

# **SALOBO METAIS S.A.**

**MARABÁ - PA**

**PLANO DE CONTROLE  
AMBIENTAL - PCA**

***PROGRAMA F - GESTÃO DE  
RESÍDUOS***

---

**MAIO DE 2003**

### EMPRESA RESPONSÁVEL POR ESTE RELATÓRIO

<b>Razão social:</b> BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA.	<b>http:</b> www.brandt.com.br
<b>CGC:</b> 24.060.808/0001-22	<b>Diretor:</b> Wilfred Brandt
<p><b>Nova Lima / MG</b> - <i>bma@brandt.com.br</i> Alameda da Serra, 322 - 6º and. - Vale do Sereno - 34 000 000 - Nova Lima - MG - Tel 0 (**) 31 3281 2258 Fax 0 (**) 31 3286 7999</p> <p><b>São Paulo / SP</b> - <i>bmasp@brandt.com.br</i> - BMASP / Arquipélago Engenharia Ambiental Rua Tabapuã, 821 - 5º Andar - 04533-013 - São Paulo - SP - Tel./fax: 0(**) 3842-8940</p> <p><b>Belém / PA</b> - <i>terra@amazon.com.br</i> - BMAPA / Terra Meio Ambiente e Geologia de Engenharia Rua João Balbi, 143, Nazaré - 66055-285 - Belém - PA - Tel 0 (**) 91 230 2921 Fax 0 (**) 91 223 9838</p>	

### EQUIPE TÉCNICA DA BRANDT MEIO AMBIENTE

ESTA EQUIPE PARTICIPOU DA ELABORAÇÃO DESTE DOCUMENTO E RESPONSABILIZA-SE TECNICAMENTE POR SUAS RESPECTIVAS ÁREAS		
TÉCNICO	FORMAÇÃO / REGISTRO PROF.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Marcelo Corrêa	Eng. de Minas CREA MG 34.225/D	Gerência de projetos.
Marcílio Felício Pereira	Eng. Civil / Geotécnico CREA MG 46.006/D	Coordenação do projeto.
Patrícia de Oliveira Giffoni	Eng. Civil CREA MG 70.520/D	Revisão do Plano de Gestão.
Patrícia Bento Moreira	Eng. Civil CREA MG 2001547	Elaboração do Plano de Gestão.
Cornélio Zampier Teixeira	Eng. Civil / Geotécnico CREA MG 23.351/D	Estudo geotécnico e armazenamento temporário de resíduos.
Marcos Nogueira da Gama	Eng. Civil CREA MG 8.752/D	Projeto do aterro sanitário
<b>PRODUÇÃO GRÁFICA</b>	Eli Lemos - gerenciamento de produção Eduardo Henrique - assistente de produção Hercules Malagoli - CAD Alexandre Costa - montagem	

### EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO

<b>Razão social:</b> Salobo Metais S.A.	<b>Telefone:</b> (021) 2220-2225
<b>CNPJ:</b> 33.931.478/0001-94	<b>Fax:</b> (021) 2533-6539
<b>Endereço:</b> Rua Santa Luzia, 651 - 17º andar. CEP: 20.030-040. Rio de Janeiro - RJ	<b>Coordenador:</b> Eng. Abraham A. Aben-Athar

## ÍNDICES

### **Itens**

---

1 - INTRODUÇÃO .....	1
2 - JUSTIFICATIVA .....	3
3 - OBJETIVOS .....	4
4 - METAS .....	5
5 - INDICADORES AMBIENTAIS.....	6
5.1 - Solo e águas subterrâneas .....	6
5.2 - Águas superficiais.....	7
5.3 - Inspeção visual .....	7
6 - PÚBLICO ALVO.....	8
7 - METODOLOGIA .....	9
8 - DESCRIÇÃO DO PROGRAMA.....	10
8.1 - Inventário .....	10
8.2 - Transporte (interno e externo) .....	14
8.2.1 - Transporte interno .....	14
8.2.2 - Transporte externo .....	14
8.3 - Coleta e segregação.....	15
8.4 - Estocagem temporária.....	16
8.4.1 - Premissas do Projeto Básico do Depósito Temporário de Resíduos .....	17
8.4.2 - Localização do Depósito Temporário de Resíduos.....	19
8.5 - Tratamento e disposição final.....	20
8.5.1 - Resíduos armazenados no depósito temporário.....	20
8.5.2 - Premissas do Projeto Básico do Aterro Sanitário.....	21
8.5.3 - Outras formas de disposição.....	41
8.5.4 - Observação geral.....	41
8.6 - Monitoramento.....	41
9 - ATIVIDADES.....	43
10 - CRONOGRAMA.....	44
11 - EQUIPE TÉCNICA.....	45
12 - INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS .....	46
13 - PROGRAMAS CORRELATOS .....	47
14 - ATENDIMENTO A REQUISITOS LEGAIS PARA SUA EFETIVA IMPLANTAÇÃO .....	48
ANEXOS .....	49
ANEXO 1 - RESULTADOS DA SONDAGEM SPT .....	50
ANEXO 2 - DESENHOS .....	51
ANEXO 3 - NORMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CVRD.....	55
ANEXO 4 - CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO E UNIDADES ANEXAS .....	56
ANEXO 5 - ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO E UNIDADES ANEXAS .....	57

## **Quadros**

---

QUADRO 5.1 - Valores orientadores para solos e para águas subterrâneas no Estado de São Paulo.....	6
QUADRO 8.1 - Resíduos a serem gerados na fase de implantação.....	10
QUADRO 8.2 - Resíduos a serem gerados na fase de operação.....	12
QUADRO 8.3 - Resíduos a serem armazenados no depósito temporário.....	16
QUADRO 8.4 - Dimensionamento das baias do depósito temporário de resíduos.....	18
QUADRO 8.5 - Resíduos a serem dispostos e/ou tratados (oriundos do depósito temporário).....	20
QUADRO 8.6 - Resíduo a serem dispostos no aterro sanitário.....	23
QUADRO 8.7 - Correlação entre a compacidade de areias e siltes e o valor do SPT.....	25
QUADRO 8.8 - Correlação entre a consistência e coesão de argilas em função do SPT.....	25
QUADRO 8.9 - Valores do teor de umidade natural em amostras deformadas.....	26
QUADRO 8.10 - Granulometria e limites de Atterberg.....	27
QUADRO 8.11 - Parâmetros de compactação - Informações de interesse.....	28
QUADRO 9.1 - Atividades a serem desenvolvidas.....	43

## **Figuras**

---

FIGURA 1 - Localização do Projeto Salobo.....	2
---	---

## 1 - INTRODUÇÃO

A Salobo Metais S.A. (SMSA) é uma empresa constituída em 05/11/1996, resultante da transformação da Salobo Metais Ltda. em sociedade anônima, cujo controle é detido, direta e indiretamente pela Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), tendo o BNDES uma opção de participação acionária, na forma de ações preferenciais sem direito a voto, nos termos do Acordo de Participação, firmado em 05/11/96.

A sede da SMSA está localizada na cidade do Rio de Janeiro - RJ, cujo endereço e meios de contato estão indicados na contracapa deste documento.

O objetivo da SMSA, nos termos do artigo 3º do Estatuto Social é o aproveitamento de jazidas minerais no território nacional, e em especial a jazida de Salobo, situada na Serra dos Carajás, distrito e município de Marabá, Estado do Pará, objeto da Portaria de Lavra nº 1121, de 14/07/87, compreendendo a lavra, beneficiamento, fundição, refino, transporte e comercialização de cobre, ouro e seus subprodutos.

O início de operação do empreendimento está previsto para junho de 2008.

O depósito mineral do Projeto Salobo está inserido na **Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri**, que apresenta uma vegetação típica amazônica com interferências humanas pontuais. A figura 1 mostra a localização da mina, os limites municipais e das unidades de conservação locais, indicando os principais acessos.

O presente documento que passa a fazer parte integrante do processo de licenciamento para obtenção da Licença de Instalação requerida pela Salobo Metais S.A. tem por finalidade atender ao Programa F - Gestão de Resíduos, da condicionante 11 da sua Licença Prévia nº 33/94, expedida pelo **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA**, que diz: *Apresentar Plano de Controle Ambiental - PCA, abordando os programas propostos no EIA/RIMA, considerando-se o dimensionamento atual do empreendimento.*

De forma que não ocorram atrasos no cronograma de implantação do empreendimento, apresentado pela SMSA ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, no Plano de Aproveitamento Econômico - PAE, torna-se necessário iniciar já no segundo semestre de 2003, algumas obras preliminares de infra-estrutura, relacionadas a seguir: 1) construção da ponte sobre o rio Itacaiúnas, visando facilitar o acesso à Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri; 2) construção da barragem de contenção de finos BF II no Igarapé Salobo, que tem finalidade ambiental e objetiva reter sólidos provenientes de atividades relacionadas à mineração; 3) obras de terraplenagem, drenagem e urbanização da área destinada aos alojamentos das empreiteiras a serem contratadas.

Estas obras serão também apresentadas, detalhadamente, em separado visando buscar prioridade na análise de sua documentação pelo IBAMA, podendo, inclusive, ser objeto de licenciamento específico.

## **FIGURA 1 - Localização do Projeto Salobo**

**FIGURA 1 - Mapa de localização A4.PDF**

## **2 - JUSTIFICATIVA**

Para a implantação do complexo de mineração e beneficiamento da jazida do Salobo será necessária a construção de edificações, pontes, barragens, central de manutenção, estradas, etc. Em sua fase de operação, além das atividades de mineração, serão necessários serviços de apoio operacional como refeitórios, vestiários, ambulatório, etc. Todas estas atividades, tanto da fase de implantação, quanto da fase de operação do empreendimento, serão responsáveis pela geração de resíduos.

Tendo em vista que a mina e planta de beneficiamento do Projeto Salobo estão inseridas em uma Floresta Nacional, torna-se necessária à implantação de um sistema eficiente para o gerenciamento dos resíduos sólidos a serem gerados pelo empreendimento, de forma a se evitar danos ao meio ambiente (como contaminação de solos e águas subterrâneas e superficiais).

### **3 - OBJETIVOS**

Este Programa de Gestão de Resíduos tem como objetivo principal garantir que a geração, coleta e disposição final dos resíduos inerentes às atividades do Projeto Salobo seja realizada de forma controlada, através de procedimentos operacionais bem definidos, tendo como prioridades:

- Reduzir o volume total de resíduos que requerem disposição;
- Aumentar a eficiência da recuperação, do reuso e reciclagem de resíduos;
- Minimizar os impactos ambientais, através de tratamento e disposição adequados de resíduos.

## **4 - METAS**

Este programa tem como meta promover uma gestão adequada dos resíduos a serem gerados pelo empreendimento, tanto em sua fase de implantação, quanto em sua fase de operação.

Desta forma, são apresentadas as descrições das fases de gerenciamento de resíduos, a saber:

- Inventário
- Transporte (interno e externo)
- Coleta e segregação
- Estocagem temporária
- Tratamento e disposição final

Além destas fases de gerenciamento de resíduos, este programa apresenta a definição das medidas mitigadoras e dos monitoramentos necessários em função das atividades a serem realizadas.

## 5 - INDICADORES AMBIENTAIS

Os indicadores ambientais a serem utilizados para aferir a eficácia do Programa de Gestão de Resíduos serão a qualidade do solo e das águas, subterrâneas e superficiais, nos locais de armazenamento e disposição de resíduos.

### 5.1 - Solo e águas subterrâneas

Em relação ao solo e às águas subterrâneas, a tendência mundial é de estabelecer valores de referência de qualidade, de acordo com o tipo e uso pretendido do solo, indicando valores de alerta e de intervenção, derivados a partir de modelos matemáticos de avaliação de risco.

Tendo em vista a inexistência de normas brasileiras para a definição destes valores de referência, propõe-se que sejam utilizados àqueles definidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, em relatório publicado no ano de 2001.

O quadro 5.1, apresenta os valores orientadores deste documento.

