, dotada de pisos e paredes impermeabilizados e com sistemas de bombeamento de retorno e CSAOs, para recuperação de produtos que venham a vazar, sem que o mesmo seja descartado para o ambiente.

As águas servidas e/ou oriundas de instalações sanitárias serão direcionadas, na fase de implantação das obras, para um sistema de tratamento constituído por fossas sépticas com filtros anaeróbios e sumidouros. Na fase de operação, os efluentes sanitários serão destinados à Estação de Tratamento de Esgotos própria do projeto. Esses sistemas de tratamento de esgotos serão dimensionados tomando como parâmetro o número máximo de usuários nas fases de implantação e de operação do empreendimento. Os detalhes e projetos de engenharia serão apresentados no PBA.

Para gerenciar a qualidade ambiental e analisar a eficiência dos dispositivos e ações de controle ambiental, serão realizados monitoramentos sistemáticos e periódicos dos efluentes líquidos e da qualidade das águas dos corpos receptores. A princípio, todos os efluentes líquidos do empreendimento, depois de tratados, serão direcionados para a barragem de rejeitos.

### **3.6.10 - Sistemas de controle e disposição de resíduos sólidos**

Para controle da geração, movimentação e destinação dos resíduos gerados será elaborado um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e de Combustíveis, Óleos e Graxas embasado nos conceitos de 3R's - reduzir, reutilizar e reciclar, contemplando coleta seletiva, inventário de resíduos, definição dos melhores locais para armazenamento e destinação ambientalmente correta.

Complementarmente, serão adotadas ações de educação ambiental e procedimentos para conscientizar o público interno do empreendimento e divulgar as práticas corretas para movimentar, segregar, coletar e dispor seletivamente os resíduos. O sistema contemplará, ainda, da elaboração do inventário, que permitirá o controle qualitativo e quantitativo dos resíduos gerados de forma a garantir a sua posterior comercialização e destinação final adequada. As áreas de disposição temporária de resíduo, que serão diferenciadas para resíduos perigosos e/ou não inertes (galpão com baias específicas) e para resíduos inertes (pátio descoberto), ficarão sob controle e supervisão direta do almoxarifado do empreendimento.

### **3.6.11 - Modelagem matemática de dispersão de particulados (fontes fixas e móveis)**

Os resultados dos modelamentos, sobrepostos em imagens de satélite e contendo as isolinhas de concentração de PTS e  $PM_{10}$ , em termos de máxima 24h e máxima do período de dados meteorológicos, são apresentados no Anexo 6 deste documento.

Os Quadros 3.55 e 3.56 a seguir e as figuras do Anexo 6 apresentam as concentrações e os pontos (coordenadas) onde ocorreram as máximas concentrações de PTS e  $PM_{10}$ , no período de 24 horas e no período anual de dados meteorológicos utilizados no modelamento (1º de janeiro a 31 de dezembro de 2010).

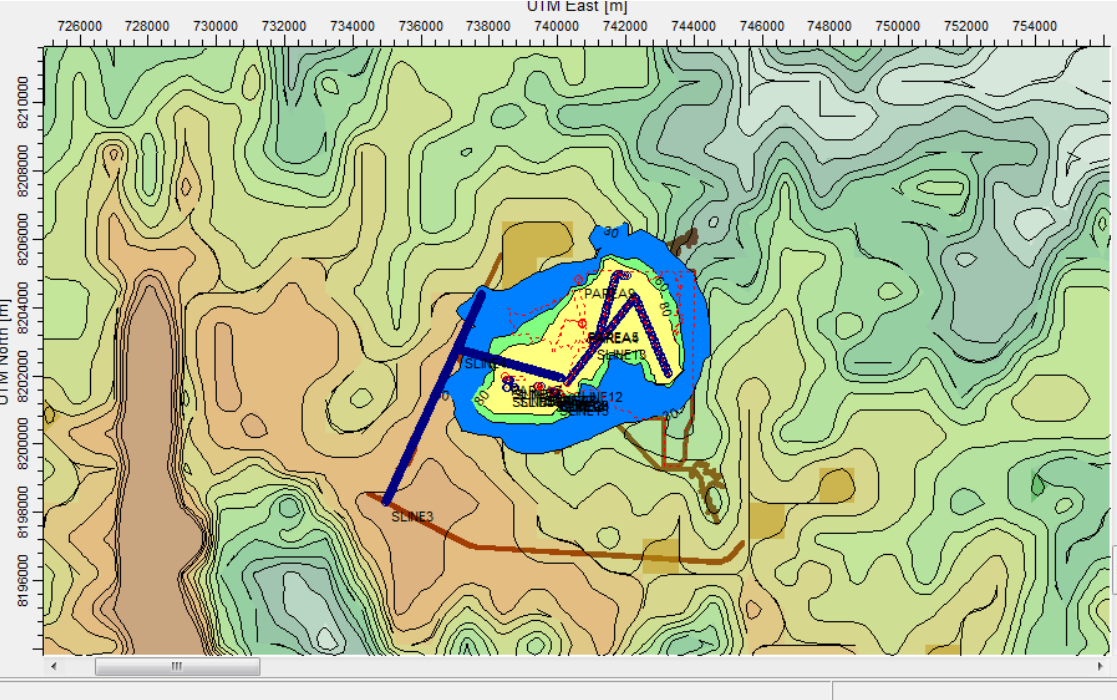
A partir da visualização dos resultados, observa-se que foram obtidos valores superiores aos padrões primários e secundários estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03, de 1990, e pela Deliberação Normativa COPAM nº 01, de 1981. Ressalta-se, porém, que esses valores foram encontrados apenas em áreas localizadas internamente aos limites operacionais do Projeto Vale do Rio Pardo, próximas às fontes de emissão.

Entende-se que o modelamento de dispersão atmosférica deve ser continuamente revisado, a partir do refinamento das informações utilizadas como dados de entrada no *software*, tanto em relação às fontes quanto aos dados meteorológicos. Paralelo a isso, a implementação de medidas de mitigação, como a aspersão de vias e manutenção de pilhas com umidade mínima suficiente para que não ocorra dispersão dos particulados, será verificado por um monitoramento efetivo da qualidade do ar, o qual se constitui em importante ferramenta de validação e aperfeiçoamento do modelamento aqui apresentado. Em conjunto, o monitoramento da qualidade do ar e o modelamento da dispersão atmosférica são ferramentas de gestão que deverão ser utilizadas pelo Projeto Vale do Rio Pardo para acompanhamento e verificação da eficiência dos controles ambientais estabelecidos e inerentes às suas atividades operacionais.

**QUADRO 3.55 - Resultados Calculados das Concentrações - PTS**

Parâmetro	PTS - PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO	
	24 horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
Concentração $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7.058	
Coordenadas UTM do ponto identificado como de maiores concentrações	738.557E / 8.201.734N	

Continuação

Parâmetro	PTS - PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO Período ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
Concentração $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.022	
Coordenadas UTM do ponto identificado como de maiores concentrações	738.557E / 8.201.734N	

**QUADRO 3.56 - Resultados Calculados das Concentrações - PM<sub>10</sub>**

Parâmetros	PM <sub>10</sub> - PARTÍCULAS INALÁVEIS 24 horas (µg/m <sup>3</sup> )	
Concentração µg/m <sup>3</sup>	2.832	
Coordenadas UTM do ponto identificado como de maiores concentrações	738.557E / 8.201.734N	

Continuação

Parâmetros	PM <sub>10</sub> - PARTÍCULAS INALÁVEIS	
	Período (µg/m <sup>3</sup> )	
Concentração µg/m <sup>3</sup>	816	
Coordenadas UTM do ponto identificado como de maiores concentrações	738.557E / 8.201.734N	<p>alinas\SAM_Revisão 2012\SAM Final Março\PM10_2_AD\PE00GALL.PLT</p>



## 3.7 - Adutora

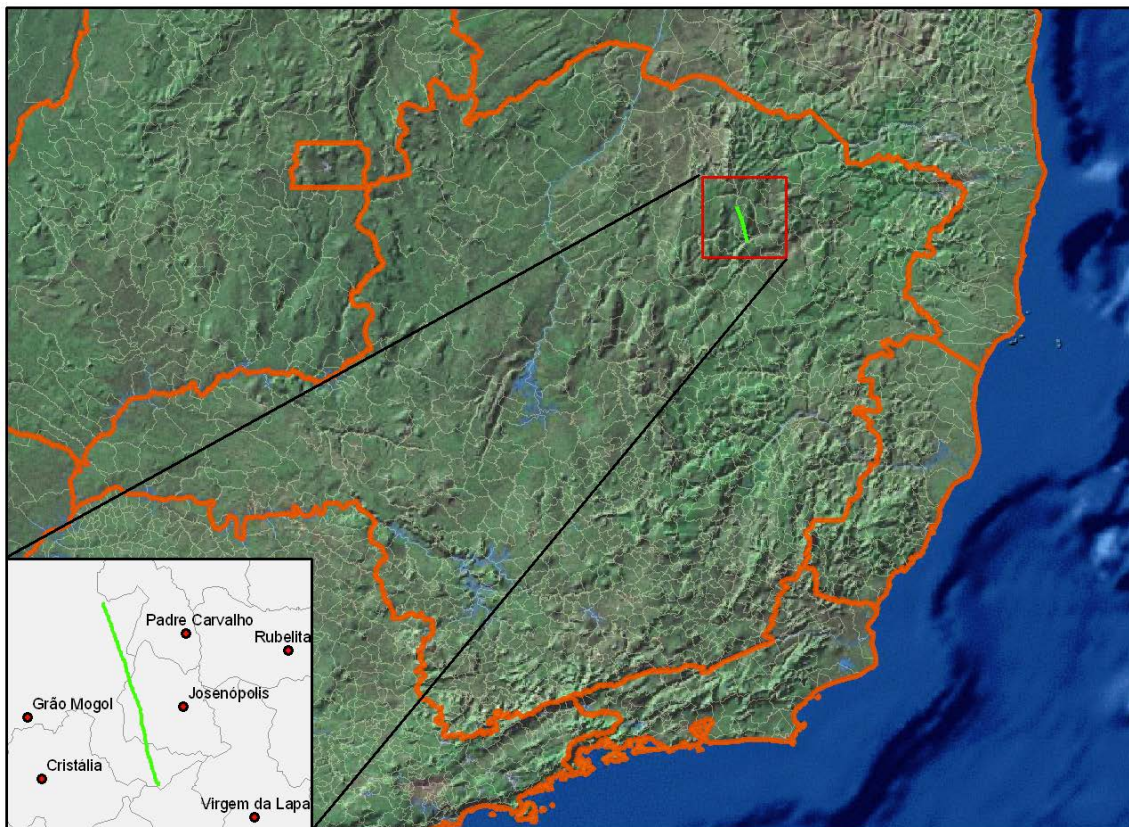
### 3.7.1 - Objetivos gerais e metas de produção