**QUADRO 5.1 - Valores orientadores para solos e para águas subterrâneas no Estado de São Paulo**

Substância	Solos (mg.Kg <sup>-1</sup> )					Águas subt. (mg.l <sup>-1</sup> )
	Referência	Alerta	Intervenção			Intervenção
			Agrícola APM <sub>ax</sub>	Residencial	Industrial	
Alumínio	-	-	-	-	-	200 <sup>(2)</sup>
Antimônio	<0,5	2	5	10	25	5 <sup>(1)</sup>
Arsênio	3,5	15	25	50	100	10 <sup>(1)</sup>
Bário	75	150	300	400	700	700 <sup>(1)</sup>
Cádmio	<0,5	3	10	15	40	5 <sup>(1)</sup>
Chumbo	17	100	200	350	1200	10 <sup>(1)</sup>
Cobalto	13	25	40	80	100	30 <sup>(5)</sup>
Cobre	35	60	100	500	700	2000 <sup>(1)</sup>
Cromo	40	75	300	700	1000	50 <sup>(1)</sup>
Ferro	-	-	-	-	-	300 <sup>(2)</sup>
Manganês	-	-	-	-	-	100 <sup>(2)</sup>
Merúrio	0,05	0,5	2,5	25	25	1 <sup>(1)</sup>
Molibdênio	<25	30	50	120	120	250 <sup>(5)</sup>
Níquel	13	30	50	300	300	50 <sup>(4)</sup>
Prata	0,25	2	25	100	100	50 <sup>(3)</sup>
Selênio	0,25	5	-	-	-	10 <sup>(1)</sup>
Vanádio	275	-	-	-	-	-
Zinco	60	300	500	1500	1500	5000 <sup>(2)</sup>

Continuação

Substância	Solos (mg.Kg <sup>-1</sup> )					Águas subt. (mg.l <sup>-1</sup> )
	Referência	Alerta	Intervenção			Intervenção
			Agrícola APM <sub>ax</sub>	Residencial	Industrial	
Benzeno	0,25	-	0,6	3	3	5 <sup>(1)</sup>
Tolueno	0,25	-	30	140	140	170 <sup>(2)</sup>
Xilenos	0,25	-	3	15	15	300 <sup>(1)</sup>
Estireno	0,05	-	15	80	80	20 <sup>(1)</sup>
Naftaleno	0,2	-	15	90	90	100 <sup>(5)</sup>
Diclorobenzeno	0,02	-	2	10	10	40 <sup>(5)</sup>
Hexaclorobenzeno	0,0005	-	0,1	1,5	1,5	1 <sup>(1)</sup>
Tetracloroetileno	0,1	-	1	10	10	40 <sup>(1)</sup>
Tricloroetileno	0,1	-	5	30	30	70 <sup>(1)</sup>
1,1,1 Tricloroetano	0,01	-	8	50	50	600 <sup>(5)</sup>
1,2 Dicloroetano	0,5	-	0,5	2	2	10 <sup>(1)</sup>
Cloreto de Vinila	0,05	-	0,1	0,7	0,7	5 <sup>(1)</sup>
Pentaclorofenol	0,01	-	2	15	15	9 <sup>(1)</sup>
2,4,6 Triclorofenol	0,2	-	1	6	6	200 <sup>(1)</sup>
Fenol	0,3	-	5	15	15	0,1 <sup>(3)</sup>
Aldrin e Dieldrin	0,00125	-	0,5	5	5	0,03 <sup>(1)</sup>
DDT	0,0025	-	0,5	5	5	2 <sup>(1)</sup>
Endrin	0,00375	-	0,5	5	5	0,6 <sup>(1)</sup>
Lindano (d-BHC)	0,00125	-	0,5	5	5	2 <sup>(1)</sup>

1 - Padrão de Potabilidade da Portaria 1.469 do Ministério da Saúde para substâncias que apresentam risco à saúde.

2 - Padrão de Potabilidade da Portaria 1.469 do Ministério da Saúde para aceitação de consumo (critério organoléptico).

3 - Comunidade Econômica Européia

4 - Com base no valor de intervenção para solos no Cenário Agrícola/Área de Proteção Máxima (APMax)

- Não estabelecido

## 5.2 - Águas superficiais

Em relação às águas superficiais, deverão ser atendidos os limites e/ou condições de acordo com seu enquadramento, estabelecidos no artigo 21 da Resolução CONAMA Nº20, de 18 de junho de 1986.

## 5.3 - Inspeção visual

Além dos indicadores ambientais apresentados, deverá ser feita uma observação visual periódica dos locais de armazenamento e disposição de resíduos, apresentando-se como um meio imediato e simplificado de identificação de eventuais irregularidades nos procedimentos adotados.

## **6 - PÚBLICO ALVO**

O público alvo deste Programa são os funcionários fixos ou terceirizados e os visitantes do projeto, envolvidos direta ou indiretamente nas atividades geradoras de resíduos, seja na fase de implantação, seja na fase de operação do empreendimento.

## 7 - METODOLOGIA

A metodologia empregada para a elaboração do Programa de Gestão de Resíduos envolveu, primeiramente, o levantamento e classificação de todos os possíveis resíduos a serem gerados nas fases de implantação e operação do empreendimento Salobo Metais S.A., tratando-se de um inventário. Nesta etapa foi feita ainda, apenas para a fase de operação, uma estimativa de geração de resíduos, tendo como base à análise dos processos envolvidos e seus balanços de massa, bem como dados disponíveis de empreendimentos similares. Para a fase de implantação, não foi possível estimar a geração dos resíduos devido à inexistência de dados.

Para a classificação dos resíduos foram utilizados dois critérios:

- Segundo a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT da série NBR 10.000, especificamente a norma NBR 10.004/86;
- Segundo o Plano da Companhia Vale do Rio Doce - CVRD de Gestão de Resíduos (IN-RS GEMAB 003-02), tratando-se de uma classificação conjugada da definição da ABNT (Classe I - Resíduos Perigosos; Classe II - Resíduos Não Inertes e Classe III - Resíduos Inertes) com critérios específicos de classificação secundária, conforme apresentado no quadro 7.1, a seguir.

**QUADRO 7.1 - Classificação de resíduos segundo a CVRD**

<b>Classificação</b>	<b>Critério de Classificação Secundária</b>
Classe A	Resíduos com reconhecida capacidade e conveniência de serem reutilizados ou reciclados/reprocessados, ou co-processados, ou com obrigatoriedade (requisito legal) de serem reprocessados por meio de procedimentos específicos.
Classe B	Resíduos com potencial para serem reciclados/reprocessados, mas que ainda demandam pesquisas e/ou ensaios, para que sejam desenvolvidos processos de tratamento ou reciclagem passíveis de serem implementados, ou que demandam estudos de viabilidade técnica e econômica para subsidiar a decisão de reprocessar.
Classe C	Resíduos sem qualquer potencial de reutilização ou reciclagem/reprocessamento, até o momento, devendo ser dispostos no solo, em aterros adequados, ou em barragens de rejeito ou diques de sedimentos específicos.
Classe D	Resíduos que, por força da legislação ou de requisito estabelecido pelo órgão ambiental competente, devem ser incinerados, ou tratados, por meio de procedimentos específicos, antes que sejam dispostos em aterros ou que lhes seja dada qualquer outra disposição final adequada.

Após a elaboração do inventário dos resíduos, foram descritos os procedimentos a serem adotados até a disposição final dos mesmos, através das etapas de gerenciamento dos resíduos, ou seja: transporte (interno e externo), coleta e segregação, estocagem temporária e destinação final.

Por fim, foram definidos os tratamentos e as possíveis formas de disposição final dos resíduos, sejam elas dentro ou fora do empreendimento, conforme a legislação e normas técnicas pertinentes.

## 8 - DESCRIÇÃO DO PROGRAMA

Este programa foi definido de maneira que a gestão dos resíduos possa ser implementada de forma sistemática, desde sua geração até a disposição final, privilegiando a reciclagem, que estará limitada pela capacidade de absorção destes materiais pelo mercado local, existindo portanto, probabilidade de materiais passíveis de serem reciclados/reprocessados que receberão outro destino por ausência de tecnologia apropriada no meio em que são gerados

### 8.1 - Inventário

Para a elaboração do inventário de resíduos foram identificados e classificados os possíveis resíduos a serem gerados pelo empreendimento, seja na fase de sua implantação, seja na fase de sua operação. Para a fase de operação, foi feita ainda uma estimativa da quantidade de resíduo a ser gerada, baseada em dados disponíveis de empreendimentos similares.

Na etapa de implantação, a geração de resíduos está relacionada principalmente às obras civis, envolvendo ainda as atividades relacionadas à infra-estrutura necessária para os funcionários. Na etapa de operação, a geração dos resíduos está relacionada principalmente às atividades de lavra e beneficiamento, envolvendo, também, as atividades relacionadas à infra-estrutura necessária para os funcionários.

Os quadros 8.1 e 8.2, apresentam, respectivamente, o levantamento dos resíduos a serem gerados na fase de implantação e operação do empreendimento.

**QUADRO 8.1 - Resíduos a serem gerados na fase de implantação**

RESÍDUO	ORIGEM	CLASSIFICAÇÃO ABNT	CLASSIFICAÇÃO CONJUGADA
Bateria automotiva e bateria de equipamentos eletrônicos	Reparos em campo de equipamentos móveis e equipamentos da mina	I	IA ou IB
Pilhas diversas	Utilização em equipamentos eletrônicos (rádios)	I	IA ou IB
Correias de borracha	Construção da correia transportadora que se localizará entre a área da britagem primária e a área industrial	III	IIIA
Mangueiras de borracha e vedações de borracha	Reparos em campo de equipamentos móveis e equipamentos da mina (oficina móvel)	III	IIIA
Embalagens de produtos de limpeza	Limpeza dos alojamentos de empreiteiros	I	IA
Embalagens plásticas não contaminadas	Utilização pessoal dos funcionários	III	IIIA
Resíduos de explosivos em geral	Fabricação de explosivos	I	ID
Entulho misto	Construção das edificações e ponte	III	IIIA ou IIIC
Estopas e trapos contaminados com óleo e graxa	Reparos de equipamentos móveis em campo, reparos de equipamentos da mina (comboios de lubrificação)	I	ID

## Continuação

RESÍDUO	ORIGEM	CLASSIFICAÇÃO ABNT	CLASSIFICAÇÃO CONJUGADA
Filtros de ar	Reparo de equipamentos móveis em campo	III	IIIC
Filtros de óleo	Reparo de equipamentos móveis em campo	I	ID
Lâmpadas fluorescentes e de vapor de sódio	Manutenção do alojamento de empreiteiros e de algumas vias de acesso	I	ID
Lâmpadas incandescentes	Manutenção do alojamento de empreiteiros	II	IIC
Embalagens metálicas de tinta e solvente	Construção/pintura das edificações	I	IA ou IB
Embalagens de madeira	Embalagem de equipamentos	III	IIIA
Embalagens de isopor	Resíduos da utilização de equipamentos	III	IIIB
Embalagens diversas de alimentos	Alimentação dos empreiteiros	III	IIIC ou IIIA
Borras de graxa	Reparos em campo de equipamentos móveis e equipamentos da mina (comboios de lubrificação)	I	ID
Óleo lubrificante usado e óleo combustível	Reparos em campo de equipamentos móveis e equipamentos da mina (comboios de lubrificação)	I	IA
Óleo hidráulico contaminado com água, solvente, sólidos	Reparos em campo de equipamentos móveis e equipamentos da mina (comboios de lubrificação)	I	ID
Mistura de diferente tipos de papel e papelão	Atividades de escritório, resíduos da utilização de equipamentos em todo o complexo e utilização pessoal dos funcionários	III	IIIA
Pneus veículos diversos	Reparos de equipamentos móveis em campo (oficina móvel)	III	IIIA
Embalagens metálicas contaminadas de óleo e graxa	Reparos em campo de equipamentos móveis e de equipamentos a mina (comboios de lubrificação)	I	IA ou IB
Solo e serragem contaminada com óleo e graxa	Manutenção corretiva no campo	I	ID
Resíduo de saúde	Atendimento ambulatorial	I	ID
Resíduo de limpeza e manutenção de áreas verdes	Manutenção de jardins	II	IIC ou IIA
Resíduo de varrição doméstica	Manutenção dos alojamentos dos empreiteiros	II	IIC
Resíduos sanitários	Atividade humana	II	IIC
Resíduo de alimentação	Alimentação dos funcionários	II	IIC ou IIA
EPI's diversos	Todos as atividades	III	IIIA
Embalagens plásticas contaminadas de óleo	Reparos em campo de equipamentos móveis e de equipamentos da mina (comboios de lubrificação)	I	IA
Materiais de equipamentos elétricos (fios e cabos)	Manutenção corretiva do sistema elétrico	III	IIIA
Sucatas de ferro, aço, bronze, alumínio	Manutenção corretiva (oficina móvel)	III	IIIA

### QUADRO 8.2 - Resíduos a serem gerados na fase de operação

RESÍDUO	ORIGEM	UNIDADE	ESTIMATIVA DE GERAÇÃO ANUAL	CLASSIFICAÇÃO ABNT	CLASSIFICAÇÃO CONJUGADA
Bateria automotiva e bateria de equipamentos eletrônicos	Reparos em campo de equipamentos móveis e equipamentos da mina	unidades	200	I	IA ou IB
Pilhas diversas	Utilização em equipamentos eletrônicos (rádios)	unidades	850	I	IA ou IB
Correias de borracha	Manutenção da correia transportadora que se localizará entre a área da britagem primária e a área industrial	t	20	III	IIIA
Mangueiras e vedações de borracha	Reparos em campo de equipamentos móveis e equipamentos da mina (oficina móvel)	t		III	IIIA
Cartuchos de tonner e de tinta	Serviços de escritório	unidades	120	I	-
Embalagens de produtos de limpeza	Limpeza das edificações e áreas comuns	t	0,1	I	IA
Embalagens plásticas ou de vidros contaminadas com produtos químicos	Análises laboratoriais	t	1	I	IA
Embalagens plásticas não contaminadas	Utilização de equipamentos e utilização pessoal dos funcionários	t	3,5	III	IIIA
Embalagens plásticas contaminadas com resíduo da flotação	Flotação	t	1,0	I	-
Embalagens metálicas contaminadas com resíduo da flotação	Flotação	t	110	I	-
Bombonas plásticas contaminadas com resíduo da flotação	Flotação	t	0,1	I	-
Estéril	Atividade da lavra	Mton	60	III	IIIC
Estopas e trapos contaminados com óleo e graxa	Reparos de equipamentos móveis em campo, reparos de equipamentos da mina (comboios de lubrificação)	t	4,5	I	ID
Filtros de ar	Reparo de equipamentos móveis em campo (posto de abastecimento)	t	0,03	III	IIIC
Filtros de óleo	Reparo de equipamentos móveis em campo (posto de abastecimento)	t	5	I	ID
Embalagens de isopor	Resíduos da utilização de equipamentos	t	2	III	IIIB
Lâmpadas fluorescentes e de vapor de sódio	Manutenção das edificações e algumas vias de acesso	unidades	10.000	I	ID
Lâmpadas incandescentes	Manutenção das edificações	unidades	6.000	II	IIC