O objetivo principal do sistema adutor do Projeto Vale do Rio Pardo será assegurar a captação e a adução de água nova para abastecimento das instalações de beneficiamento de minério de ferro e outras utilidades, visando a produção anual de 25 Mtpa de *pellet feed*.

A vazão de projeto será de 6.200 m<sup>3</sup>/h (1.722,2 l/s), que corresponde a 50 milhões de metros cúbicos por ano. As instalações de captação e adução foram projetadas para, no mínimo, 20 anos de vida útil, operando 365 dias por ano e 24 horas por dia. O fator de operação adotado para o sistema será de 94%. O sistema de adução será projetado com base na norma AWWA C 200.

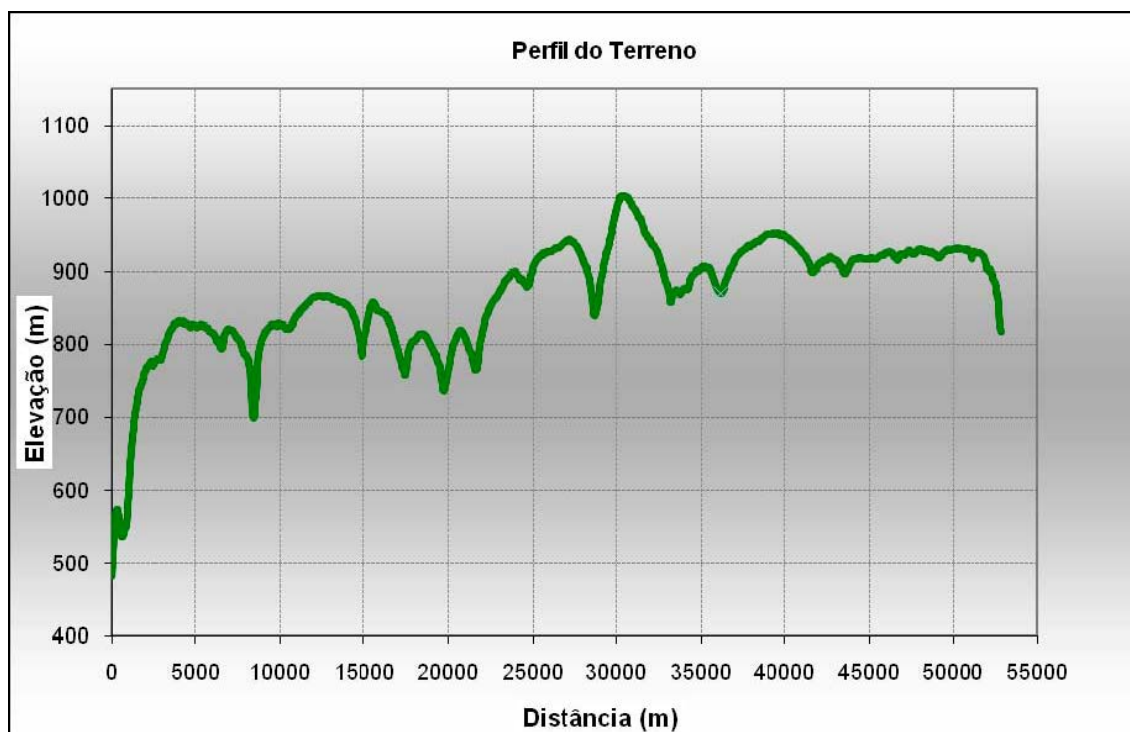
### 3.7.2 - Descrição do traçado escolhido

A adutora possuirá, aproximadamente, 58 km de extensão e transportará água captada na Barragem Irapé, no município de Grão Mogol, até a região da planta de beneficiamento do Projeto Vale do Rio Pardo, também situada no município de Grão Mogol. Uma parte da rota da adutora atravessa área do município de Josenópolis. O ponto de captação estará nas coordenadas 758.460E/8.148.400N e o ponto de chegada nas coordenadas 740.220E/8.199.875N, ambas no fuso 23. O traçado previsto pode ser visto na Figura 3.19 a seguir:

**FIGURA 3.19 - Rota proposta para a adutora**

Fonte: Sul Americana de Metais (SAM)

Haverá variação considerável de cotas entre pontos distintos da linha, tendo em vista que a captação estará na cota aproximada de 500 metros acima do nível do mar, o ponto mais alto do perfil (localizado a +/- 30 km do ponto inicial) atingirá a cota de 1004 metros e o ponto final estará localizado na cota de 818 metros. A Figura 3.20 ilustra essa variação altimétrica no perfil do terreno a ser percorrido.

**FIGURA 3.20 - Perfil do terreno a ser percorrido pela adutora**

Fonte: Sul Americana de Metais (SAM)

As coordenadas foram lançadas em softwares de mapeamento, juntamente com dados de declividade e imagens de satélite. O traçado ideal foi definido conforme os critérios básicos admitidos para o projeto, destacando-se aspectos de engenharia, como menor movimentação de terra e menor distância de caminhamento entre as coordenadas fornecidas, o cumprimento da legislação ambiental, a minimização dos impactos ambientais e, especialmente, evitando-se, sempre que possível, as interferências em áreas de preservação permanente (APPs) e de vegetação nativa.

As principais interferências da adutora com os recursos naturais serão os cursos de água a serem atravessados, ressalvando-se, porém, não ocorrer nenhum rio de grande porte na região de implantação do duto. As principais travessias de rios e córregos ocorrerão nas coordenadas apontadas no Quadro 3.57.

Outros cruzamentos relevantes estarão presentes na faixa de servidão de uma linha de transmissão (nas coordenadas 757.700E/8.150.735N, cota 787) e na rodovia federal BR-251 (nas coordenadas 745.090E/8.196.720N, cota 920).

Também ocorrerão travessias diversas em estradas vicinais dos municípios de Grão Mogol e Josenópolis, em vias rurais de fazendas e em áreas relativamente extensas de monoculturas de eucalipto, típicas da região. Na rota da adutora também não haverá interferências com vilas ou cidades.

### QUADRO 3.57 - Cursos de água atravessados pela adutora

Curso de água	Coordenada E	Coordenada N	Cota (m)
Ribeirão Santana	755.250	8.156.250	735
Córrego	755.087	8.162.240	786
Córrego	754.500	8.164.650	763
Córrego	754.390	8.166.930	742
Córrego	754.079	8.168.705	765
Córrego da Piteira	751.802	8.175.260	844
Córrego Buritizinho	750.700	8.179.483	858
Córrego Buriti	749.930	8.182.315	872
Córrego do Vale	744.634	8.197.646	802
Córrego	744.318	8.197.876	814
Córrego da Batalha	742.229	8.198.177	831

Fonte: SNC-Lavalin Minerconsult / Sul Americana de Metais (SAM).

### 3.7.3 - Alternativas técnicas

Foram estudadas, como alternativas técnicas para o abastecimento de água ao Projeto Vale do Rio Pardo, as possibilidades de adução a partir dos rios Jequitinhonha, na Barragem de Irapé, e dos rios Vacarias e Itacambiruçu, tendo sido a primeira a opção escolhida.

A captação no rio Vacarias poderia ocorrer em reservatório de barragem ainda em fase de planejamento pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), já detentora de Licença Prévia, mediante estabelecimento de parceria da SAM com aquele órgão, mas a expectativa de não ser possível concretizar a parceria e concluir a construção/operação da obra em prazos compatíveis com o cronograma do Projeto Vale do Rio Pardo colocaram essa alternativa em segundo plano. Também contribuiu para esta decisão o fato de não estar confirmada a disponibilidade hídrica desse futuro reservatório, necessitando a realização de estudos ora inexistentes. Segundo o projeto original do DNOCS, o volume acumulado nesse barramento seria destinado principalmente ao abastecimento humano e à regularização hídrica nesta sub-bacia, sendo que para o atendimento da demandada do projeto Vale do Rio Pardo seria exigida uma fonte complementar ou modificação no projeto do DNOCS, visando o alteamento da barragem.

Já a possibilidade de captação no rio Itacambiruçu foi afastada tendo em vista que estudos preliminares de disponibilidade hídrica demonstraram haver limitações incompatíveis com as necessidades do projeto. Como tal, essa captação/adução também teria que ser complementada por outra fonte de abastecimento (Vacarias ou Irapé). Complementarmente, a adutora teria que cortar áreas do Parque Estadual de Grão Mogol, trazendo impactos relevantes para essa unidade de conservação.