## Continuação

RESÍDUO	ORIGEM	UNIDADE	ESTIMATIVA DE GERAÇÃO ANUAL	CLASSIFICAÇÃO ABNT	CLASSIFICAÇÃO CONJUGADA
Lodo de fossas sépticas	Limpeza das fossas sépticas	t	550	II	IIA ou IIC
Embalagens de madeira	Embalagem de equipamentos	t	580	III	IIIA
Embalagens diversas de alimentos	Atividade humana	t	2	III	IIIC ou IIIA
Minério marginal	Atividade da lavra	t	3.500	III	IIIC
Minério oxidado	Atividade da lavra	t	440.000	III	IIIC
Borras de graxa	Reparos em campo de equipamentos móveis e equipamentos da mina (comboios de lubrificação)	t	360	I	ID
Óleo lubrificante e óleo combustível usados	Reparos em campo de equipamentos móveis e equipamentos da mina (comboios de lubrificação)	t	0,7	I	IA
Óleo hidráulico contaminado com água, solvente, sólidos	Reparos em campo de equipamentos móveis e equipamentos da mina (comboios de lubrificação)	t	2	I	ID
Pneus veículos diversos	Reparos de equipamentos móveis em campo (oficina móvel)	t	1.200	III	IIIA
Rejeito de flotação	Flotação	Mton	22	III	III C
Embalagens metálicas contaminadas de óleo e graxa	Reparos em campo de equipamentos móveis e de equipamentos a mina (comboios de lubrificação)	unidades	4.100	I	IA ou IB
Solo e serragem contaminados com óleo e graxa e embalagens plásticas contaminadas de óleo	Reparos em campo de equipamentos móveis e de equipamentos a mina (comboios de lubrificação)	t	10	I	ID
Resíduo da fabricação de explosivos	Fabricação de explosivos	t	15	I	ID
Resíduo de saúde	Atendimento ambulatorial	t	0,2	I	ID
EPIs diversos	Todas as atividades	t	5	III	IIIA
Resíduos de amostras geológicas	Análises geológicas	Kg	370.000	III	-
Sucatas de ferro, aço, bronze, alumínio	Manutenção corretiva (oficina móvel)	t	1.700	III	IIIA
Entulho misto	Construção das edificações e pontes	t	50	III	IIIA ou IIIC
Materiais de equipamentos elétricos (fios e cabos)	Manutenção corretiva do sistema elétrico	t	0,1	III	IIIA
Mistura de diferentes tipos de papel e papelão contaminados	Reparos em campo de equipamentos móveis e de equipamentos a mina (comboios de lubrificação) e na alimentação dos funcionários	t	11	III	IIIA

Continuação

RESÍDUO	ORIGEM	UNIDADE	ESTIMATIVA DE GERAÇÃO ANUAL	CLASSIFICAÇÃO ABNT	CLASSIFICAÇÃO CONJUGADA
Resíduo de varrição doméstica	Manutenção das edificações	t	10	II	IIC
Resíduo de alimentação	Alimentação dos funcionários	t	150	II	IIC ou IIA
Resíduos sanitários	Atividade humana	t	90	II	IIC
Resíduo de limpeza e manutenção de áreas verdes	Manutenção de jardins	t	354	II	IIC ou IIA
Embalagens metálicas de solvente e tinta, contendo restos de borra de tinta e solvente	Construção das edificações e pontes	unidades	500	I	IA ou IB

## 8.2 - Transporte (interno e externo)

### 8.2.1 - Transporte interno

O transporte interno dos resíduos, ou seja, dentro do empreendimento, deve ser feito considerando-se rotas pré-definidas, com o uso de equipamentos compatíveis com o tipo de resíduo. Os funcionários envolvidos deverão portar Equipamentos de Proteção Individual (EPI's).

Considerando-se o volume de resíduos gerados por dia, a localização dos pontos de geração e a distância destes pontos até seus destinos (depósito temporário de resíduos, aterro sanitário, pátio de compostagem ou pilhas de estéril), poderão ser utilizados veículos com capacidade de até 5 toneladas. O número de viagens a serem realizadas dependerá do volume gerado.

### 8.2.2 - Transporte externo

O transporte externo dos resíduos, ou seja, para fora do Projeto Salobo, deve ser realizado exclusivamente através de transportadoras devidamente licenciadas ambientalmente. Os meios de transporte deverão estar de acordo com os requisitos legais aplicáveis, sobretudo quando se tratar de resíduos perigosos.

A seguir são apresentadas as premissas para a realização do transporte externo, conforme norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT: NBR 13.221/00 - Transporte de resíduos:

- O transporte deve ser feito por meio e equipamento adequados, obedecendo às regulamentações pertinentes;
- O estado de conservação do equipamento de transporte deve ser tal que, durante o transporte, não permita vazamento do resíduo;
- O resíduo, durante o transporte, deve estar protegido de intempéries;

- Os resíduos não podem ser transportados conjuntamente com produtos alimentícios;
- Os resíduos devem ser transportados obedecendo aos critérios de segregação e compatibilidade, evitando a alteração de sua classificação;
- Tanto o gerador, quanto o transportador, devem preencher um Manifesto para Transporte de Resíduo Perigoso - MTR;
- A descontaminação dos equipamentos de transporte deve ser de responsabilidade do gerador e deve ser realizada em locais e sistemas previamente autorizados pelo órgão de controle ambiental do estado onde se dê esta atividade;
- O equipamento de transporte deve portar identificação pintada na cor preta, com a letra R em amarelo, com tinta refletiva e dimensões padronizadas pela NBR 7500;
- O transporte de resíduos perigosos (Classe I) deve enquadrar-se na normalização referente ao transporte de carga perigosa, conforme as normas técnicas NBR 7500, NBR 7501, NBR 7503, NBR 7504, NBR 8285, NBR 9734 e a Portaria 291 do Ministério dos Transportes.

### **8.3 - Coleta e segregação**

A coleta seletiva promove a separação, manuseio e acondicionamento dos resíduos, facilitando sua reutilização e/ou reciclagem.

A segregação de resíduos por meio da coleta seletiva possibilita uma série de vantagens e benefícios, sob os pontos de vista sanitário, ambiental e econômico. Como aspectos positivos, pode-se citar a boa qualidade dos materiais segregados em função da não contaminação por outros materiais, o que possibilita sua futura comercialização; a facilidade no manejo dos resíduos e a redução do volume de resíduo a ser disposto.

Para o Projeto Salobo, a coleta seletiva será implantada desde a etapa de implantação do empreendimento, através de programas internos de capacitação e educação ambiental permanentes, de forma que seus conceitos e objetivos sejam conhecidos por todo o corpo de funcionários e colaboradores, em todos os setores.

Desta forma, será priorizada a separação dos resíduos no local de sua geração, através do acondicionamento distinto para cada componente ou grupo de componentes. Estes recipientes de coleta serão diferenciados por cores, conforme Resolução CONAMA 275/98, de acordo com a necessidade de cada local.

Resíduos incompatíveis quimicamente serão armazenados provisoriamente até destinação final em local apropriado que garanta a efetiva separação dos mesmos.

Propõe-se que sejam adotados os seguintes recipientes de coleta:

- Recipientes de 30 L para coleta de resíduos gerados em escritórios e áreas comuns como portarias, restaurante, alojamento e vestiários;
- Recipientes de 30 L para coleta de resíduos gerados no ambulatório;
- Tambores de 200 L para coleta de resíduos gerados na central de manutenção, posto de abastecimento e área industrial;
- Tambores de 200 L para coleta de resíduos gerados na fábrica de explosivos;
- Caçambas de 5 m<sup>3</sup> para coleta de resíduos gerados em vias, pátios e oficinas.

Ressalte-se que os procedimentos de coleta e segregação descritos não se aplicam aos estéreis de mina e aos rejeitos de beneficiamento.

#### 8.4 - Estocagem temporária

Grande parte dos resíduos a serem gerados pelo Projeto Salobo, tanto na fase de implantação, quanto na fase de operação, serão armazenados em um Depósito Temporário de Resíduos, localizado dentro da área do projeto.

O quadro 8.3 apresenta a listagem dos resíduos a serem armazenados no depósito. Os resíduos que não se encontram listados neste quadro ou serão dispostos em aterro (resíduos de varrição, resíduos não recicláveis, etc), ou serão compostados, ou serão encaminhados para as pilhas de estéril da mineração (estéril, minério marginal, minério oxidado, resíduo de amostras geológicas, entulho misto de construção), ou serão encaminhados para a barragem de rejeitos (rejeito de flotação).

**QUADRO 8.3 - Resíduos a serem armazenados no depósito temporário**

RESÍDUOS	TAXA DE GERAÇÃO ANUAL	DENSIDADE (t/m <sup>3</sup> )	VOLUME A SER ARMAZENADO EM 2 MESES (m <sup>3</sup> )
Bateria automotiva e bateria de equipamentos eletrônicos	200 unidades	-	0,90
Pilhas diversas	850 unidades	-	0,37
Cartuchos de tonner e tinta	120 unidades	-	0,003
Embalagens plásticas ou de vidros contaminadas com produtos químicos	1 t	0,68	0,23
Estopas e trapos contaminados com óleo e graxa	4,5 t	0,75	1,00
Filtros de óleo	5 t	0,90	0,90
Lâmpadas fluorescentes e de vapor de sódio	10.000 unidades	-	1,25
Borras de graxa	360 t	1,0	60,00
Óleo lubrificante e óleo combustível usados	0,7 t	1,0	0,11
Óleo hidráulico contaminado com água, solvente, sólidos	2 t	1	0,33
Embalagens metálicas contaminadas de óleo e graxa	4.100 unidades	-	11,80
Solo e serragem contaminados com óleo e graxa, embalagens plásticas contaminadas de óleo	10 t	1,35	1,23
Resíduo da fabricação de explosivos	15 t	0,55	4,53
Resíduo de saúde	0,2 t	0,25	0,13
Embalagem de produtos de limpeza	0,1 t	0,20	0,08
Embalagens metálicas de solvente e tinta contendo restos de borra de tinta e solvente	500 unidades	-	1,43
Correias de borracha	20 t	0,85	3,90
Mangueiras e vedações de borracha			
Embalagens plásticas não contaminadas	3,5 t	0,23	2,50
Embalagens plásticas contaminadas com resíduo da flotação	1,0 t	0,23	0,73
Embalagens metálicas contaminadas com resíduo da flotação	110 t	0,4	45,80
Bombonas plásticas contaminadas com resíduo da flotação	0,1 t	0,23	0,06
Embalagens de isopor	2 t	0,1	3,33

Continuação

RESÍDUOS	TAXA DE GERAÇÃO ANUAL	DENSIDADE (t/m <sup>3</sup> )	VOLUME A SER ARMAZENADO EM 2 MESES (m <sup>3</sup> )
Embalagens de madeira	580 t	0,7	138,1
Sucatas de ferro, aço, bronze, alumínio	1.700 t	4,4	64,30
EPI's diversos	5 t	2,5	0,33
Materiais de equipamentos elétricos (fios e cabos)	0,1 t	0,8	0,02
Pneus de veículos diversos	1.200 t	0,65	307,60
Mistura de diferentes tipos de papel e papelão	11 t	0,19	9,66
<b>TOTAL</b>			<b>660,623</b>

Os resíduos listados no quadro acima serão armazenados por período necessário à formação de lotes adequados ao transporte utilizado, antes de serem encaminhados para seu destino final.

#### 8.4.1 - Premissas do Projeto Básico do Depósito Temporário de Resíduos

Para a elaboração do Projeto Básico do Depósito Temporário de Resíduos foram utilizadas as recomendações das seguintes normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT: NBR 11.174/90 - Armazenamento de resíduos classe II (não inertes) e III (inertes) e NBR 12.235/92 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos, devendo ser observadas as seguintes premissas:

- O dimensionamento prévio do depósito deve ser feito com base na quantificação dos resíduos a serem gerados na fase de operação, tendo em vista que não existe quantificação para a fase de implantação. No entanto, desde a fase de implantação, os resíduos deverão ser armazenados no depósito e, caso necessário, deverão estar previstas adequações;
- O depósito de resíduos deve ser coberto e bem ventilado, apresentando baias próprias para cada tipo de resíduo;
- Cada baia deve ser dimensionada com base na taxa de geração do resíduo e no seu tempo de permanência, considerando-se uma área mínima de 1,4 m<sup>2</sup> (1,2 x 1,2);
- A separação nas baias deve, necessariamente, respeitar a compatibilidade química dos resíduos;
- Todos os resíduos armazenados devem conter sua identificação;
- Ressalvadas as condições de segurança, os resíduos poderão ser armazenados em: contêineres, tambores, tanques e a granel. Caracteriza-se por contêiner qualquer recipiente portátil no qual o resíduo possa ser acondicionado, manuseado, transportado e armazenado. Caracteriza-se como tambor qualquer recipiente portátil, cilíndrico, de material metálico ou plástico com capacidade máxima de 250 litros. Caracteriza-se como tanque todo dispositivo com capacidade superior a 250 litros;
- Quando o armazenamento for feito em tambores ou contêineres, estes devem estar em perfeitas condições de conservação e serem mantidos hermeticamente fechados;

- Quando o armazenamento for feito em tanques, estes devem ser preferencialmente superficiais (e não enterrados);
- As áreas que contenham tanques aéreos devem ser munidas de bacias de contenção adequadas;
- Quando o armazenamento for feito a granel, caso haja a possibilidade de formação de lixiviado nas pilhas (cuja altura máxima deve ser de 3 metros), ele deverá ser coletado e removido através de um sistema de base construído para este fim;
- O piso do depósito deve ser devidamente impermeabilizado (concreto, solo compactado ou manta geossintética) de forma a dar absoluta proteção ao solo e às águas subterrâneas;
- A proteção contra o ingresso de águas pluviais deve ser feita por meio de beirais suficientemente largos (0,8 m);
- A proteção contra o ingresso de enxurradas deve ser feita por meio de drenagem periférica, com a execução de canaletas revestidas em concreto e caixas coletoras;
- O depósito de resíduos deve ser isolado quanto ao acesso de pessoas estranhas (por meio de cerca) e possuir sinalização de segurança;
- O depósito de resíduos deve possuir instalações de iluminação e força;
- O depósito de resíduos deve possuir um sistema de comunicação interna e externa para situações de emergência;
- Os responsáveis pelas instalações devem fornecer treinamento adequado aos funcionários que trabalharem no depósito, especialmente quanto aos procedimentos para preenchimento das planilhas de registro de movimento de resíduos (entrada e saída);
- Deve ser elaborado um Plano de Inspeção e Manutenção, bem como um Plano de Emergência contemplando todas as informações sobre os possíveis acidentes e as respectivas ações a serem tomadas;
- O monitoramento das águas subterrâneas deve ser mantido por um período de aproximadamente vinte anos após o encerramento do depósito.

### **Dimensionamento das baias**

O quadro 8.4, a seguir, apresenta o dimensionamento das baias do depósito temporário de resíduos.

**QUADRO 8.4 - Dimensionamento das baias do depósito temporário de resíduos**

<b>Número da baía</b>	<b>Tipo de Resíduo</b>	<b>Dimensões (m) (comp. x largura)</b>
1	Embalagens de produtos de limpeza	1,2 x 1,2
2	Resíduos de saúde	1,2 x 1,2
3	Óleos lubrificante e combustível usado, óleo hidráulico contaminado e graxa	9,6 x 3,8
4	Lâmpadas fluorescentes e de vapor sódio	1,2 x 1,2
5	Filtro de óleo	1,2 x 1,2
6	Embalagens metálicas de tintas e solventes	1,2 x 1,2
7	Estopa e trapos com óleo	1,2 x 1,2

Continuação

Número da baía	Tipo de Resíduo	Dimensões (m) (comp. x largura)
8	Resíduos contaminados com óleos (embalagens metálicas e plástica contaminadas de óleo e graxa, solo e serragem contaminados)	3,5 x 3,8
9	Bateria automotiva e de equipamentos eletrônicos e pilhas diversas	1,2 x 1,2
10	Embalagens plásticas ou de vidro contaminadas com produto químico	1,2 x 1,2
11	Resíduo da fabricação de explosivos	3,6 x 1,2
12	Embalagens plásticas, metálicas e bombonas plásticas contaminadas com resíduos da flotação	9,6 x 3,8
13	Mistura de diferentes tipos de papel e papelão	2,0 x 4,3
14	Correias, mangueiras e vedações de borracha	1,2 x 3,0
15	Embalagens plásticas, isopor e madeira não contaminados, EPI's e cartuchos de tonner/tinta	12,0 x 4,8
16	Sucatas de ferro, aço, bronze e alumínio e materiais de equipamentos elétricos (fios e cabos)	6,2 x 4,3
17	Pneus diversos	10,9 x 12

O projeto básico do depósito temporário de resíduos é apresentado no desenho 6 do anexo 2.

#### 8.4.2 - Localização do Depósito Temporário de Resíduos

Para a escolha da área onde será implantado o depósito temporário de resíduos, levou-se em consideração alguns fatores como custo de implantação, custo de operação e potencial de impacto ambiental (considerando-se os riscos de contaminação de solo e águas; a inalterabilidade dos recursos ecológicos e o atendimento às distâncias mínimas em relação a corpos d'água, núcleos habitacionais, etc, de acordo com as normas legais em vigor).

Desta forma, foram analisadas 4 alternativas de áreas, a saber:

- Alternativa 1: O centro desta área localiza-se no ponto de coordenadas X=548.689 e Y=9.361.236, situado aproximadamente ao sul da área industrial e a leste da área de mineração.
- Alternativa 2: O centro desta área localiza-se no ponto de coordenadas X=549.162 e Y=9.362.654, situado aproximadamente ao norte da área industrial e a leste da área de mineração.
- Alternativa 3: O centro desta área localiza-se no ponto de coordenadas X=553.225 e Y=9.358.400, situado à leste das áreas industrial e de mineração.
- Alternativa 4: O centro desta área localiza-se no ponto de coordenadas X=548.564 e Y=9.362.147, sendo fronteiro à planta industrial.

Com base nas vantagens e desvantagens relacionadas às alternativas, optou-se pela escolha da Alternativa 3, por apresentar: relativa proximidade da área industrial, facilitando inspeções e controles; distância de corpos d'água, estruturas fixas e estações de trabalho superior a 200 metros.

## 8.5 - Tratamento e disposição final

### 8.5.1 - Resíduos armazenados no depósito temporário

Os resíduos armazenados no depósito temporário do Projeto Salobo serão encaminhados posteriormente para empresas devidamente licenciadas ambientalmente, podendo ser reciclados/reutilizados, tratados ou dispostos.

O quadro 8.5, a seguir, apresenta a listagem destes resíduos e suas formas potenciais de disposição e/ou tratamento.

**QUADRO 8.5 - Resíduos a serem dispostos e/ou tratados (oriundos do depósito temporário)**

RESÍDUOS	Reciclagem/ tratamento	Reutilização	Resíduos aguardando definição	Retorno ao fornecedor	Incineração	Obrigato- riamente tratados
Bateria automotiva e bateria de equipamentos eletrônicos				X		
Pilhas diversas				X		
Cartuchos de tonner e tinta	X	X				
Embalagens plásticas ou de vidros contaminadas com produtos químicos	X	X				
Estopas e trapos contaminados com óleo e graxa	X					
Filtros de óleo						X
Lâmpadas fluorescentes e de vapor de sódio						X
Borras de graxa						X
Óleo lubrificante e óleo combustível usados	X					
Óleo hidráulico contaminado com água, solvente, sólidos						X
Embalagens metálicas contaminadas de óleo e graxa	X	X				
Solo e serragem contaminados com óleo e graxa e embalagens plásticas contaminadas de óleo	X					
Resíduo da fabricação de explosivos					X	
Resíduo de saúde					X	
Embalagem de produtos de limpeza	X					
Embalagens metálicas de tinta e solvente contendo restos de borra de tinta e solvente	X	X				
Embalagens plásticas contaminadas de óleo	X					
Correias de borracha	X					
Mangueiras e vedações de borracha	X					
Embalagens plásticas não contaminadas	X	X				

Continuação

RESÍDUOS	Reciclagem/ tratamento	Reutilização	Resíduos aguardando definição	Retorno ao fornecedor	Incineração	Obrigato- riamente tratados
Embalagens plásticas contaminadas com resíduo da flotação						X
Embalagens metálicas contaminadas com resíduo da flotação						X
Bombonas plásticas contaminadas com resíduo da flotação						X
Embalagem de isopor			X			
Embalagens de madeira	X	X				
Sucatas de ferro, aço, bronze, alumínio	X					
EPI's diversos	X					
Materiais de equipamentos elétricos (fios e cabos)	X					
Pneus de veículos diversos	X			X		
Mistura de diferentes tipos de papel e papelão	X	X				

Os resíduos que não forem encaminhados para o depósito de temporários deverão ser direcionados ao aterro sanitário.

### 8.5.2 - Premissas do Projeto Básico do Aterro Sanitário

Para a elaboração do Projeto Básico do Aterro Sanitário foram utilizadas as recomendações das seguintes normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT: NBR 8419/92 - Apresentação de projetos de aterros sanitário de resíduos sólidos urbanos e NBR 13.896/97 - Aterros de resíduos não perigosos.

Aterro Sanitário de resíduos sólidos é a técnica de disposição de resíduos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou intervalos menores se necessário.

O Projeto Básico do Aterro Sanitário deve observar as seguintes premissas:

- O dimensionamento prévio do aterro sanitário deve ser feito com base na quantificação dos resíduos a serem gerados na fase de operação, tendo em vista que não existe quantificação para a fase de implantação. No entanto, desde a fase de implantação, os resíduos deverão ser dispostos no aterro e, caso necessário, deverão estar previstas adequações. A vida útil do aterro dependerá deste volume a ser disposto;
- Para a construção do aterro são recomendáveis os locais com declividades entre 1% e 30% (Nota: o limite inferior se justifica por causa da drenagem e o superior por problemas de custos com movimentação de terra);

- É recomendável que o sub-solo contenha uma espessa camada de material homogêneo com coeficiente de permeabilidade inferior a  $5 \times 10^{-5}$  cm/s e tenha uma zona não saturada com um mínimo de 3 metros;
- A localização do aterro deve distar pelo menos de 200 m em relação a qualquer coleção hídrica ou curso d'água e pelo menos 500 m de áreas habitadas permanentemente;
- Entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático (medido durante a época mais chuvosa da região) deve haver uma camada natural de solo, com espessura mínima de 1,5 m, não saturada;
- O aterro deve ser impermeabilizado (material argiloso ou geomembrana). A camada impermeável deverá ter espessura suficiente para impedir que o líquido percolado entre em contato com o solo natural e para não romper sob os esforços mecânicos oriundos da deposição de resíduos e da operação;
- Os resíduos serão recobertos em cada jornada de operação com uma camada de terra na espessura de 0, 15, após compactação;
- Deve ser instalado um sistema de drenagem, imediatamente acima da camada impermeável, para coletar todo o líquido percolado através do aterro;
- O líquido percolado deve ser coletado na camada de base por uma malha de drenos em forma de espinha de peixe e preenchidos com brita. O percolado será tratado em um reator anaeróbio UASB;
- Deve ser construído um sistema de drenagem eficiente para escoamento das águas superficiais, considerando a chuva de pico de 5 anos;
- Onde existir a possibilidade de carreamento de partículas pelo vento, o aterro deve possuir dispositivos complementares ao modo de operação para eliminar/controlar este problema;
- É necessário fazer o isolamento de toda a área através de cerca, com a instalação de portão e casa de controle;
- Deve ser respeitada uma faixa de proteção de, no mínimo, 10 metros de largura em torno do aterro.

O Projeto do Aterro sanitário deve ser constituído de memorial descritivo, memorial técnico, cronograma de execução, estimativas de custo e desenhos, conforme apresentado abaixo.

### ***Memorial Descritivo***

### ***Informações Cadastrais***

Empresa responsável pelo Aterro Sanitário:

- Salobo Metais S.A.
- CNPJ: 33.931.478/0001-94
- End: Rua Santa Luzia, 651 - 17º andar.
- Cep: 20.030-040. Rio de Janeiro-RJ
- Tel: (021) 2220-2225 Fax: (021) 2533-6539
- Coordenador: Eng. Abraham Aben-Athar

Empresa Responsável pelo Projeto Básico do Aterro Sanitário:

- BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA
- CGC: 24.060.808/0001-22
- End:Alameda da Serra, 322- 6º andar, Vale do Sereno
- Cep: 34000000 Nova Lima - MG
- Tel: (31) 3281 2258 Fax: (31) 3286 7999
- Diretor: Wilfred Brandt

### **Informações sobre os resíduos a serem dispostos no Aterro Sanitário**

Os resíduos que não possuem potencial para reciclagem e/ou reaproveitamento e não forem perigosos, serão dispostos no Aterro sanitário, localizado dentro da área do Projeto Salobo.

O quadro 8.6, a seguir, apresenta a listagem dos resíduos a serem dispostos neste aterro.

### **QUADRO 8.6 - Resíduo a serem dispostos no aterro sanitário**

RESÍDUOS	TAXA DE GERAÇÃO ANUAL	TAXA DE GERAÇÃO MENSAL	TAXA DE GERAÇÃO DIÁRIA	DENSIDADE (ton/m <sup>3</sup> )	VOLUME ESTIMADO COM PROJEÇÃO PARA 36 ANOS EM m <sup>3</sup>
Lâmpadas incandescentes	6.000 unidades	500 unidades	16 unidades	-	272
Lodo de fossas sépticas	550 t	46 t	1,51 t	1,10	18.000
Resíduos sanitários	90 t	7,5 t	0,25 t	0,35	9.257
Resíduo de varrição doméstica	10 t	0,83 t	0,027 t	0,35	1.029
Filtro de ar	0,03 t	0,0025 t	-	0,4	2,7
Embalagens diversas de alimentos	2 t	0,17	-	0,08	900
<b>TOTAL</b>					<b>29461</b>

Os resíduos encaminhados ao Aterro Sanitário, ou seja, aqueles em que não se aplica a reutilização e ou reciclagem, foram identificados e classificados no item 8.1 Inventário de Resíduos e são resíduos que podem ser gerados na fase de implantação do projeto Salobo ou na Fase de operação da Mineradora.

Estes resíduos serão recebidos diariamente no Aterro Sanitário, sendo fracamente compactado (0,4 a 0,7) t/m<sup>3</sup> e recobertos por uma camada de terra de 0,15m. AS células diárias a serem formadas no Aterro deverão conter 3 m<sup>3</sup> de resíduos (in natura + camada de recobrimento), a conformação das células é apresentada em projeto. O horário de recebimento dos resíduos será em função dos horários de coleta, mas devido a necessidade de compactação e recobrimento diário das células, os resíduos deverão ser encaminhados ao Aterro até o horário máximo de 15:00 h.

### ***Características dos Equipamentos de Transporte***

Os resíduos deverão ser coletados por um **veículo automotor tipo carroceria aberta**, sem compactação com altura de carga de aproximadamente 2m e capacidade para 6 m<sup>3</sup>. Os resíduos deverão ser transportados até a área do Aterro, recobertos por uma lona Plástica, evitando a perda de resíduos no transporte.