Assim, optou-se pela captação e adução única, a partir da Barragem de Irapé, no rio Jequitinhonha, para a qual a Agência Nacional de Águas já havia declarado haver disponibilidade hídrica e a SAM já dispunha de outorga preventiva no total de 3.508,0 m<sup>3</sup>/h, concedida pela Resolução nº 182/2010 do CNARH, em 22 de abril de 2010, com validade de 3 anos.

Os estudos alternativos de locação do traçado da adutora foram realizados e encontram-se descritos no módulo 5 do presente EIA.

### **3.7.4 - Descrição do sistema adutor de água**

O Sistema Adutor de água inicia-se na captação de água na barragem da Usina Hidrelétrica de Irapé e termina na descarga de água no reservatório pulmão de água nova da planta de beneficiamento do Projeto Vale do Rio Pardo, localizado imediatamente a sul da unidade de beneficiamento, nas cabeceiras do córrego Lamarão. Terá extensão aproximada de 58 km.

O sistema será composto pela balsa de captação de água no lago da barragem de Irapé, por uma estação de bombas principal (que será responsável por fornecer a pressão necessária para vencer o desnível do terreno e também a perda de carga por atrito na tubulação), pela adutora propriamente dita e pelo tanque de recebimento na planta de beneficiamento de minério.

#### **3.7.4.1 - Captação de água**

A captação de água na barragem de Irapé será provida por uma balsa dotada de quatro bombas centrífugas de eixo horizontal com sistema automático de escorva, sendo que três bombas estarão operando e uma bomba ficará de reserva. Cada bomba será responsável por bombear 2.067 m<sup>3</sup>/h, com uma pressão de descarga de 7 kgf/cm<sup>2</sup> (70 metros de coluna de água).

A balsa também será equipada com uma talha para manutenção. A interligação da balsa com a margem do reservatório de Irapé será feita através de uma passarela modulada, onde também será instalado o cabeamento elétrico e de supervisão e controle.

A água recalçada por meio das bombas será transportada por tubos até a estação de bombas principal, na pressão e vazão necessária para o bombeamento. Dentro do reservatório a tubulação de água será de polietileno de alta densidade (PEAD) tipo PN10, flexível e autoflutuante, com diâmetro nominal de 1.200 mm, que irá até a margem do lago.

Na parte externa, a linha de PEAD será interligada a uma tubulação de aço carbono ASTM A36, com diâmetro nominal de 1.100 mm (44 polegadas), que irá terminar na estação de bombas principal. Esse duto terá extensão total aproximada de 300 metros, sendo 150 metros em tubo de PEAD e 150 em tubo de aço carbono.

O arranjo geral da área de captação e da balsa de captação são apresentados no Anexo 7.

#### **3.7.4.1.1 - Qualidade da água captada**

Para fins de projeto, a faixa de pH da água foi considerada como variando entre 7 e 8. A temperatura média da água no interior da tubulação deverá ser de 25°C. As demais especificações de qualidade da água estarão em conformidade com o que dispõe a Resolução CONAMA para águas de classe 2, já sendo esta a qualidade usual das águas do reservatório, conforme informado pela CEMIG - Centrais Elétricas de Minas Gerais, empresa operadora da Usina de Irapé e que mantém programa sistemático de monitoramento e controle da qualidade das águas da mesma.

#### **3.7.4.1.2 - Taxa de corrosão / erosão**

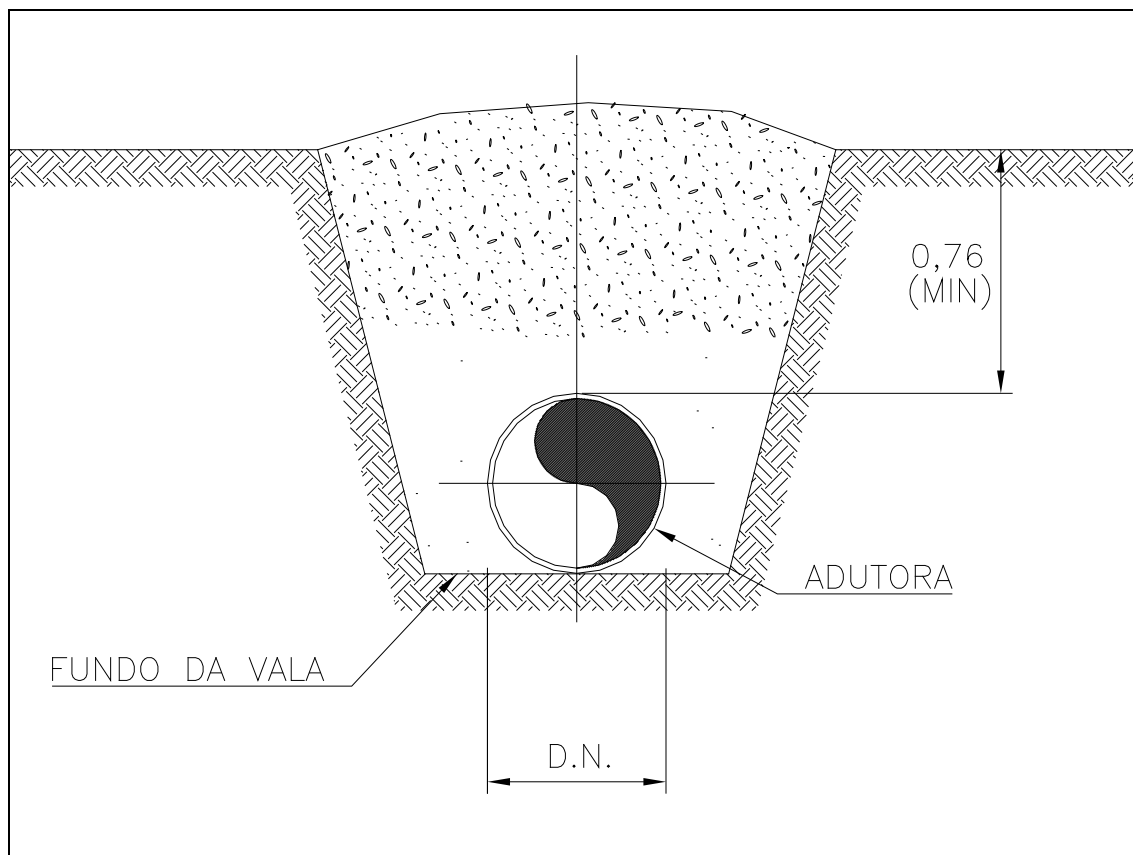
Para o trecho de tubulação em PEAD não está sendo considerada taxa de corrosão/erosão. Para a tubulação de aço de toda a adutora (antes e após a estação principal de bombas) o valor da corrosão assumido para o projeto é de 0,2 mm/ano (8 milésimos de polegadas por ano).

#### **3.7.4.2 - Estação de bombas principal**

Na estação de bombas principal, a tubulação vinda da balsa de captação alimentará o sistema de sucção das bombas centrífugas horizontais. Essa estação será equipada com quatro bombas centrífugas de eixo horizontal, sendo que três bombas estarão operando e uma bomba será mantida em reserva. Cada bomba será responsável por bombear 2.067 m<sup>3</sup>/h, com uma pressão de descarga de 60 kgf/cm<sup>2</sup> (600 metros de coluna de água). A pressão na sucção das bombas será de 2 kgf/cm<sup>2</sup> (20 metros de coluna de água). O arranjo geral da estação de bombas principal é apresentado no Anexo 8.

#### **3.7.4.3 - Adutora**

A Adutora propriamente dita será construída com uma tubulação de aço carbono ASTM A572 GR 65, de 44 polegadas de diâmetro, ou seja, com diâmetro nominal de 1.100 mm, perfazendo uma extensão de aproximadamente 58 quilômetros de extensão, desde a estação de bombas principal até o reservatório de água bruta (pulmão) que alimentará a planta de beneficiamento situada no Bloco 8. A princípio a adutora será enterrada, conforme configuração apresentada na Figura 3.21.

**FIGURA 3.21 - Corte esquemático da vala de instalação da adutora**

Os tubos de aço carbono serão fornecidos com um revestimento externo (de fábrica) constituído de três camadas de polietileno, a saber: uma camada de pintura epóxi em pó, uma camada de adesivo extrudado e uma camada de polietileno extrudado. Não está previsto revestimento interno da tubulação, mas os tubos de aço carbono serão protegidos de corrosão mediante instalação de um sistema de proteção catódica por corrente impressa.

Ao longo da adutora deverão ser instalados dois Tanques de Amortecimento Unidirecional (TAU) em pontos notáveis do perfil situados, aproximadamente, a 23,9 e 26,7 km à jusante da estação principal de bombas, nas elevações de 898,75 m e 935,74 m, respectivamente. Cada TAU será construído em aço e possuirá 2 metros de diâmetro e 10 metros de altura.

Serão instaladas três ventosas ao longo da linha da adutora, para assegurar o seu correto funcionamento em regime permanente. Tais ventosas também contribuirão localmente para o combate às pressões transientes.