O manejo e conformação dos resíduos sólidos em células poderão ser realizados manualmente, no início de operação do aterro com a utilização de ferramentas como **pá, foice, enxada, ancinho, compactador manual e vassoura** e com dois operários devidamente treinados. Com o crescimento do número de células do Aterro será necessária a utilização de trator de esteira para a melhor conformação e adequação dos resíduos no Aterro Sanitário.

### ***Características do Local Destinado ao Aterro Sanitário***

O Aterro Sanitário será implantado ao lado do Depósito Temporário de Resíduos, conforme localização apresentada neste documento.

Para a escolha deste local, levou-se em consideração o custo de implantação, custo de operação e potencial de impacto ambiental, com riscos de contaminação de solo, águas; inalterabilidade de recursos ecológicos e o atendimento às distâncias mínimas em relação a corpos de água, núcleos habitacionais, de acordo com as normas legais em vigor. Desta forma o centro da área para disposição dos resíduos localiza-se no ponto de coordenadas X= 553.225 e y= 9.362.654, situado à leste das áreas industrial e de mineração. Esta área é apresentada em Projeto de levantamento Planialtimétrico em anexo.

### ***Caracterização Geológica Geotécnica***

Para a escolha da área de implantação do Aterro Sanitário foram realizados ensaios de campo através de:

- Sondagens a percussão SPT, representadas por duas séries de ensaios: uma na área industrial (95 pontos) e outra na área de alojamento dos empreiteiros (14 pontos), totalizando 109 ensaios;
- Sondagens a trado, num total de 15 furos (para amostragem de solos);
- 4 poços de inspeção, para visualização do perfil e coleta de amostras;
- 1 sondagem mista (SPT e rotativa), na área industrial.

Os ensaios SPT, conforme resultados apresentados no anexo 1 deste documento, permitem a obtenção das seguintes informações:

- Identificação dos tipos de solo atravessados;
- Valor do índice  $N=SPT$  (ali representado apenas pelos valores correspondentes aos dez primeiros metros);
- Identificação da posição do nível d'água freático (N.A.), quando encontrado nos limites de sondagem.

Após a análise dos resultados desta sondagem, foram obtidas as seguintes conclusões:

- A água foi encontrada em cerca de 67% dos furos (65 deles com água subterrânea e 8 em terrenos alagados). As profundidades do N.A. variam desde alguns centímetros até mais de uma dezena de metros e estão visivelmente correlacionadas com a cota topográfica;
- Dos 73 furos onde a água foi localizada, 36 têm profundidade igual ou inferior a 3 metros (cerca de 50%);
- Reforçando a observação da correlação do N.A. com a altitude, verificou-se que em 97% dos furos onde ocorre água, as cotas topográficas estão situadas entre os valores de 177,138 m e 184,450 m (desnível de apenas 7,312 m). Há apenas dois casos em que a ocorrência está fora desta faixa, sendo superior à cota de 200 m;
- De um modo geral, o solo investigado pode ser definido como sendo de duas camadas;
- Em geral, a camada superficial é argilosa, com espessuras bem variáveis. A segunda camada pode ser descrita como um solo residual de textura siltosa ou silto-arenosa, com maiores espessuras;
- Em solos alagados, registram-se ocorrências relativamente esperadas, tais como: inclusão de argilas moles em profundidade, substituição de um modelo de solo por outro (em que a argila é substituída por areia fina, às vezes misturada com argila), ausência de silte no perfil hidromorfo, em alguns casos;
- Colúvios espessos (espessuras superiores a dez metros) são bastante freqüentes;
- Para o perfil de alteração, o SPT é previsivelmente crescente com a profundidade.

Os quadros 8.7 e 8.8, a seguir, apresentam correlações que podem ser obtidas a partir dos valores de SPT.

#### **QUADRO 8.7 - Correlação entre a compactidade de areias e siltes e o valor do SPT**

<b>Compactidade</b>	<b>Muito fofa</b>	<b>Fofa</b>	<b>Média</b>	<b>Compacta</b>	<b>Muito compacta</b>
<b>SPT</b>	0 - 3	3 - 8	8 - 25	25 - 42	42 - 58
<b><math>\phi</math> (°)</b>	<30	30 - 35	35 - 40	40 - 45	> 45

#### **QUADRO 8.8 - Correlação entre a consistência e coesão de argilas em função do SPT**

<b>Consistência</b>	<b>Muito Mole</b>	<b>Mole</b>	<b>Média</b>	<b>Rija</b>	<b>Muito Rija</b>	<b>Dura</b>
<b>SPT</b>	<2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	15 - 30	>30
<b>Coesão - kPa</b>	<10	10 - 25	25 - 50	50 - 100	100 - 200	>200

Finalmente, considerando-se a construção do aterro e tendo em vista os resultados encontrados através das sondagens SPT, conclui-se que:

- Como material de fundação, o sub-solo oferece (em geral) boa capacidade de carga, podendo suportar inclusive fundações diretas;
- Como o N.A. é um indicador ambiental de vulnerabilidade de aquíferos, é recomendável que o aterro seja localizado em área de cota topográfica superior a 185 m.

### **Análise dos resultados de laboratório**

Os ensaios de laboratório foram executados sobre amostras deformadas coletadas em 9 furos de sondagens a trado, realizados na área industrial, e em 2 furos na área de alojamentos das empreiteiras. Foram ainda utilizadas amostras indeformadas, coletadas em poços de inspeção (1 na área industrial e 2 na área de alojamentos).

Os parâmetros e resultados obtidos são relatados a seguir.

#### *Teor de umidade natural*

O quadro 8.9 apresenta o teor de umidade encontrado nas amostras deformadas. Os valores médios das umidades do solo no estado natural, em suas várias profundidades (amostras coletadas no mês de setembro/2002) foram comparados com as umidades ótimas das amostras compactadas, nas mesmas profundidades.

**QUADRO 8.9 - Valores do teor de umidade natural em amostras deformadas**

Furo	Amostras	Umidade na profundidade de (m)					
		0 a 1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	Outros valores
<b>Área dos alojamentos</b>							
ST-51	1 a 5	23,0	25,5	23,0	16,5	21,3	-
ST-52	1 a 4	26,7	21,6	22,4	22,3	-	-
PI-01	1 e 2	25,0	24,4	-	-	-	-
PI-02	1 e 2	21,5	21,9	-	-	-	-
<b>Médias</b>		24,3	24,1	13,2	19,4	21,3	
<b>Área Industrial</b>		<b>0 a 2</b>	<b>2 a 4</b>	<b>4 a 6</b>	<b>6 a 8</b>		
ST-501	1 a 4	11,6	20,1	21,9	17,4	-	-
ST-502	1 a 4	23,5	20,9	30,9	28,6	-	-
ST-503	1 a 4	28,5	25,1	25,1	24,8	-	-
ST-505	1 e 2	20,5	25,6	-	-	-	-
ST-507	1 a 4	22,7	14,7	18,0	24,8	-	-
ST-508	1 a 5	18,4	13,1	34,7	24,1 22,4	-	-
ST-510	1 a 5	24,3	21,9 26,7	30,8	32,4	-	-
ST-511	1 a 4	22,6	23,9	25,1	27,2	-	-
ST-512	1 a 4	16,1	21,0	19,3	29,1	-	-
<b>Médias</b>		20,9	21,3	25,7	25,6		

*Ensaio de caracterização (Granulometria e Limites de Atterberg)*

Os resultados dos ensaios de caracterização (granulometria e limites de Atterberg) são apresentados no quadro 8.10, a seguir.

**QUADRO 8.10 - Granulometria e limites de Atterberg**

Prof. (m)	Limites (%)		Passando nas peneiras							Classificação			OBS
	LL	IP	2"	1"	3/8"	4	10	40	200	IG	HRB	Laboratório	
2 a 4	61,0	27,2	100	100	98	96	93	89	82	-	-	Argila areno siltosa - amarela	-
	55,7	19,2	100	100	96	89	84	79	68				
	49,6	21,2	100	100	88	75	67	63	53				
	43,8	16,5	100	100	99	96	91	91	53				
0 a 2	58,6	25,2	100	96	92	90	88	83	73	-	-	Argila areno siltosa - rosa	-
	49,0	20,6	100	100	95	93	87	72	72				
4 a 6	52,6	28,3	100	100	100	100	100	93	79	-	-	Silte argiloso	-

*Massa específica dos sólidos (densidade dos grãos)*

Foram realizados 7 ensaios, em profundidades variando de 0 a 6 m. Os resultados oscilam entre 1,586 g/cm<sup>3</sup> e 2,994 g/cm<sup>3</sup>, com média de 2,718 g/cm<sup>3</sup>. Na falta de resultados de laboratório relativos à massa específica natural, não foi possível calcular os índices físicos do solo.

*Parâmetros de compactação*

Foram realizados 20 ensaios de compactação de amostras coletadas na área industrial e 3 na área de alojamentos das empreiteiras, utilizando amostras coletadas em furos de sondagens a trado (profundidades variando de 0 a 6 m) e em 2 poços de inspeção.

Devido à importância do controle de compactação no campo, tais parâmetros devem estar bem relacionados com outras propriedades do solo (tais como Índice de Plasticidade - IP e umidade natural), bem como com a profundidade. O quadro 8.11, a seguir, apresenta um resumo das informações de interesse.

**QUADRO 8.11 - Parâmetros de compactação - Informações de interesse**

Origem da amostra	Profundidade (m)	Parâmetros de compactação		Umidade natural (média)	Desvio de umidade	% de finos
		Umidade ótima	Massa específica seca max.			
Industrial	2 a 4	21,6	1.688	21,3	+0,3	53%
		20,0	1.580		-1,3%	
		16,7	1.794		-4,6%	53%
		25,1	1.485		+3,8	82%
		22,0	1.649		+0,7	68%
	6 a 8	21,5	1.689	25,6	-4,1	
	0 a 2	20,7	1.668	20,9	-0,2	58%
		30,2	1.494		+9,3	
		23,3	1.614		+2,4	
		22,4	1.612		+1,5	
18,7		1.809	-0,1%			
4 a 6	21,6	1.518	21,7	-0,1	79%	
	19,7	1.681		-2,0		
1 a 1,15	25,0	1.580		+2,3		
	22,1	1.391				
	24,3	1.199				
2,50 a 2,65	24,3	1.424				
	19,8	1.193				
Alojamentos	1 a 2	24,6	1.588	24,1	+0,5	61
		19,7	1.675		-4,4	61%
	3 a 4	19,3	1.660	19,4	-0,1	57%

**NOTAS:**

- 1) Desvios de umidade positivos significam necessidade de irrigar o solo e negativos indicam a necessidade de se fazer à secagem.
- 2) Serão tolerados desvios de umidade de (+) ou (-) 2% em torno da umidade ótima.

Com base nos resultados obtidos através dos ensaios de laboratório, pode-se concluir:

- Os solos ensaiados têm comportamento plástico, com IP variando de 16,5 a 28,3%;
- Considerando-se os elevados valores de IP e Limite de Liquidez - LL, conclui-se que os solos até a profundidade de 6 m podem ser classificados dentro dos grupos CL e CH (em geral, muito compressíveis). Uma característica bastante favorável dos solos dos grupos CL e CH diz respeito a drenabilidade, isto é, em geral têm baixo coeficiente de permeabilidade e funcionam bem como barreira geológica para proteção de aquíferos;
- Considerando-se que o desvio de umidade em torno da ótima pode ser estabelecido como 2%, a grande maioria dos solos superficiais amostrados indica que não há necessidade de se corrigir a umidade natural (secagem ou irrigação), o que favorece os controles de campo no ato de execução do aterro.

## ***Justificativa de Projeto***

Para a implantação do complexo de mineração e beneficiamento da jazida do Salobo será necessária a construção de edificações, pontes, barragens, central de manutenção, estradas, etc. Em sua fase de operação, além das atividades de mineração, serão necessários serviços de apoio operacional como refeitórios, vestiários, ambulatório, etc. Todas estas atividades, tanto da fase de implantação, quanto da fase de operação do empreendimento, serão responsáveis pela geração de resíduos.

Tendo em vista que a mina e planta de beneficiamento do Projeto Salobo estão inseridas em uma Floresta Nacional, torna-se necessária à implantação de um sistema eficiente para o gerenciamento dos resíduos sólidos no qual a destinação final tem papel importante para evitar danos ao meio ambiente (como contaminação de solos e águas subterrâneas e superficiais). A concepção de Aterro Sanitário para destinação final dos resíduos minimiza os impactos ambientais ocasionados pela deposição de resíduos no solo, a medida que neste sistema são realizados os serviços de tratamento de chorume, drenagem superficial, drenagem do gás, impermeabilização das camadas superiores e inferiores, além de um controle tecnológico realizado durante toda a fase de operação do Aterro.

## ***Especificação dos Elementos de Projeto***

### *Dimensionamento do aterro*

O aterro sanitário foi dimensionado para receber resíduos por um período de 36 anos. Seu dimensionamento levou em consideração a estimativa da quantidade de resíduos a serem gerados na fase de operação, além de um acréscimo de 12%, como margem de segurança, relativo aos resíduos a serem gerados na fase de implantação que, conforme citado anteriormente, não puderam ser quantificados.

Assim, o volume a ser aterrado, considerando-se apenas os resíduos da fase de operação do empreendimento, é de 29.461m<sup>3</sup>, acrescentando-se 3.572 m<sup>3</sup> relativos à fase de implantação, tem-se um volume de 33.033 m<sup>3</sup>. A este valor, foi ainda acrescido 10%, referente à terra de recobrimento, pois, diariamente os resíduos serão compactados e recobertos com 15 cm de terra. Com isto, a capacidade total do aterro deverá ser de 36.336 m<sup>3</sup>.