Da mesma forma, deverão ser instalados 15 drenos ao longo da adutora, para drenagem da tubulação após a realização dos testes hidrostáticos na etapa de instalação e, também, para uso quando for necessário drenar partes da adutora na sua fase operacional. A localização dos drenos, a partir da estação principal de bombas, está apontada no Quadro 3.58 abaixo:

### QUADRO 3.58 - Distribuição dos drenos ao longo da adutora

Dreno	Distância (m)	Elevação (m)	Classe de pressão (#)
1	612,00	537,27	600
2	6.548,40	794,69	300
3	8.445,60	698,06	300
4	14.871,60	784,33	300
5	17.442,00	758,73	300
6	19.737,00	737,40	300
7	21.603,60	763,82	300
8	24.663,60	879,51	300
98	28.702,80	839,50	300
10	33.231,60	857,55	150
11	36.169,20	869,91	150
12	41.677,20	899,63	150
13	43.574,40	897,12	150
14	46.695,60	915,68	150
15	49.143,60	918,36	150

Fonte: SNC - Lavalin Minerconsult / Sul Americana de Metais (SAM)

A tubulação será hidrostaticamente testada de acordo com a AWWA e ASTM F2164 - Field Leak Testing of Polyethylene. O teste pneumático não será permitido. Os detalhes serão definidos na especificação de construção da adutora.

#### 3.7.5 - Operação do sistema adutor

Toda a operação do sistema será comandada pela sala de controle da planta de beneficiamento de minério, por meio de Programador Lógico Controlável (PLC). Contudo, também poderá haver operação manual na balsa de captação e na estação de bombas principal. Os comandos locais serão feitos através das botoeiras instaladas próximas aos equipamentos. Deverão ser instalados alguns intertravamentos para facilitar a operação e diminuir a possibilidade de falha, os quais serão definidos durante a fase de engenharia detalhada.

Algumas diretrizes básicas de operação são apresentadas a seguir:

- Para o início de operação da balsa e também da estação principal, a partida das bombas será realizada com as válvulas de bloqueio do recalque fechadas. As mesmas serão abertas de forma progressiva, com acréscimos sucessivos de 5% na velocidade, até as bombas atingirem a rotação prevista de operação;
- O desligamento das bombas será feito de maneira semelhante, ocorrendo primeiramente a redução progressiva de 5% em 5% da velocidade e, em seguida, o fechamento completo das válvulas de bloqueio e o desligamento dos conjuntos;
- Essas operações deverão ser certificadas durante o comissionamento do sistema.



Os procedimentos apresentados acima irão minimizar as alterações na vazão de operação. A abertura das válvulas ou o desligamento das bombas serão realizados a partir do controle de pressão da tubulação de descarga de cada bomba, com base na pressão de *shut-off*. Durante o procedimento, os tempos de abertura e fechamento das válvulas serão definidos, visando permitir menor variação na condição do fluxo permanente.

As válvulas de sucção da estação principal deverão estar sempre totalmente abertas durante a operação do sistema, devendo ser fechadas, de forma controlada e programada, apenas para a manutenção da unidade.

O sistema de captação e adução será supervisionado e intertravado, de forma que, caso a estação de bombeamento (ou a balsa) deixe de operar, a balsa (ou estação de bombeamento) também seja imediatamente paralisada, evitando danos por transientes hidráulicos decorrentes de operações não programadas.

#### **3.7.5.1 - Operação de *start-up***

O *start-up* refere-se a uma sequência de operações que levam o sistema de transferência de água ao modo de operação. Será realizado em uma sequência parcialmente remota e parcialmente manual, na qual o operador deverá realizar os seguintes procedimentos:

- O primeiro passo será ligar a bomba da balsa de captação e abrir a válvula de recalque de forma gradativa, permitindo que ocorra o enchimento da tubulação entre a balsa e a estação principal;
- Quando a linha entre a balsa e estação de bombas principal estiver cheia, a bomba deverá ser ligada e a válvula de descarga será aberta de forma gradativa, não se esquecendo de respeitar a mínima pressão de sucção necessária para o correto funcionamento das bombas principais (2 kgf/cm<sup>2</sup>);
- Durante o primeiro enchimento, a operação deverá ser realizada com operadores localizados na balsa e na estação de bombas principal, visando garantir o perfeito e sincronizado funcionamento do sistema;
- Para as demais partidas o operador da planta de beneficiamento poderá realizar a operação de forma remota, ou seja, através da sala de operação.

#### **3.7.5.2 - Parada normal de operação**

Uma parada normal é um evento planejado e será realizada pelo operador em uma sequência remota ou local. Os procedimentos básicos são os seguintes:

- Primeiro deverá ser realizada para as bombas localizadas na estação de bombas principal, seguida pelo fechamento das válvulas localizadas na descarga de cada bomba;

- Após o desligamento das bombas principais, em rampa de velocidade, as bombas localizadas na balsa deverão ser desligadas, em rampa (redução progressiva) de velocidade e, caso necessário, as válvulas da descarga poderão ser fechadas;
- Por último, caso a parada seja de longa duração, as válvulas da sucção das bombas principais poderão ser fechadas.

### 3.7.5.3 - Paradas por falha de energia elétrica

Em caso de paradas por falta de energia elétrica, todas as bombas serão desligadas automaticamente. Caso a falha ocorra apenas na estação principal, as bombas localizadas na balsa serão desligadas, observando o transmissor de pressão localizado na tubulação de descarga. Uma vez fora de operação, deverá ser aguardado o período necessário para que cessem as ondas causadas pelo transiente hidráulico e, somente após o sistema se estabilizar, deverá ser permitida a nova partida das bombas. O tempo exato será determinado durante o comissionamento do sistema, mas a princípio quinze minutos são suficientes.

Ao ser restabelecida a energia do sistema, as válvulas de recalque de todas as bombas serão automaticamente fechadas e o sistema poderá voltar a operar normalmente.

### 3.7.6 - Sistemas de controle

O Sistema de controle da adutora será instalado na planta de beneficiamento, juntamente à supervisão das demais unidades, e também receberá as informações operacionais transmitidas pelo sistema. A operação normal da adutora será automática, porém intertravamentos e alarmes de aviso também serão instalados de forma a permitir a operação manual, alternativa que estará disponível no sistema.

#### 3.7.6.1 - Controle da balsa de captação

Para a proteção da sucção das bombas instaladas na balsa de captação, um transmissor de nível do tipo ultrassônico será instalado. O transmissor fará a leitura do nível de água e emitirá alarmes para o sistema quando o nível mínimo ou máximo for atingido. Caso isso ocorra, a bomba será desligada automaticamente e só poderá entrar em operação novamente quando se voltar a atingir o nível nominal.

O recalque das bombas será equipado com transmissores de pressão. As bombas irão partir com suas respectivas válvulas de recalque fechadas, sendo que o transmissor de pressão da bomba informará a pressão de *shut-off* e a válvula da descarga será aberta.

Na partida da segunda bomba haverá o acionamento de um temporizador, de modo a evitar a partida simultânea com a primeira. As bombas irão operar em série com as bombas da estação de bombas principal.

A instrumentação da balsa de captação será composta por um transmissor de nível, situado na barragem, seis transmissores de pressão, sendo quatro instalados em cada recalque de cada bomba, um à montante da válvula de bloqueio e um outro instalado no sistema de descarga (*reader*), que também será dotado de um medidor de vazão.

### 3.7.6.2 - Controles da estação principal

A proteção da sucção da estação principal será feita através de um transmissor de pressão na sucção geral. O transmissor fará o controle de pressão máxima e mínima. Caso a pressão mínima seja atingida as bombas serão automaticamente desligadas e quando a pressão máxima for atingida, as bombas terão condições para entrar em regime normal de operação.

O recalque das bombas será equipado com transmissores de pressão. As bombas irão partir com suas respectivas válvulas de recalque fechadas, sendo que o transmissor de pressão da bomba informará a pressão de *shut-off*, e a válvula da descarga será aberta. Na partida da segunda bomba haverá o acionamento de um temporizador, de modo a evitar a partida simultânea com a primeira.

O mesmo ocorrerá com a terceira bomba. As bombas serão desligadas através do transmissor de pressão do recalque geral quando se atingir a pressão de desligamento, ocorrendo o fechamento das válvulas de recalque e o desligamento das bombas. Em caso de defeito em uma das bombas em operação, o sistema deverá automaticamente habilitar o conjunto moto-bomba reserva.

A instrumentação da estação principal contará com dois transmissores de pressão, sendo um instalado na sucção e outro instalado na descarga. Um transmissor de vazão também será instalado no sistema de descarga (*reader*). Quatro medidores de pressão serão instalados na descarga de cada bomba. Além dos transmissores citados, as válvulas de bloqueio contarão com transmissão da indicação de posição aberta/fechada. Os motores serão equipados com medidores de temperatura. Na descarga da estação será instalada uma válvula de alívio, para evitar problemas de sobre pressão na tubulação.

### 3.7.6.3 - Tanques de amortecimento unidirecional (TAU)

A adutora só poderá ser operada quando as válvulas de isolamento dos tanques de amortecimento unidirecional (TAU's) estiverem abertas e o seu nível estiver dentro das condições exigidas para o perfeito funcionamento da adutora. Cada Tanque de Amortecimento Unidirecional será equipado com um transmissor de nível. As válvulas serão equipadas com transmissores para a indicação de posição aberta/fechada. As válvulas que terão acionamento manual deverão ser lacradas nas posições abertas e seu fechamento ocorrerá apenas em eventos de manutenção da unidade.

Os TAU's também possuirão controle de nível através de chave-bóia. Seu reabastecimento será a partir da abertura das válvulas controladoras de nível, após ocorrência de ondas de sub-pressão quando da parada do sistema.

### **3.7.7 - Avaliações hidráulicas do sistema**

O diâmetro da tubulação foi selecionado com base no cálculo do diâmetro econômico, calculado com base nos seguintes parâmetros: custo de construção, valor da energia, comprimento da adutora e sua vida útil, custo do aço e taxa de retorno de 10%. A simulação do diâmetro econômico, com base nos valores apresentados para cada um desses parâmetros, permitiu definir como ótima a tubulação de 44 polegadas (DN 1.100 mm).

#### **3.7.7.1 - Avaliação hidráulica em regime permanente**

A análise hidráulica da adutora foi realizada para visualizar as condições de operação em regime permanente. Para o cálculo da perda de carga foram utilizadas as fórmulas de Darcy-Weisbach, que consideram as relações entre a perda de carga, o comprimento da adutora, o seu diâmetro interno, a densidade da água, a velocidade de transporte e os regimes de fluxo laminar e fluxo turbulento. Como dados de entrada do modelo foram adotados o diâmetro e a rugosidade da tubulação, a vazão, o perfil da tubulação no terreno e a taxa de corrosão/erosão. Assim, foi possível determinar as pressões de operação em cada ponto da adutora.

Para o sistema de captação, ou seja, desde a balsa até a sucção das bombas da estação principal, o sistema terá uma pressão de 7 kgf/cm<sup>2</sup> (70 metros de coluna de água), uma tubulação de DN 1.200 mm, PEAD PE100, PN10. A pressão na sucção das bombas principais será de 2 kgf/cm<sup>2</sup>.

O perfil e gradiente hidráulico foi estudado para a adutora desde a estação de bombas principal até o reservatório de recebimento, localizado na planta de beneficiamento de minério. Define-se o perfil do terreno, a pressão estática durante a parada do sistema, a linha de gradiente hidráulico do sistema e a máxima pressão admissível para a tubulação selecionada no início do projeto e ao final da operação.

#### **3.7.7.2 - Avaliação hidráulica em regime transiente**

O estudo de transiente somente foi realizado a partir da estação de bombas principal, tendo sido baseado no método das características, desenvolvido por Wylie e Streeter. São simulações de diversos cenários de operação da adutora com o objetivo de identificar as maiores pressões no sistema, aperfeiçoar as sequências de operação, verificar a necessidade de dispositivos de segurança e confirmar as espessuras das linhas adotadas durante o cálculo em regime permanente.

A parada brusca e não programada do sistema, por exemplo, por falta de energia elétrica, cria uma repentina alteração na condição de escoamento original, resultando em ondas de pressão e subpressão que percorrem toda a tubulação. Dependendo da magnitude dessas ondas, podem ser geradas pressões máximas superiores às admitidas para as tubulações, que podem resultar em seu rompimento, ou pressões mínimas que podem causar separação da coluna líquida e, na pior situação, promover o colapso da tubulação.

A magnitude das ondas de pressões transientes depende, principalmente, do tempo em que é realizada a alteração da velocidade, da compressibilidade do líquido e do material constituinte das tubulações (elasticidade). Um parâmetro de suma importância para a compreensão e combate desse fenômeno indesejável consiste na velocidade com a qual a onda de pressão se propaga ao longo da tubulação, que é denominada celeridade, e pode ser calculada por uma relação matemática que envolve o diâmetro e a espessura da tubulação (mm) e o coeficiente do módulo de elasticidade do material constituinte da tubulação.

Foram utilizadas como bases para a modelagem de transiente bombas centrífugas horizontais modelo MSD-D 14x18x26, com rotor diâmetro 653 mm, operando simultaneamente para vencer a altura manométrica de 600 mca com uma vazão de 6.200 m<sup>3</sup>/h. As válvulas consideradas para a modelagem foram do tipo Gaveta classe 600 com sua curva característica. Os parâmetros adotados para as tubulações de aço carbono foram: diâmetro externo fixo de 44" (DN=1.100 mm), espessura variável das paredes do tubo por trechos e metragem inicial e final do comprimento de cada trecho.

Uma forma eficaz para equacionamento do problema dos transientes hidráulicos consiste na garantia de que não ocorra a parada completa dos conjuntos moto-bomba antes que a onda de pressão, a qual percorre a tubulação no sentido contrário ao fluxo normal da água, atinja as bombas. Dessa forma, o fluxo da água em sentido contrário cria resistência à propagação da onda e contribui para amenizar as pressões. O momento de inércia ( $\omega r^2 = 11785.79 \text{ lbfm/ft}^2$ ) das partes girantes da bomba será responsável pelo tempo de parada das bombas. Válvulas de retenção de fechamento instantâneo estarão instaladas no recalque de cada bomba. O tempo de fechamento adotado corresponderá a 0,05 s (cinquenta milissegundos).

Também contribuirão localmente para o combate às pressões transientes os dois tanques de amortecimento unidirecional - TAU (Anexo 9) que serão instalados em pontos notáveis do perfil a jusante da estação de bombas principal. Outra contribuição adicional será oferecida pelas três ventosas e drenos instalados ao longo da adutora (Anexo 10).

Foram desenvolvidos cenários e procedimentos de simulação de transiente visando verificar se a tubulação estará bem protegida para os piores casos de operação normal, ou não. Os casos simulados estão mostrados no Quadro 3.59.

#### QUADRO 3.59 - Cenários e procedimentos de simulação de transiente

Cenário	Cenário de Operação	Descrição
1	Parada das bombas principais de água por falha, sem TAU	Parada das bombas de captação por inércia e parada das bombas da adutora por baixa pressão na sucção
2	Parada das bombas de captação de água por falha, com TAU	Parada das bombas de captação por inércia e parada das bombas da adutora por baixa pressão na sucção

Os resultados das simulações realizadas para os cenários apontados mostraram que:

- A utilização dos sistemas de proteção reduz a pressão máxima de transiente até, aproximadamente, o quilômetro 30 da adutora, redução essa que atinge o valor de cerca de 15 kgf/cm<sup>2</sup> na saída da estação de bombas;
- A máxima pressão na descarga das bombas principais será de 63,2 kgf/cm<sup>2</sup>, atingida 106 segundos após a parada das bombas principais. Depois a pressão oscila, mas sempre tendendo a se estabilizar;
- O nível final mínimo do TAU 01 será de 8,9 metros e o nível do TAU 02 será de 8,1 metros;
- A pressão máxima na descarga do TAU 01 será de 18,8 kgf/cm<sup>2</sup>, ocorrendo 93 segundos depois da paralisação. Após este tempo a pressão oscila, porém sempre tendendo a estabilizar;
- Na descarga do TAU 02 a pressão máxima será de 14,9 kgf/cm<sup>2</sup>, ocorrendo 95 segundos depois da paralisação. Após este tempo a pressão oscila, porém sempre tendendo a estabilizar;
- A ventosa 1 apresenta pressão máxima de 2,1 kgf/cm<sup>2</sup> e pressão mínima de -0,5 kgf/cm<sup>2</sup>;
- A ventosa 2 apresenta pressão máxima de 5,7 kgf/cm<sup>2</sup> e pressão mínima de 3,1 kgf/cm<sup>2</sup>;
- A ventosa 3 apresenta pressão máxima de 16,9 kgf/cm<sup>2</sup> e pressão mínima de 14,9 kgf/cm<sup>2</sup>;
- A pressão de transiente, conforme norma AWWA, pode atingir 15% mais do que a pressão normal da tubulação em regime permanente e também do que os valores máximos e mínimos de transiente encontrados. A utilização dos sistemas de proteção (TAU e ventosas) eliminam a necessidade de aumentar a espessura da tubulação em qualquer ponto estudado;
- Há necessidade de utilização dos sistemas propostos para proteção ao longo da adutora, composto por dois tanques de amortecimento unidirecional, três ventosas de tríplex efeito e drenos; e
- Será necessária a instalação de válvula de alívio na descarga da estação de bombeamento, para proteger a tubulação caso ocorra uma sobre pressão. A válvula deverá ser ajustada para uma pressão de abertura de 65,0 kgf/cm<sup>2</sup> e ter uma capacidade de 6.200 m<sup>3</sup>/h.

### **3.7.8 - Características gerais do sistema adutor de água**

Os Quadros 3.60, 3.61 e 3.62, a seguir, resumem as características da adutora estudada para o Projeto Vale do Rio Pardo:

### QUADRO 3.60 - Características gerais das estações de bombas e adutora

<b>Balsa de captação</b>		
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Dados</b>
Vazão	m <sup>3</sup> /h	6.200
Pressão de operação	kgf/cm <sup>2</sup>	7
Quantidade de Bombas	Unidade	4 (3 Operando + 1 reserva)
Vazão por bomba	m <sup>3</sup> /h	2.067
Altura manométrica	m.c.a	70
<b>Estação principal de bombas</b>		
Vazão	m <sup>3</sup> /h	6.200
Pressão de operação	kgf/cm <sup>2</sup>	60,0
Quantidade de Bombas	Unidade	4 (3 Operando + 1 reserva)
Vazão por bomba	m <sup>3</sup> /h	2.067
Altura manométrica	m.c.a	600
Potência total de operação das bombas	HP	18.265
<b>Adutora</b>		
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Dados</b>
Comprimento	km	53
Diâmetro nominal	mm (pol)	1.100 (44)
Material do tubo	-	Aço Carbono, ASTM A572 GR 65