Para os cálculos, foi usada a expressão:

**$V = (H/3) \cdot [A + B + (A \cdot B)^{0,5}]$ , onde:**

- H= altura da pilha, igual a 3,0 metros
- A= área de projeção da pilha (base inferior)
- B= área do topo da pilha (base superior)

Aplicando-se esta equação ao dimensionamento, foram encontrados os seguintes volumes:

- Plataforma 1:  $V1 = 22.691 \text{ m}^3$
- Plataforma 2:  $V2 = 13.645 \text{ m}^3$
- Volume total:  $VT = 36.336 \text{ m}^3$

Os cálculos partem do pressuposto que o resíduo compactado sofrerá uma redução de volume na proporção de 3:1. Para tanto, a compactação deverá ser feita por trator de esteiras em camadas com altura máxima de 0,60 m, ou manual com altura máxima das camadas de 0,20 m. Em cada jornada de trabalho, numa mesma frente de operação, as camadas compactadas se superporão até acumular uma altura total de 1,50m, seguida da colocação de uma camada de terra compactada de 0,15 m. A repetição deste ciclo, por três vezes, formará então uma plataforma individual com 5 m de altura.

A drenagem de águas pluviais será feita por um sistema permanente (canaletas de concreto pré-moldadas, em seção  $\frac{1}{2}$  cana (DN=0,3m)) a ser construído progressivamente, à medida do avanço do aterro. Previamente, a área do entorno será drenada, mediante a construção de valetas de terra, cujas vazões desaguarão numa bacia de armazenamento e infiltração.

### **Operação do Aterro**

#### *Materiais e serviços*

No anexo 3 são apresentadas especificações de materiais e serviços relacionados aos sistemas de armazenamento e disposição de resíduos propostos, a saber:

- Terraplenagem: Empréstimos;
- Terraplenagem: Cortes;
- Terraplenagem: aterros compactados;
- Drenagem superficial: canaletas de concreto (longitudinal e transversal), caixas coletoras ou de passagem, descidas d'água e dissipadores de energia;
- Proteção Vegetal;
- Estruturas Metálicas e piso;
- Sinalização, cerca e estruturas de apoio;
- Drenagem de Chorume;
- Drenagem do Gás..

#### *Controle Tecnológico*

- No Plano de Controle Ambiental, será apresentado um levantamento da área de influência do aterro sanitário, em termos de qualidade de coleções hídricas superficiais e subterrâneas e um plano de monitoramento a ser executado durante e após a operação do aterro sanitário;
- Será realizado um Plano, de inspeção e manutenção dos sistemas de drenagem, impermeabilização, tratamento e outros;
- Durante a operação do aterro e após a conclusão, será realizadas medições do recalque, o método de medição será apresentado no Planos de Monitoramento do PCA;

- Serão instalados poços de monitoramento, um poço a montante e três poços a jusante da área de disposição e armazenamento de resíduos, conforme orientação da norma NBR 13.895/97 - Construção de poços de monitoramento e amostragem, a fim de se certificar da eficácia das medidas de controle implementadas.

O detalhamento do monitoramento será apresentado em programa específico, Programa de Monitoramento, que acompanha o Plano de Controle Ambiental preconizado para o empreendimento da Salobo Metais SA.

### ***Resíduos a serem compostados***

A compostagem é um processo de reciclagem de matéria orgânica que propicia um destino útil para os resíduos orgânicos, evitando sua acumulação em aterros. O produto da compostagem, conhecido como “composto”, é um adubo orgânico que pode ser largamente utilizado em jardins e hortas, evitando o uso de fertilizantes sintéticos.

Tendo em vista que no Projeto Salobo será gerada grande quantidade de resíduos orgânicos (resíduos de alimentação, resíduos de limpeza e manutenção de áreas verdes) tanto na fase de sua implantação, quanto na fase de sua implantação, justifica-se a utilização da prática da compostagem.

A produção do composto orgânico na área do empreendimento é duplamente eficaz, pois permite a sua utilização integral nos planos de reflorestamento previstos, além de contribuir para a redução do volume total de resíduos a ser disposto no aterro, aumento assim sua vida útil.

A compostagem trata-se da decomposição biológica do conteúdo orgânico dos resíduos, sob condições controladas. Isto é, trata-se de um processo aeróbico controlado, desenvolvido por uma colônia mista de microrganismos e efetuado em duas fases distintas. Na primeira fase ocorrem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas, predominantemente termofílicas (fase de estabilização dos compostos orgânicos solúveis e eliminação dos organismos patogênicos). Na segunda, ocorre o processo de humificação (fase de maturação, com liberação temporária de fitotoxinas e produção de matéria orgânica mineral biologicamente estabilizada).

O composto orgânico é formado após o decurso das duas fases, num período de aproximadamente 120 dias.

As leiras a serem formadas no pátio de compostagem precisarão de cuidados especiais, a saber:

- Sua temperatura deve estar entre 45°C e 55°C;
- Deve-se promover a aeração das leiras, através de reviramentos a cada 3 dias durante os 30 primeiros dias, e a cada 6 dias até o fim da primeira fase (termofílica);
- O teor de umidade não deve sair da faixa entre 40% e 60% (idealmente em torno de 55%). Em geral, a correção de umidade, quando em excesso, pode ser feita pela incorporação de serragem seca, solo, ou materiais fibrosos (palha, por exemplo);

- A taxa carbono/nitrogênio deve ser da ordem de 30 a 40:1. Excesso de carbono (muita folhagem, por exemplo) pode propiciar um composto ácido, às vezes inadequado para o solo.
- O tamanho das partículas deve estar na faixa entre 2 e 5 cm, o que em geral demanda a existência de um equipamento mecânico do tipo triturador ou picagalhos;
- O pH, para atender às necessidades orgânicas das colônias de bactérias, deve se situar entre 6 e 7,5. No entanto, ao final da compostagem, o pH tende a ficar na faixa alcalina, variando de 7,5 a 9,0.

O dimensionamento do pátio de compostagem foi feito para um ciclo de 120 dias, considerando-se a quantificação dos resíduos a serem gerados na fase de operação, ou seja:

- Resíduos de alimentação: 150 t/ano ou 428,57 m<sup>3</sup>/ano\* ou 141 m<sup>3</sup>/120 dias;
- Resíduos de limpeza e manutenção de áreas verdes: 354 t/ano ou 1.011,42 m<sup>3</sup>/ano\* ou 333 m<sup>3</sup>/120 dias.

\* considerando-se uma densidade de 0,35 t/m<sup>3</sup>

Assim, considerou-se um volume total de 474 m<sup>3</sup>. Nestas condições, o volume médio diário será 3,95 m<sup>3</sup>. Admite-se que este material seja empilhado em forma de leira, possuindo aproximadamente 2,7 m de largura e 1,5 m de altura. Então o volume de cada metro da leira será de 4 m<sup>3</sup>.

Considerando que serão implantadas 8 leiras, cada uma receberá material durante 15 dias. De acordo com estas considerações serão implantadas leiras com aproximadamente 14,6 m de comprimento.

É necessário um espaçamento de 4 m entre as leiras para o revolvimento e admitindo que serão feitas duas fileiras com quatro leiras cada; as dimensões do pátio de compostagem serão:

- Comprimento do pátio incluindo duas faixas de 3 metros nos extremos: 39 m.
- Largura do pátio incluindo duas faixas de 3 metros nos extremos: 30 m.

O pátio de compostagem será impermeabilizado e o líquido percolado será unificado ao líquido percolado do aterro, para que estes tenham o mesmo destino final.

O pátio de compostagem será localizado próximo à área do depósito de resíduos e do aterro sanitário.

### ***Previsão para usos da Área do Aterro Sanitário***

A área destinada ao Aterro Sanitário, após a saturação do mesmo poderá ser transformada em local de recreação e lazer, com a execução de dois campos de futebol, que poderão ser utilizados pelo efetivo da Mina.

A possibilidade de adequação futura para a área do aterro sanitário como campo de futebol, foi possível devido ao sistema de compactação previsto para as camadas de resíduo do Aterro, já descritas anteriormente.

## **Memorial Técnico**

Impõem-se aos aterros sanitários, inicialmente, dois sistemas de drenagem de líquidos, um para desviar da área de operação do aterro as águas pluviais e outro para drenar o chorume para um ponto de captação e posterior tratamento ou destinação final. Paralelamente são adotados também os sistemas de drenagem de biogás, que favorecem a segurança e a estabilidade do aterro sanitário.

Três são, portanto, os sistemas de drenagens indicados para o aterro sanitário:

- drenagem superficial ou de águas pluviais;
- drenagem de líquido percolado ou chorume;
- drenagem do biogás.

### **Sistema de Drenagem Superficial**

A drenagem superficial tem como objetivo evitar transtornos operacionais ou o aumento da produção de líquido percolado. A solução mais simples para esse tipo de drenagem é a execução de canaletas com declividade superior ou igual a 2% para as laterais do terreno, conduzindo toda a água canalizada para ponto distante, onde não cause transtornos ao aterro.

A drenagem de águas pluviais pode ser de caráter provisório ou permanente. A drenagem provisória tem por finalidade permitir a execução do aterro sob qualquer condição climática. Quando há condições, parte desta rede pode futuramente ser usada para drenagem de chorume ou drenagem superficial permanente.

A drenagem permanente tem como finalidade interceptar e desviar o escoamento superficial da área do aterro já concluído.

O dimensionamento da rede de drenagem das águas pluviais implica no conhecimento prévio da vazão contribuinte.

Para este dimensionamento, foi utilizada a fórmula racional para cálculo da vazão de demanda do sistema, ou seja:

$$Q = 0,1667 C.I.A \text{ (I em mm/min, A em hectares e Q em m}^3\text{/s).}$$

Por outro lado, o dimensionamento foi feito com a fórmula de Chézy-Manning:

$$Q = (ARH^{2/3} \cdot i^{0,5})/n$$

A partir desta fórmula, se deduz que a velocidade de escoamento é dada por:

$$v = RH^{2/3} \cdot i^{0,5}/n$$

As velocidades de projeto de cada elemento do sistema serão comparadas com a velocidade admissível do concreto, isto é,  $v_{\max} = 4$  m/s. Como norma, adotar-se-á uma caixa de passagem em cada ponto de deflexão horizontal (com dimensões de 60 x 60 x 60 cm). No caso de velocidades superiores a 11 m/s, as canaletas serão substituídas por descidas d'água em degraus (dissipadores de energia).

Devido à relativa simplicidade do projeto, os dados de entrada serão adotados como segue:

- Período de retorno = 36 anos;
- Duração = 5 minutos;
- Intensidade de chuva para a duração e período de retorno acima, obtidos através de registros do posto de Alto Tapajós = 4,850 mm/min;
- Área a ser drenada = 1,7 hectares, subdividida em 4 áreas iguais, para 4 sistemas individuais, isto é, área para estimativa das vazões igual a 0,425 hectares;
- Coeficiente de deflúvio superficial,  $C=0,25$ .

Assim, tem-se:

$$Q = 0,1667.C.I.A = 0,1667 \times 0,25 \times 4,850 \times 0,425 = 0,086 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Como as canaletas foram pré-dimensionadas ( $DN=0,3$  m), cabe aqui uma simples verificação da capacidade de descarga desses elementos para confirmação da dimensão adotada. Pela fórmula de Bandini tem-se:

$$F = nQ/10,5$$

Com  $i = 0,015$  (1,5% de declividade de fundo) e coeficiente de rugosidade de Manning,  $n=0,013$ , tem-se que:  $F = 0,013 \times 0,086/0,0150,5 = 0,0091$

Para as canaletas trabalhando com a seção máxima, a relação  $X/D=0,5$ , pelas tabelas de Bandini, tem-se que o valor de  $F$  poderia ser da ordem de 6,29 (donde se conclui que a seção comporta uma vazão bem superior à de projeto).

A velocidade de escoamento será:

$$v = RH^{2/3} \times i^{0,5}/n = 0,0750,67 \times 0,0150,5/0,013 = 1,66 \text{ m/s} \text{ (valor inferior ao admitido pelo concreto)}$$

Quando  $i=0,4$  (caso dos taludes do aterro), a velocidade será:

$$v = 0,0750,67 \times 0,40,5/0,013 = 8,6 \text{ m/s}$$

Embora ainda inferior ao limite recomendado para uso de descidas d'água em degraus, seu emprego foi admitido por segurança.

Os detalhes dos dispositivos de drenagem pluvial a serem adotados são apresentados nos desenhos de projeto.

### ***Sistema de Drenagem, Remoção e Tratamento do Percolado***

Os aterros sanitários para recebimento de resíduos estão sujeitos, pela própria composição, a produção de chorume e do biogás, resultantes da decomposição biológica dos componentes orgânicos, razão pela qual cuidados especiais devem ser dispensados à drenagem desses subprodutos e ao seu destino adequado.

O chorume, produto da decomposição, e da dissolução em água de constituição do solo, é formado de enzimas expelidas pelas bactérias, que dão origem a um líquido de cor negra, mal cheiroso, com grandes concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio- DBO.

Quando o chorume é atingido pelas águas pluviais, aumenta a sua diluição, dando origem ao líquido percolado que, dependendo do volume e concentração, pode causar problemas operacionais, contaminar o solo, as águas subterrâneas ou cursos d' água.

O volume do líquido percolado depende fundamentalmente de fatores como:

- umidade natural do lixo;
- Precipitação na área do aterro;
- escoamento superficial e/ou infiltração subterrânea;
- grau de compactação; e
- capacidade do solo de reter umidade.