### QUADRO 3.61 - Espessura da tubulação

<b>Diâmetro (pol)</b>	<b>Espessura (pol)</b>	<b>Trecho percorrido</b>		<b>Comprimento (m)</b>
		<b>Início (m)</b>	<b>Final (m)</b>	
44	0,813	0,0	214,2	214,2
44	0,750	214,2	1040,4	826,2
44	0,625	1040,4	1560,6	520,2
44	0,531	1560,6	2907,0	1346,4
44	0,500	2907,0	8170,2	5263,2
44	0,531	8170,2	8935,2	765,0
44	0,500	8935,2	10006,2	1071,0
44	0,469	10006,2	17013,6	7007,4
44	0,500	17013,6	22062,6	5049,0
44	0,438	22062,6	25000,2	2937,6
44	0,375	25000,2	29498,4	4498,2
44	0,344	29498,4	51499,8	22001,4
44	0,375	51499,8	52876,8	1377,0

### QUADRO 3.62 - Peso da tubulação

Diâmetro (pol.)	Espessura (pol)	Comprimento (m)	Peso (kg/m)	Peso Total (ton)
44	0,344	22.001,40	239,09	5.260,31
44	0,375	5.875,20	260,52	1.530,61
44	0,438	2.937,60	303,82	892,50
44	0,469	7.007,40	324,88	2.276,56
44	0,500	11.383,20	346,18	3.940,64
44	0,531	2.111,40	367,30	775,52
44	0,625	520,20	431,62	224,53
44	0,750	826,20	516,29	426,56
44	0,813	214,20	558,04	119,53
Total	-	52.876,80	-	15.446,76

#### 3.7.9 - Subestação de 230 kV

A subestação de 230 kV, a ser construída para suprimento da adutora, atenderá às prescrições das normas ABNT, particularmente da “NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV”, da “NBR 13231 - Proteção contra incêndio em subestações elétricas de geração, transmissão e distribuição”, e ainda da “NBR 13859 - Proteção contra incêndio em subestações elétricas de distribuição”.

A subestação será construída próxima aos centros de cargas (estação principal de bombas) e será subdividida em três áreas distintas: baias de transformadores, sala de cabos (pilotis) e sala de painéis. Os transformadores de potência imersos em óleo e a seco serão instalados nas baias e os transformadores de iluminação e de controle, a seco, nas salas de painéis. As baias dos transformadores de potência a óleo terão bacias de contenção para drenagem de eventuais vazamentos do óleo isolante, portões de tela, coberturas e paredes do tipo corta-fogo, separando os transformadores e a sala de painéis. O fluido drenado será encaminhado para um sistema coletor específico, externo à subestação, que permita sua armazenagem e posterior retirada.

Os transformadores de potência a seco serão instalados em baias, diretamente no solo, protegidos por invólucros metálicos, com paredes laterais em alvenaria e portões com tela. A sala de cabos será localizada no primeiro pavimento, sob pilotis, acima do nível do solo, com fechamento em tela. Parte dessa área poderá ser independente, reservada e limitada para a sala de conjunto de baterias, devendo contar com sistema de exaustão de ar.

A sala de cabos deverá ter pé direito livre de 2,5 metros, sendo também dotada de portas independentes, para acesso de pessoas e equipamentos, além de uma exclusiva para saída de emergência, todas elas do tipo corta-fogo.



O segundo pavimento, também em alvenaria e estrutura de concreto, será destinado à sala de painéis. Está previsto com, no mínimo, três portas corta-fogo, sendo uma de acesso de pessoas, outra para equipamentos e outra para saída de emergência. As portas para equipamentos e saída de emergência serão opostas à porta de acesso de pessoas. As portas de emergência deverão ser providas de barras antipânico. Em ambas as extremidades da sala de painéis deverá haver escadas. Adicionalmente, será prevista iluminação de segurança, provida por unidades autônomas, no interior da sala de painéis, sala de cabos e em seus acessos, com uso de luminárias alimentadas diretamente pelos circuitos de 125 Vcc. A utilização de iluminação alimentada por conjuntos de baterias ou geradores não dispensará a utilização das unidades autônomas. O arranjo geral da subestação da captação pode ser visto no Anexo 11.

### **3.7.10 - CAPEX da adutora**

O CAPEX da adutora foi estimado pela SAM em US\$ 70.411.776, equivalendo a R\$ 119.700.019,20 pela cotação de US\$ 1,00 = R\$ 1,70.

### **3.7.11 - OPEX da adutora**

O valor do OPEX da adutora foi estimado pela SAM como sendo US\$ 21.626.936 ao ano, ou seja, R\$ 36.765.791,20 anuais pela cotação de US\$ 1,00 = R\$ 1,70.

## 4 - BIBLIOGRAFIA

Almeida, F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, 7: 349-364.

KONTOPOULOS, A. Acid mine drainage control. In: Castro, S.H., Vergara F. e Sánchez, M.A., (Eds.). *Effluent Treatment in the Mining Industry*, University of Concepción, Chile. p.57-118. 1998.

Heilbron, M.L.; Pedrosa-Soares, A.C.; Campos Neto, M.C.; Silva, L.C.; Trouw, R.; Janasi, V.A. 2004. Província Mantiqueira. In: V.M. Mantesso-Neto, A. Bartorelli, C.D.R. Carneiro & Brito-Neves, B.B. (orgs.). *Geologia do Continente Sul-Americano*. São Paulo, Editora Beca, p. 203-234.

MENEZES, C. T. B.; LEAL, L. S.; SANTO E. L.; RUBIO, J.; ROSA J. J.; GALATTO S. L.; IZIDORO G. 2007. Tratamento de drenagem ácida de mina: Experiência da Carbonífera Metropolitana. XX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, Florianópolis-SC. *Anais...*, p. 599-608. 2004.

Pedrosa-Soares, A.C. & Noce, C.M. 1998. Where is the suture zone of the Neoproterozoic Araçuaí-West-Congo orogen? In: *International Conference of Basement Tectonics*, 14, Ouro Preto, Abstracts, 35-37.

Pedrosa-Soares, A.C. & Wiedemann-Leonardos, C.M. 2000. Evolution of the Araçuaí Belt and its connection to the Ribeira Belt, Eastern Brazil. In: U. Cordani, E. Milani, A. Thomaz-Filho & D. A. Campos (eds), *Tectonic Evolution of South America*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, p. 265-285.

Pedrosa-Soares, A.C.; Noce, C.M.; Wiedemann, C.M.; Pinto, C.P. 2001. The Araçuaí-West Congo orogen in Brazil: An overview of a confined orogen formed during Gondwanland assembly. *Precambrian Research*, 110: 307-323.

Pedrosa-Soares, A.C.; Noce, C.M.; Silva, L.C.; Cordani, U.; Alkmim, F.F.; Babinski, M. 2005. Orógeno Araçuaí: Estágio atual do conhecimento geotectônico. In: SBG, *Simpósio do Cráton do São Francisco*, 3, Salvador, Anais, 243-246.

# ANEXOS




## ANEXO 1 - PLANO DIRETOR DA MINA E PLANTA DE BENEFICIAMENTO

 			
ÁREA 0617	GERAL		
TÍTULO VALE DO RIO PARDO GERAL PLANO DIRETOR		No. DESENHO CLIENTE	
		No. DESENHO 61055-0000-131-PLP-0001	REV. 0



## ANEXO 2 - SEQUENCIAMENTO DE LAVRA

TÍTULO				
<p>PROJETO VALE DO RIO PARDO</p> <p>SEQUENCIAMENTO DE LAVRA</p> <p>ARRANJO 1º ANO</p>				
	PROJ	RL	24/02/12	ESCALA 1:12.500
	DES	RL	24/02/12	<b>FIG. 1</b>
	VERIF	HL	24/02/12	
	APROV	HL	24/02/12	


TÍTULO				
<p>PROJETO VALE DO RIO PARDO</p> <p>SEQUENCIAMENTO DE LAVRA</p> <p>ARRANJO 5º ANO</p>				
	PROJ	RL	24/02/12	ESCALA 1:12.500
	DES	RL	24/02/12	<b>FIG. 2</b>
	VERIF	HL	24/02/12	
	APROV	HL	24/02/12	





TÍTULO				
<p>PROJETO VALE DO RIO PARDO</p> <p>SEQUENCIAMENTO DE LAVRA</p> <p>ARRANJO 10º ANO</p>				
	PROJ	RL	24/02/12	ESCALA 1:12.500
	DES	RL	24/02/12	<b>FIG. 3</b>
	VERIF	HL	24/02/12	
	APROV	HL	24/02/12	

TÍTULO				
<p>PROJETO VALE DO RIO PARDO</p> <p>SEQUENCIAMENTO DE LAVRA</p> <p>ARRANJO 15º ANO</p>				
	PROJ	RL	24/02/12	ESCALA 1:12.500
	DES	RL	24/02/12	<b>FIG. 4</b>
	VERIF	HL	24/02/12	
	APROV	HL	24/02/12	

TÍTULO				
<p>PROJETO VALE DO RIO PARDO</p> <p>SEQUENCIAMENTO DE LAVRA</p> <p>ARRANJO ANO FINAL</p>				
	PROJ	RL	24/02/12	ESCALA 1:12.500
	DES	RL	24/02/12	<b>FIG. 5</b>
	VERIF	HL	24/02/12	
	APROV	HL	24/02/12	





## ANEXO 3 - SEÇÕES TÍPICAS DO CORTE A-A' NOS ANOS 1,5 E 10 E AS SEÇÕES TÍPICAS DO CORTE B-B' NOS ANOS 15



TÍTULO <b>PROJETO VALE DO RIO PARDO          SEQUENCIAMENTO DE LAVRA          SEÇÕES LONGITUDINAIS          FOLHA 1 DE 2</b>					
 <b>Golder Associates</b> Belo Horizonte, Brasil	PROJ	RL	24/02/12	ESCALA	IND.
	DES	RL	24/02/12	<b>FIG. 6</b>	
	VERIF	HL	24/02/12		
	APROV	HL	24/02/12		

TÍTULO <b>PROJETO VALE DO RIO PARDO          SEQUENCIAMENTO DE LAVRA          SEÇÕES LONGITUDINAIS          FOLHA 2 DE 2</b>					
 <b>Golder Associates</b> Belo Horizonte, Brasil	PROJ	RL	24/02/12	ESCALA	IND.
	DES	RL	24/02/12	<b>FIG. 7</b>	
	VERIF	HL	24/02/12		
	APROV	HL	24/02/12		



## ANEXO 4 - FLUXOGRAMAS DE PROCESSOS E REAGENTES

 			
ÁREA	GERAL		
TÍTULO VALE DO RIO PARDO TRADE-OFF DA ROTA DE PROCESSO FLUXOGRAMA DE PROCESSO		No. DESENHO CLIENTE	
		No. DESENHO	REV. A

 			
ÁREA	GERAL		
TÍTULO VALE DO RIO PARDO TRADE-OFF DA ROTA DE PROCESSO FLUXOGRAMA DE PROCESSO		No. DESENHO CLIENTE	
		No. DESENHO	REV. A



## **ANEXO 5 - MAPA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA**





<b>TÍTULO</b>			
<b>ADA - MINA E ADUTORA</b>			
<b>PROJETO</b>			
<b>Projeto Vale do Rio Pardo</b>			
<b>EMPRESAS</b>			
	CONSULTORIA BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA		SUL AMERICANA DE METAIS S/A
	<b>LOCAL / ÁREA</b>		<b>FORMATO</b>
	Minas Gerais e Bahia		A1
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>DATA</b>	<b>ARTICULAÇÃO</b>
Armando Castro	1:10.000	Março / 2012	01 - 14
<b>FONTE</b>	<b>ARQUIVO/SOFTWARE</b>		<b>PROJEÇÃO</b>
IBGE 2007 / GEOEYE, IKONOS 2010-2011 / Brandt 2011	ADA_adutora_bl8_F23_Artic_01.arcgis		UTM SAD 89 FUSO 23S

<b>TÍTULO</b>			
<b>ADA - MINA E ADUTORA</b>			
<b>PROJETO</b>			
<b>Projeto Vale do Rio Pardo</b>			
<b>EMPRESAS</b>			
	CONSULTORIA BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA		SUL AMERICANA DE METAIS S/A
	<b>LOCAL / ÁREA</b>		<b>FORMATO</b>
	Minas Gerais e Bahia		A1
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>DATA</b>	<b>ARTICULAÇÃO</b>
Armando Castro	1:10.000	Março / 2012	02 - 14
<b>FONTE</b>	<b>ARQUIVO/SOFTWARE</b>		<b>PROJEÇÃO</b>
IBGE 2007 / GEOEYE, IKONOS 2010-2011 / Brandt 2011	ADA_adutora_bl8_F23_Artic_02.arcgis		UTM SAD 89 FUSO 23S



<b>TÍTULO</b>			
<b>ADA - MINA E ADUTORA</b>			
<b>PROJETO</b>			
<b>Projeto Vale do Rio Pardo</b>			
<b>EMPRESAS</b>		CONSULTORIA BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA	 Sul Americana de Metais S/A
	<b>LOCAL / ÁREA</b>		<b>FORMATO</b>
	Minas Gerais e Bahia		A1
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>DATA</b>	<b>ARTICULAÇÃO</b>
Armando Castro	1:10.000	Março / 2012	03 - 14
<b>FONTE</b>	<b>ARQUIVO/SOFTWARE</b>		<b>PROJEÇÃO</b>
IBGE 2007 / GEOEYE, IKONOS 2010-2011 / Brandt 2011	ADA_adutora_bl8_F23_Artic_03.arcgis		UTM SAD 89 FUSO 23S

<b>TÍTULO</b>			
<b>ADA - MINA E ADUTORA</b>			
<b>PROJETO</b>			
<b>Projeto Vale do Rio Pardo</b>			
<b>EMPRESAS</b>		CONSULTORIA BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA	 Sul Americana de Metais S/A
	<b>LOCAL / ÁREA</b>		<b>FORMATO</b>
	Minas Gerais e Bahia		A1
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>DATA</b>	<b>ARTICULAÇÃO</b>
Armando Castro	1:10.000	Março / 2012	04 - 14
<b>FONTE</b>	<b>ARQUIVO/SOFTWARE</b>		<b>PROJEÇÃO</b>
IBGE 2007 / GEOEYE, IKONOS 2010-2011 / Brandt 2011	ADA_adutora_bl8_F23_Artic_04.arcgis		UTM SAD 89 FUSO 23S



<b>TÍTULO</b>			
<b>ADA - MINA E ADUTORA</b>			
<b>PROJETO</b>			
<b>Projeto Vale do Rio Pardo</b>			
<b>EMPRESAS</b>		CONSULTORIA BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA	 Sul Americana de Metais S/A
	<b>LOCAL / ÁREA</b>		<b>FORMATO</b>
	Minas Gerais e Bahia		A1
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>DATA</b>	<b>ARTICULAÇÃO</b>
Armando Castro	1:10.000	Março / 2012	05 - 14
<b>FONTE</b>	<b>ARQUIVO/SOFTWARE</b>		<b>PROJEÇÃO</b>
IBGE 2007 / GEOEYE, IKONOS 2010-2011 / Brandt 2011	ADA_adutora_b18_F23_Artic_05.arcgis		UTM SAD 89 FUSO 23S

<b>TÍTULO</b>			
<b>ADA - MINA E ADUTORA</b>			
<b>PROJETO</b>			
<b>Projeto Vale do Rio Pardo</b>			
<b>EMPRESAS</b>		CONSULTORIA BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA	 Sul Americana de Metais S/A
	<b>LOCAL / ÁREA</b>		<b>FORMATO</b>
	Minas Gerais e Bahia		A1
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>DATA</b>	<b>ARTICULAÇÃO</b>
Armando Castro	1:10.000	Março / 2012	06 - 14
<b>FONTE</b>	<b>ARQUIVO/SOFTWARE</b>		<b>PROJEÇÃO</b>
IBGE 2007 / GEOEYE, IKONOS 2010-2011 / Brandt 2011	ADA_adutora_b18_F23_Artic_06.arcgis		UTM SAD 69 FUSO 23S



<b>TÍTULO</b>			
<b>ADA - MINA E ADUTORA</b>			
<b>PROJETO</b>			
<b>Projeto Vale do Rio Pardo</b>			
<b>EMPRESAS</b>			
	CONSULTORIA BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA		SUL AMERICANA DE METAIS S/A
		<b>LOCAL / ÁREA</b>	<b>FORMATO</b>
		Minas Gerais e Bahia	A1
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>		<b>ESCALA</b>	<b>DATA</b>
Armando Castro		1:10.000	Março / 2012
		<b>ARTICULAÇÃO</b>	
		07 - 14	
<b>FONTE</b>		<b>ARQUIVO/SOFTWARE</b>	
IBGE 2007 / GEOEYE, IKONOS 2010-2011 / Brandt 2011		ADA_adutora_bl8_F23_Artic_07.arcgis	
		<b>PROJEÇÃO</b>	
		UTM SAD 69 FUSO 23S	

<b>TÍTULO</b>			
<b>ADA - MINA E ADUTORA</b>			
<b>PROJETO</b>			
<b>Projeto Vale do Rio Pardo</b>			
<b>EMPRESAS</b>			
	CONSULTORIA BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA		SUL AMERICANA DE METAIS S/A
		<b>LOCAL / ÁREA</b>	<b>FORMATO</b>
		Minas Gerais e Bahia	A1
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>		<b>ESCALA</b>	<b>DATA</b>
Armando Castro		1:10.000	Março / 2012
		<b>ARTICULAÇÃO</b>	
		08 - 14	
<b>FONTE</b>		<b>ARQUIVO/SOFTWARE</b>	
IBGE 2007 / GEOEYE, IKONOS 2010-2011 / Brandt 2011		ADA_adutora_bl8_F23_Artic_08.arcgis	
		<b>PROJEÇÃO</b>	
		UTM SAD 69 FUSO 23S	





TÍTULO				<b>ADA - MINA E ADUTORA</b>					
PROJETO				<b>Projeto Vale do Rio Pardo</b>					
EMPRESAS				CONSULTORIA BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA				SUL AMERICANA DE METAIS S/A	
		LOCAL / ÁREA				FORMATO			
		Minas Gerais e Bahia				A1			
RESPONSÁVEL TÉCNICO			ESCALA		DATA		ARTICULAÇÃO		
Armando Castro			1:10.000		Março / 2012		09 - 14		
FONTE			ARQUIVO/SOFTWARE			PROJEÇÃO			
IBGE 2007 / GEOEYE, IKONOS 2010-2011 / Brandt 2011			ADA_adutora_bl8_F23_Artic_09.arcgis			UTM SAD 69 FUSO 23S			

TÍTULO				<b>ADA - MINA E ADUTORA</b>					
PROJETO				<b>Projeto Vale do Rio Pardo</b>					
EMPRESAS				CONSULTORIA BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA				SUL AMERICANA DE METAIS S/A	
		LOCAL / ÁREA				FORMATO			
		Minas Gerais e Bahia				A1			
RESPONSÁVEL TÉCNICO			ESCALA		DATA		ARTICULAÇÃO		
Armando Castro			1:10.000		Março / 2012		10 - 14		
FONTE			ARQUIVO/SOFTWARE			PROJEÇÃO			
IBGE 2007 / GEOEYE, IKONOS 2010-2011 / Brandt 2011			ADA_adutora_bl8_F23_Artic_10.arcgis			UTM SAD 69 FUSO 23S			