Com a interferência de tantas variáveis e devido às diferentes condições de localização e operação dos aterros sanitários, o volume de líquido percolado deve ser calculado para cada caso particular, podendo, no entanto, com relativa aproximação, estimar-se essa produção tendo-se como base a precipitação média anual contribuinte à área do aterro.

Assim, para aterros sanitários fracamente compactados (peso específico de 0,4 a 0,7 t/ m<sup>3</sup>) estima-se uma produção de chorume de 25% a 50% da precipitação média anual contribuinte à área do aterro; para aterros fortemente compactados (peso específico maior ou igual a 0,7 t/ m<sup>3</sup>) estima-se uma produção de chorume de 15 a 25% da precipitação média anual contribuinte à área do aterro.

Neste projeto conceitual, para cálculo da quantidade de chorume que será produzido no aterro sanitário da SALOBO METAIS S.A. foi considerado um aterro sanitário fracamente compactado com um peso específico de 0,5 t/ m<sup>3</sup>.

A fórmula para cálculo da quantidade de chorume produzida é a seguinte:

$$Q = P \times A \times K / t$$

- Q= vazão média do líquido percolado (l/s);
- P= precipitação média anual (mm);
- A= área do aterro (m<sup>2</sup>)
- T= número de segundos em um ano (31.536.000 s)
- K= coeficiente, que depende do grau de compactação o aterro.

Para o aterro sanitário do Projeto Salobo termos uma vazão total de percolado de 0,15 l/s (aterro+ pátio de compostagem).

Utilizando-se eficiente sistema de drenagem de águas superficiais, o líquido percolado se restringe apenas ao chorume, cuja produção, na maioria das vezes, é de pequeno volume.

O chorume deverá ser drenado, coletado e tratado.

O sistema de drenagem do líquido percolado é formado por drenos horizontais, em forma de espinha de peixe, convergentes, radiais ou de outras formas. São drenos executados com auxílio de retro-escavadeiras e se constituem de uma vala preenchida com brita nº 3 ou 4, com declividade de função não inferior a 1% em direção ao ponto de captação de chorume ou diretamente a um sistema de tratamento. A profundidade dos drenos depende do número de camadas de lixo/ terra previstas no projeto. Com relativa segurança será adotada uma vala com seção aproximada de 60 x 60 cm, enchidas com brita até altura de 45 cm, coberta com uma camada de material sintético ou capim seco, como folhas de coqueiro.

A drenagem, captação e tratamento do chorume ou líquido percolado é uma das fases mais difíceis da operação do aterro sanitário.

Em decorrência das altas concentrações de material sólido no líquido a ser tratado, os processos de tratamento estritamente químicos tornam-se bastante onerosos. Considerando a semelhança de características do chorume ou líquido percolado com o esgoto doméstico, sendo o primeiro composto de grande percentual de matéria orgânica biodegradável de difícil decantação, para melhorar a qualidade dos efluentes dos aterros é recomendado para o tratamento do percolado do aterro sanitário da SALOBO METAIS S.A. um reator anaeróbio de fluxo ascendente, com tratamento complementar através de Lagoa Aeróbia.

Este processo é recomendado pela elevada eficiência, baixo custo de construção, pela operação e manutenção fácil e econômica, se comparadas com a maioria dos processos convencionais de tratamento de esgoto.

O chorume no Brasil em geral possui DBO até 5.000 mg/L. Com o sistema de coleta seletiva, compostagem e conseqüente redução dos elementos orgânicos a se dispor e as características do lixo da salobo metais s.a, a DBO do chorume deverá ser de 2000 a 3000 mg/L (vamos adotar DBO de 3000 mg/L).

O sistema de tratamento preliminar seguido de RAFA, foi pré-dimensionado para remover 70% da DBO. Para efeito de cálculo, será considerado o sistema operando com 50% de eficácia na remoção da DBO. A Lagoa Aeróbia fará o tratamento complementar com eficácia de 85%..

A digestão anaeróbia é o processo em que compostos orgânicos são degradados formando, em última análise, gás metano (CH<sub>4</sub>) e gás carbônico (CO<sub>2</sub>). A digestão anaeróbia pode ocorrer em diversas situações, como em processos de tratamento de águas residuárias e na Disposição de Resíduos Sólidos.

Na natureza, processos naturais de digestão anaeróbia ocorrem principalmente nas coleções hídricas lânticas, tais como lagos e rios de baixa velocidade de escoamento, quando há excesso de carga orgânica presente.

Nestes casos, os mecanismos de aeração ou reaeração das águas é insuficiente para suprir a demanda de oxigênio dos processos bioquímicos de degradação da matéria orgânica presente, passando então a prevalecer os processos de digestão anaeróbia.

Este processo apresenta uma evolução em dois estágios. No primeiro, caracterizado pela presença de bactérias anaeróbias acidogênicas, a estrutura mais complexa dos compostos orgânicos é transformada em compostos de estrutura mais simples, principalmente ácidos voláteis. Este estágio prepara caminho para a real degradação da matéria orgânica, que ocorre no segundo estágio. No segundo estágio, os ácidos resultantes do início do processo são degradados por um grupo de bactérias denominadas metanogênicas, que são anaeróbias estritas. Elas transformam esse substrato em gás carbônico e metano, completando o ciclo da digestão anaeróbia.

As características das bactérias presentes no primeiro e no segundo estágios são bastante diferenciadas. As taxas de crescimento bacteriano são menores nas metanogênicas, visto que elas são responsáveis pela maior parte do processo de degradação da matéria orgânica. As restritas condições ambientais (pH, alcalinidade, nutrientes, dentre outras) condicionam a sobrevivência de cada grupo de bactérias e a manutenção da cinética de degradação por elas propiciada.

Estas características evidenciam que os sistemas que se propõem a tratar efluentes pela via anaeróbia são bastante sensíveis, demandando um constante acompanhamento do desenvolvimento do processo, tanto na fase de projeto quanto na operacional.

Todo processo biológico é econômico se tiver condições de ser operado com baixos tempos de detenção hidráulica e tempo de retenção celular longo, o suficiente para permitir o crescimento adequado de microorganismos.

O desenvolvimento dos processos de alta taxa, nos quais ocorre um grande crescimento de biomassa ativa que permanece nos reatores, independentemente do tempo de detenção hidráulica, foi um grande passo para a solução da questão.

Dentre os principais tipos de processos de alta taxa, podem ser destacados dois grupos: o primeiro, que apresenta um crescimento bacteriano aderido e pode ser dividido em processos de leito fixo e de leito expandido; e os que apresentam crescimento bacteriano disperso. Os reatores anaeróbios de fluxo ascendente, normalmente conhecidos como RAFA, fazem parte do grupo de crescimento bacteriano disperso.

O RAFA é uma estrutura de compartimentos superpostos. O compartimento de digestão está localizado na parte inferior do tanque e o de decantação na parte superior.

A primeira etapa do processo será composta de um gradeamento (decantador primário), de um sistema de desarenação e de um medidor de vazão.

A segunda etapa será composta de um reator anaeróbio de fluxo ascendente dotado de câmara de decantação.

A primeira etapa do processo, denominada tratamento preliminar, visa adequar os “esgotos” (chorume) para seu tratamento no RAFA. A retirada de materiais grosseiros no gradeamento e a retenção de partículas de maior diâmetro em suspensão no sistema de desarenação são fundamentais para o bom desempenho do RAFA. As condições topográficas permitem que os “esgotos” possam ser aduzidos por gravidade à parte superior do RAFA. Neste caso será implantado um canal de chegada, onde as unidades que compõem o tratamento preliminar possam ser dispostas em série: gradeamento ou decantação, desarenação e medidor de vazão.

A segunda etapa do processo será composta de um RAFA, e se constitui na principal etapa do tratamento. Os afluentes entrarão no RAFA na parte superior, através de tubulações distribuidoras de fluxo, serão conduzidas ao fundo do reator.

Os esgotos (chorume) serão processados e mineralizados no RAFA, ascendendo então a câmara de decantação. Os sólidos nela retidos retornarão ao reator através de abertura em sua parte inferior. Os esgotos (chorume) decantados verterão para a canaleta efluente e, em seguida, serão encaminhados para a Lagoa Aeróbia. O efluente da Lagoa será encaminhado para o corpo receptor. O lodo do RAFA será encaminhado ao leito de secagem e o efluente líquido do leito de secagem para o sumidouro. O lodo proveniente das unidades acima será tratado na unidade de secagem de lodos e disposto posteriormente no próprio aterro.

O RAFA previsto para a área deverá tratar o chorume produzido pelo aterro sanitário e o chorume coletado no Pátio de Compostagem.

A Lagoa Aeróbia, tem por finalidade complementar o tratamento do efluente do Reator Anaeróbio, permitindo o lançamento do efluente final no corpo receptor.

O dimensionamento da Lagoa Aeróbia, será realizado para tempo de detenção de 30 dias, lâmina d'água de 1,40 m e taxa de aplicação superficial de 200 KgDBO/ha d.

### ***Sistema de Drenagem de Gás***

Em um aterro sanitário para que haja significativa produção de biogás é necessário dotar as bactérias metanogênicas de condições favoráveis à sua reprodução, uma vez que elas são bastante sensíveis às variações ambientais.

Dentre essas condições situam-se:

- a ausência estrita de oxigênio;
- a temperatura na faixa de 30° C a 35° C;
- a umidade dos resíduos superior a 40 %;
- o pH na faixa de 6,4 a 7,6;
- os resíduos aterrados ricos em matéria orgânica; e
- a ausência de metais pesados e de substâncias tóxicas.

A produção do biogás depende dos fatores supracitados como também da decomposição do lixo e da técnica de aterragem.

Considerando que o biogás é composto praticamente de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, cada mol destes gases possui um átomo de carbono e ocupa 22,41 nas condições normais de temperatura e pressão.

De acordo com a equação  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3CH_4 + 3CO_2$  cada átomo e carbono (1 átomo grama = 12 g) passíveis de fermentação produziria um mol de biogás. A quantidade específica de biogás seria dada por:

$$V_g = \frac{22,4}{0,012} \frac{Nm^3 \text{ biogás}}{t \text{ carbono}} \frac{C (t \text{ carbono})}{t \text{ lixo}}$$

$$(1) V_g = 1.867 \times C \frac{Nm^3 \text{ biogás}}{t \text{ lixo}}; \quad \text{sendo}$$

$V_g$  = volume específico de biogás

$t$  = tonelada

$C$  = fração de carbono passível de sofrer decomposição anaeróbia

$$(2) C = \left( \frac{100 - U}{100} \right) \times \frac{M \times C}{m \times c} \times C; \quad \text{sendo}$$

$U$  = umidade dos resíduos

$MC$  = percentagem de matéria compostável nos resíduos (matéria orgânica)

$mc$  = percentagem de matéria combustível dos resíduos

$C$  = percentagem de carbono (base seca)

O biogás, decorrente da decomposição biológica do lixo é composto praticamente de CO<sub>2</sub> e de CH<sub>4</sub>, que é inflamável.

O controle da geração e migração desses gases deve ser realizado através de adequado sistema de drenagem vertical, preferencialmente conectada com a drenagem horizontal de chorume.

O aterro sanitário do Projeto Salobo foi projetado com finalidade apenas sanitária, o dreno de biogás pode, com grande eficiência, dispensar o uso de tubo perfurado revestido por uma camisa de brita, usada nos aterro para fins energéticos.

O dreno de biogás simplificado consiste em “chaminés” verticais de brita, construídas progressivamente, concomitante com a execução do próprio aterro.

A execução desses drenos deverá ser feita com auxílio de tubos de aço, espessura 1/8”, diâmetro de 35 cm a 300 cm de comprimento, colocados verticalmente no aterro e enchidos com brita nº3 ou 4. À medida que as camadas de lixo em sua volta venham se sucedendo, os tubos são progressivamente içados pelo trator, através de alças dispostas em sua extremidade superior, deixando na massa de lixo a “chaminé” de brita, caminho preferencial de percolação dos gases através do lixo em seu movimento ascendente.

Um outro sistema de dreno de biogás é o formado pela superposição de tubos perfurados de concreto revestidos de brita, que atravessam no sentido vertical todo o aterro desde o dreno de chorume até a camada superior, como se fossem chaminés.

O espaçamento entre drenos é função da característica do aterro. Recomenda-se a instalação distanciada de 30 a 50 m entre drenos e, quando não há captação do biogás, os gases devem ser queimados na extremidade do dreno com a finalidade de evitar maus odores.

### ***Impermeabilização Inferior e Superior***

Para evitar a poluição dos recursos hídricos pela lixiviação do percolado são adotadas impermeabilizações. A impermeabilização da parte inferior do aterro sanitário deverá ser realizada pelo uso de camadas de solo impermeável, a exemplo da argila, ou pela aplicação de lençóis impermeabilizantes, utilizando-se resinas asfálticas ou membranas plásticas, como por exemplo o Bidim ou Hypalon ou Geomembrana.

Esta proteção e vedação da superfície do aterro é fundamental para evitar a difusão superficial do biogás e manter o controle contra vetores de doenças e prevenir erosões.

A cobertura da camada final do aterro sanitário deverá dispor de aproximadamente 60 cm de altura de terra compactada com declividade uniforme de pelo menos 1%, para evitar formação de poças e infiltração de água no seu interior.

O acabamento final com uma terra de maior altura visa prevenir os efeitos da erosão e proteger o aterro da presença e proliferação de vetores de doenças, como: moscas, mosquitos, baratas e ratos.

Qualquer que seja o método ou tipo de aterro, o sistema de execução é fundamentalmente o mesmo, consistindo na execução de drenagens, confinamento dos resíduos em células, recobrimento diário com material de cobertura, destinação do chorume e do biogás.

A definição da altura das células de lixo e a cobertura com terra é determinada considerando-se o futuro uso da área, o método de operação mais conveniente em função das condições topográficas e a perspectiva de captação e aproveitamento do biogás.

Como a previsão do futuro uso da área aterrada será para fins recreativos e área verde, o aterro sanitário do Projeto Salobo deverá ter células de 60 cm de lixo e recobrimento de 15 cm de terra, obedecendo, após a compactação, a uma relação lixo compactado/ terra compactada da ordem de 4:1.

Não existe a fixação de um número exato de células que poderão ser sobrepostas. Recomenda-se que o início de operação da primeira célula esteja em cota acima, no mínimo, de 3 metros do nível do lençol d'água subterrânea e para a superfície final da célula superior, prevalece a cota que está determinada no projeto.

A camada de solo compactado funcionará como uma barreira-reserva em caso de alguma falha do sistema de impermeabilização artificial constituído por *liner* geossintético. Assumindo a validade da lei de Darcy, teoricamente poder-se-ia conceber que um filete fluido, em percolação vertical, percorresse uma determinada espessura de solo (H), dada por:

$$H = k.t$$

Tomando-se  $k = 1 \times 10^{-7}$  cm/s (como se supõe dentro das recomendações da ABNT) e para uma espessura de 0,70 m, teríamos:

$$t = (70/10^{-7}) \times (1/83.600 \times 365) = 22,9 \text{ anos}$$

No entanto, se considerarmos a porosidade efetiva ( $n=0,40$ ) e um gradiente hidráulico para lâmina de líquido percolado de 0,5 m ( $i=1,2/0,7=1,71$ ), temos:

$$H = k.i.n.t \text{ ou } t = H/k.i.n = 70/(10^{-7} \times 1,71 \times 0,40) \times (1/365 \times 83.600) = 33,5 \text{ anos}$$

Este valor é mais realista, pois considera um comportamento mais típico do solo quanto à infiltração em terrenos compactados.

O projeto básico do aterro é apresentado no desenho 2 do anexo 2.

### **8.5.3 - Outras formas de disposição**

Os seguintes resíduos serão dispostos nas pilhas de estéril da mineração: estéril, minério marginal, minério oxidado, resíduos de amostras geológicas e entulho misto de construção.

Além disso, o rejeito de flotação será encaminhado para a barragem de rejeitos do empreendimento.

### **8.5.4 - Observação geral**

Tendo em vista que os dimensionamentos apresentados têm como base uma estimativa da geração de resíduos para a fase de operação do empreendimento e que para a fase de implantação não foi possível a obtenção de dados quantitativos, a implementação e operacionalização deste programa de gestão de resíduos devem ser constantemente avaliados, a fim de que sejam feitos os ajustes e adequações eventualmente necessários (como por exemplo à frequência do encaminhamento para destinação final dos resíduos armazenados no depósito temporário ou a abertura de novas células do aterro).

## **8.6 - Monitoramento**

O monitoramento deste programa está relacionado aos indicadores ambientais de qualidade do solo e das águas, superficiais e subterrâneas, nos locais susceptíveis aos impactos da disposição de resíduos.

Desta forma, serão instalados poços de monitoramento, um poço a montante e três poços a jusante da área de disposição e armazenamento de resíduos, conforme orientação da norma NBR 13.895/97 - Construção de poços de monitoramento e amostragem, a fim de se certificar da eficácia das medidas de controle implementadas.

Em relação às águas superficiais, deverão ser coletadas amostras do Igarapé Salobo a jusante da pilha de minério temporário e a montante do reservatório da BF 1, pelo lado norte da cava, e de nascentes do Igarapé Trator, a jusante dos diques de contenção de sólidos da pilha de estéril, ao sul da cava.

O detalhamento do monitoramento será apresentado em programa específico, Programa de Monitoramento, que acompanha o Plano de Controle Ambiental preconizado para o empreendimento da Salobo Metais SA.

## 9 - ATIVIDADES

O quadro 9.1, a seguir, apresenta as atividades a serem desenvolvidas em função da etapa do programa correspondente.

**QUADRO 9.1 - Atividades a serem desenvolvidas**

Etapa	Atividades
Inventário de resíduos	- Identificar, classificar e estimar a geração dos resíduos para as fases de implantação e operação do empreendimento
Transporte (interno e externo) de resíduos	- Efetuar o transporte interno dos resíduos, entre o local de sua geração e sua disposição dentro do empreendimento (depósito de resíduos, aterro sanitário, pátio de compostagem ou pilhas de estéril) - Efetuar o transporte externo dos resíduos, entre o depósito de resíduos e seu destino final, fora do empreendimento
Coleta e segregação de resíduos	- Implementar a coleta seletiva em todos os pontos geradores de resíduos do empreendimento, a fim de segregá-los - Efetuar a coleta diária dos resíduos em seus pontos de geração
Estocagem temporária de resíduos	- Armazenar temporariamente, de forma adequada, os resíduos que aguardam sua destinação final, fora do empreendimento - Promover a organização do depósito, de forma que se possa ter um controle rigoroso de entrada e saída de resíduos do depósito
Tratamento e disposição final de resíduos	- Definir a forma de tratamento e/ou disposição final de cada resíduo gerado pelo empreendimento - Estabelecer procedimentos operacionais para o aterro sanitário e para o pátio de compostagem - Organizar e programar a saída dos resíduos a serem dispostos fora do empreendimento
Medidas mitigadoras	- Implementar medidas mitigadoras contra a erosão: coleta e drenagem de águas pluviais, dispositivos de drenagem para dissipação de energia, revestimento ou recomposição vegetal, compactação de solos - Implementar medidas mitigadoras contra o assoreamento: sistema de sedimentação de finos (ao final da linha de drenagem), limpeza periódica das caixas de passagem - Implementar medidas mitigadoras contra a contaminação do solo: impermeabilização do aterro e do depósito de resíduos - Implementar medidas mitigadoras contra a contaminação de águas superficiais e subterrâneas: impermeabilização do aterro e do depósito de resíduos, coletar e as águas pluviais incidentes no aterro e no depósito de resíduos - Implementar medidas mitigadoras contra a remoção de vegetação: paisagismo - Implementar medidas mitigadoras contra o escorregamento de terra: cobertura vegetal, drenagem superficial periférica e interna - Implementar medidas mitigadoras contra a contaminação do ar: manutenção de veículos e equipamentos, pavimentação primária de vias, irrigação - Implementar medidas mitigadoras contra acidentes: regulamentação interna, sinalização, limpeza - Implementar medidas mitigadoras contra doenças operacionais: uso de EPI's, exames de controle
Monitoramento	- Implementar um programa de monitoramento visando controlar a qualidade do solo e águas subterrâneas e superficiais, nos locais susceptíveis à contaminação por resíduos

## **10 - CRONOGRAMA**

Este programa, como apresentado no documento de atendimento à condicionante 6 da Licença Prévia - Cronograma de implantação do empreendimento compatibilizado com os programas ambientais, será iniciado em fevereiro de 2004, antes do início das obras de infra-estrutura, continuando durante a operação do empreendimento que se iniciará em junho de 2008, estendendo-se até o fechamento da mina, em torno do ano de 2045.

## **11 - EQUIPE TÉCNICA**

Para a operacionalização do programa de gestão de resíduos será necessária a formação da seguinte equipe técnica:

- 1 coordenador de meio ambiente,
- 1 auxiliar administrativo;
- 1 encarregado do aterro, depósito de resíduos e pátio de compostagem;
- 3 funcionários para a operação do aterro, depósito de resíduos e pátio de compostagem;
- 1 motorista e 1 ajudante;
- 1 tratorista;
- 1 vigia;
- 1 laboratorista.

## **12 - INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS**

A implementação deste programa não requer o envolvimento de outras instituições, públicas ou privadas.

## **13 - PROGRAMAS CORRELATOS**

- Programa de desmate e decapeamento;
- Programa de gestão de águas e efluentes;
- Programa de controle de emissões atmosféricas;
- Programa de controle de erosão;
- Programa de controle de emergências ambientais;
- Programa de controle nosológico;
- Programa de recuperação de áreas degradadas;
- Programa de educação ambiental;
- Programa de monitoramento ambiental.

## **14 - ATENDIMENTO A REQUISITOS LEGAIS PARA SUA EFETIVA IMPLANTAÇÃO**

Para a implantação efetiva do Programa de Gestão de Resíduos, será necessária a obtenção da Licença de Instalação - LI para o empreendimento Salobo Metais S.A.

# ANEXOS

## **ANEXO 1 - RESULTADOS DA SONDAGEM SPT**

## ANEXO 2 - DESENHOS

TÍTULO					PLANTA DE SITUAÇÃO				
PROJETO					PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL - PCA				
EMPRESA					SALOBO METAIS S.A.				
		LOCAL / ÁREA			MARABÁ - PA			DESENHO Nº	
								1	
ELABORAÇÃO			DESENHISTA		DATA	REVISÃO Nº	ARTICULAÇÃO		
-			PAULO CAMPOS		MAI./03	00	1/1		
FONTE			ESCALA		ARQUIVO		PROJEÇÃO		
SALOBO METAIS S.A. - C091_LYT_E_ATE_02			1:7.500		SBML-A-001-096.DWG		UTM		

TÍTULO					LAYOUT GERAL - PLANTA DO ATERRO									
PROJETO										PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL - PCA				
EMPRESA										SALOBO METAIS S.A.				
			LOCAL / ÁREA					MARABÁ - PA		DESENHO Nº		2		
ELABORAÇÃO					DESENHISTA		DATA	REVISÃO Nº	ARTICULAÇÃO					
SALOBO METAIS S.A.					PAULO CAMPOS		MAI./03	00	1/1					
FONTE					ESCALA		ARQUIVO		PROJEÇÃO					
C091_LYT_E_ATE_02					INDICADA		SBML-A-001-098.DWG		UTM					

TÍTULO										DETALHES - RAFA, LEITO DE SECAGEM TRAT. PRELIMINARES, SUMIDOURO E LAGOA AERÓBIA				
PROJETO										PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL - PCA				
EMPRESA										SALOBO METAIS S.A.				
			LOCAL / ÁREA					MARABÁ - PA		DESENHO Nº		3		
ELABORAÇÃO					DESENHISTA		DATA	REVISÃO Nº	ARTICULAÇÃO					
-					PAULO CAMPOS		MAI./03	00	1/1					
FONTE					ESCALA		ARQUIVO		PROJEÇÃO					
SALOBO METAIS S.A. - C091_DET_E_SES_03					-		SBML-A-001-099.DWG		UTM					

TÍTULO				
DRENAGEM - PLANTA DRENAGEM SUPEFICIAL, CHORUME E GAS				
PROJETO				
PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL - PCA				
EMPRESA				
SALOBO METAIS S.A.				
	LOCAL / ÁREA			DESENHO Nº
	MARABÁ - PA			4
ELABORAÇÃO	DESENHISTA	DATA	REVISÃO Nº	ARTICULAÇÃO
-	PAULO CAMPOS	MAI./03	00	1/1
FONTE	ESCALA	ARQUIVO	PROJEÇÃO	
SALOBO METAIS S.A. - C091_PLA_E_DRE_04	-	SBML-A-001-100.DWG	UTM	

TÍTULO				
PÁTIO DE COMPOSTAGEM				
PROJETO				
PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL - PCA				
EMPRESA				
SALOBO METAIS S.A.				
	LOCAL / ÁREA			DESENHO Nº
	MARABÁ - PA			5
ELABORAÇÃO	DESENHISTA	DATA	REVISÃO Nº	ARTICULAÇÃO
-	PAULO CAMPOS	MAI./03	00	1/1
FONTE	ESCALA	ARQUIVO	PROJEÇÃO	
SALOBO METAIS S.A. - C091_PLA_E_SES_05	-	SBML-A-001-101.DWG	UTM	

TÍTULO					PLANTA - DEPOSITO TEMPORARIO DE RESÍDUOS									
PROJETO										PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL - PCA				
EMPRESA										SALOBO METAIS S.A.				
		LOCAL / ÁREA					MARABÁ - PA			DESENHO Nº		6		
ELABORAÇÃO				DESENHISTA		DATA		REVISÃO Nº		ARTICULAÇÃO				
-				PAULO CAMPOS		MAI./03		00		1/1				
FONTE				ESCALA		ARQUIVO		PROJEÇÃO						
SALOBO METAIS S.A. - C091_PLA_E_ARQ_06				INDICADA		SBML-A-001-102.DWG		UTM						

TÍTULO										PAISAGISMO BASICO				
PROJETO										PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL - PCA				
EMPRESA										SALOBO METAIS S.A.				
		LOCAL / ÁREA					MARABÁ - PA			DESENHO Nº		7		
ELABORAÇÃO				DESENHISTA		DATA		REVISÃO Nº		ARTICULAÇÃO				
-				PAULO CAMPOS		MAI./03		00		1/1				
FONTE				ESCALA		ARQUIVO		PROJEÇÃO						
SALOBO METAIS S.A. - C091_LYT_E_PAG_07				-		SBML-A-001-103.DWG		UTM						

## **ANEXO 3 - NORMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CVRD**

## **ANEXO 4 - CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO E UNIDADES ANEXAS**

## **ANEXO 5 - ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO E UNIDADES ANEXAS**



**Salobo**  
**Salobo Metais S.A.**

# **PROJETO SALOBO**

**MARABÁ - PA**

**LICENÇA DE INSTALAÇÃO - LI**

**PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL - PCA**

***PROGRAMA F - GESTÃO DE RESÍDUOS***

***DOCUMENTO 13/23***