TÍTULO				<b>ADA - MINA E ADUTORA</b>					
PROJETO				<b>Projeto Vale do Rio Pardo</b>					
EMPRESAS				CONSULTORIA BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA				SUL AMERICANA DE METAIS S/A	
		LOCAL / ÁREA				FORMATO			
		Minas Gerais e Bahia				A1			
RESPONSÁVEL TÉCNICO			ESCALA		DATA		ARTICULAÇÃO		
Armando Castro			1:10.000		Março / 2012		11 - 14		
FONTE			ARQUIVO/SOFTWARE			PROJEÇÃO			
IBGE 2007 / GEOEYE, IKONOS 2010-2011 / Brandt 2011			ADA_adutora_b18_F23_Artic_11.arcgis			UTM SAD 69 FUSO 23S			

TÍTULO				<b>ADA - MINA E ADUTORA</b>					
PROJETO				<b>Projeto Vale do Rio Pardo</b>					
EMPRESAS				CONSULTORIA BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA				SUL AMERICANA DE METAIS S/A	
		LOCAL / ÁREA				FORMATO			
		Minas Gerais e Bahia				A1			
RESPONSÁVEL TÉCNICO			ESCALA		DATA		ARTICULAÇÃO		
Armando Castro			1:10.000		Março / 2012		12 - 14		
FONTE			ARQUIVO/SOFTWARE			PROJEÇÃO			
IBGE 2007 / GEOEYE, IKONOS 2010-2011 / Brandt 2011			ADA_adutora_b18_F23_Artic_12.arcgis			UTM SAD 69 FUSO 23S			



<b>TÍTULO</b>			
<b>ADA - MINA E ADUTORA</b>			
<b>PROJETO</b>			
<b>Projeto Vale do Rio Pardo</b>			
<b>EMPRESAS</b>		CONSULTORIA BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA	 Sul Americana de Metais S/A
	<b>LOCAL / ÁREA</b>		<b>FORMATO</b>
	Minas Gerais e Bahia		A1
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>DATA</b>	<b>ARTICULAÇÃO</b>
Armando Castro	1:10.000	Março / 2012	13 - 14
<b>FONTE</b>	<b>ARQUIVO/SOFTWARE</b>		<b>PROJEÇÃO</b>
IBGE 2007 / GEOEYE, IKONOS 2010-2011 / Brandt 2011	ADA_adutora_bl8_F23_Artic_13.arcgis		UTM SAD 69 FUSO 23S



<b>TÍTULO</b>			
<b>ADA - MINA E ADUTORA</b>			
<b>PROJETO</b>			
<b>Projeto Vale do Rio Pardo</b>			
<b>EMPRESAS</b>		CONSULTORIA BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA	 Sul Americana de Metais S/A
	<b>LOCAL / ÁREA</b>		<b>FORMATO</b>
	Minas Gerais e Bahia		A1
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>DATA</b>	<b>ARTICULAÇÃO</b>
Armando Castro	1:10.000	Março / 2012	14 - 14
<b>FONTE</b>	<b>ARQUIVO/SOFTWARE</b>		<b>PROJEÇÃO</b>
IBGE 2007 / GEOEYE, IKONOS 2010-2011 / Brandt 2011	ADA_adutora_bl8_F23_Artic_14.arcgis		UTM SAD 69 FUSO 23S





## **ANEXO 6 - RESULTADOS DA MODELAGEM MATEMÁTICA DE DISPERSÃO DE PARTICULADOS**









TÍTULO				<b>PLUMA DE DISPERSÃO DE MATERIAL PARTICULADO MÁXIMA DE 24 HORAS</b>			
PROJETO				<b>PROJETO VALE DO RIO PARDO</b>			
EMPRESA				<b>SAM SUL AMERICANA DE METAIS</b>		 Sul Americana de Metais S/A	
REALIZAÇÃO		LOCAL / ÁREA		DESENHO			
		GRÃO MOGOL - MINAS GERAIS		1			
ELABORAÇÃO		DATA		REVISÃO		ARTICULAÇÃO	
Alceu Raposo Cristiano Lisboa		Março / 2012		0		1/1	
FONTE		ESCALA		ARQUIVO			
Imagem Alos AERMOD 6.7.1 Base Meteorológica (2010)		1:60.000		Dispersao_MP_24h.mxd ArcGis 9.3			

TÍTULO				<b>PLUMA DE DISPERSÃO DE MATERIAL PARTICULADO MÉDIA DO PERÍODO</b>			
PROJETO				<b>PROJETO VALE DO RIO PARDO</b>			
EMPRESA				<b>SAM SUL AMERICANA DE METAIS</b>		 Sul Americana de Metais S/A	
REALIZAÇÃO		LOCAL / ÁREA		DESENHO			
		GRÃO MOGOL - MINAS GERAIS		2			
ELABORAÇÃO		DATA		REVISÃO		ARTICULAÇÃO	
Alceu Raposo Cristiano Lisboa		Março / 2012		0		1/1	
FONTE		ESCALA		ARQUIVO			
Imagem Alos AERMOD 6.7.1 Base Meteorológica (2010)		1:30.000		Dispersao_MP_Periodo.mxd ArcGis 9.3			





TÍTULO				PLUMA DE DISPERSÃO DE MATERIAL PARTICULADO PM10 - MÁXIMO DE 24 HORAS			
PROJETO				PROJETO VALE DO RIO PARDO			
EMPRESA				SAM SUL AMERICANA DE METAIS			
REALIZAÇÃO		LOCAL / ÁREA		DESENHO			
		GRÃO MOGOL - MINAS GERAIS		3			
ELABORAÇÃO		DATA		REVISÃO		ARTICULAÇÃO	
Alceu Raposo Cristiano Lisboa		Março / 2012		0		1/1	
FONTE		ESCALA		ARQUIVO			
Imagem Alos AERMOD 6.7.1 Base Meteorológica (2010)		1:40.000		PM10 - Máximo de 24 horas.mxd ArcGis 9.3			


TÍTULO				PLUMA DE DISPERSÃO DE MATERIAL PARTICULADO PM10 - MÉDIA DO PERÍODO			
PROJETO				PROJETO VALE DO RIO PARDO			
EMPRESA				SAM SUL AMERICANA DE METAIS			
REALIZAÇÃO		LOCAL / ÁREA		DESENHO			
		GRÃO MOGOL - MINAS GERAIS		4			
ELABORAÇÃO		DATA		REVISÃO		ARTICULAÇÃO	
Alceu Raposo Cristiano Lisboa		Março / 2012		0		1/1	
FONTE		ESCALA		ARQUIVO			
Imagem Alos AERMOD 6.7.1 Base Meteorológica (2010)		1:30.000		PM10 - Média do Período.mxd ArcGis 9.3			



## **ANEXO 7 - ARRANJO GERAL DA CAPTAÇÃO E DA BALSA**





		
<b>PROJETO VALE DO RIO PARDO</b>		
PROJETO CONCEITUAL PLANTA GERAL DE LOCAÇÃO CAPTAÇÃO E ESTAÇÃO PRINCIPAL PLANTA BAIXA		
ESCALA: 1: 2,5	N° SLM 617-01-XXX-XXX-XXX	N° SAM —

		
<b>PROJETO VALE DO RIO PARDO</b>		
FEL2 – PROJETO CONCEITUAL INFRAESTRUTURA – ÁREA DE MINA SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO Balsa de Captação – Arranjo Geral Planta e Cortes		
ESCALA: 1:100	N° SLM 0617-001-1500-45D1-00001	N° SAM





## ANEXO 8 - ARRANJO GERAL DA CASA DE BOMBAS

			
<b>PROJETO VALE DO RIO PARDO</b>			
<b>FEL2 – PROJETO CONCEITUAL</b> <b>INFRAESTRUTURA – ÁREA DE MINA</b> <b>SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO</b> <b>CASA DE BOMBAS – ARRANJO GERAL</b> <b>PLANTA E CORTE</b>			
ESCALA: 1:125	N° SLM 0617-001-1500-45D1-00002	N° SAM	





## ANEXO 9 - TANQUES DE AMORTECIMENTO UNIDIRECIONAL - TAU

		
PROJETO VALE DO RIO PARDO		
PROJETO CONCEITUAL ARRANJO MECÂNICO/TUBULAÇÃO DETALHE DOS TANQUES PLANTA E CORTES		
ESCALA: 1:75	N° SLM 617-01-XXX-XXX-XXX	N° SAM —



## ANEXO 10 - DRENOS E VENTOSAS

			
<p>PROJETO VALE DO RIO PARDO</p>			
<p>PROJETO CONCEITUAL                  ARRANJO MECÂNICO/TUBULAÇÃO                  DETALHE DAS VENTOSAS/DRENAGEM                  PLANTA E CORTES</p>			
<p><b>ESCALA:</b> 1:25</p>	<p><b>N° SLM</b> 617-01-XXX-XXX-XXX</p>	<p><b>N° SAM</b> -</p>	



## ANEXO 11 - ARRANJO DA SUBESTAÇÃO DE BOMBAS

			
<b>PROJETO VALE DO RIO PARDO</b>			
<b>FEL2 – PROJETO CONCEITUAL          INFRAESTRUTURA – ÁREA DA MINA          SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO          SUBESTAÇÃO DE 230kV – 1220-7140-0002          ARRANJO GERAL</b>			
ESCALA: 1:150	N° SLM 0617-001-1500-47D1-00002	N° SAM	