

## Não excluir esta página

Requerimento de Licença Prévia - LP  
EIA - Central de Tratamento de Resíduos e Aterros de Resíduos Perigosos e Não Perigosos

Junho de 2009



3 - Caracterização do Empreendimento

## Preencher os campos abaixo

Coordenador:

Consultor:

Revisão Ortográfica por:

Data:

Formatado por:

Data:

Última Gravação por:

Data:

Obs:

# 3

## CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

---

<b>ÍNDICE</b>	<b>Pág.</b>
<b>3 Caracterização Do Empreendimento .....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Estudo Locacional .....	3-1
3.1.1 Justificativa para a Instalação do Empreendimento.....	3-1
3.1.2 Alternativas Locacionais .....	3-4
3.1.3 Localização, Dimensões e Situação Fundiária da Área Adotada .....	3-8
3.1.4 Justificativa da Alternativa Locacional .....	3-8
3.2 Caracterização dos Resíduos que Serão Recebidos na CTR-Industrial .....	3-11
3.2.1 Caracterização Qualitativa e Quantitativa .....	3-11
3.2.1.1 Caracterização Qualitativa .....	3-12
3.2.1.2 Caracterização Quantitativa .....	3-26
3.2.1.2.1 Inventário dos Resíduos .....	3-26
3.2.1.2.2 Projeção da Geração de Resíduos .....	3-31
3.3 Estudo do Tráfego.....	3-37
3.3.1 Breve Descrição da Gestão Existente no Município de Macaé de Resíduos Industriais.....	3-37
3.3.2 Previsão e Distribuição do Tráfego .....	3-39
3.3.2.1 Tráfego Existente .....	3-39
3.3.2.2 Tráfego Gerado .....	3-39
3.3.2.3 Distribuição do Tráfego dentro da Cidade de Macaé.....	3-41
3.3.2.3.1 Rota Principal.....	3-41
3.3.2.3.2 Rota Alternativa .....	3-41
3.3.2.4 Distribuição do Tráfego até a CTR-Industrial.....	3-42

3.4	Alternativas de Tratamento e Destino Final Adotadas .....	3-45
3.4.1	Encapsulamento - Solidificação / Estabilização .....	3-45
3.4.2	Disposição em Células .....	3-47
3.4.3	Blendagem / Co-processamento .....	3-48
3.4.4	Biopilhas .....	3-50
3.4.5	Biolavagem .....	3-51
3.4.6	Separador de Água e Óleo (SAO) .....	3-51
3.5	Caracterização Topográfica e Geotécnica da Área .....	3-52
3.5.1	Topografia.....	3-52
3.5.2	Caracterização Geotécnica .....	3-52
3.5.2.1	Perfil do Subsolo e Espessura dos Estratos.....	3-53
3.5.2.2	Granulometria, Índice de Vazios e Porosidade.....	3-53
3.5.2.3	Homogeneidade, Constante de Permeabilidade e Limite Líquido e de Plasticidade .....	3-54
3.5.2.4	Posição Dinâmica do Lençol Freático.....	3-55
3.6	Uso e Destinação Propostas para a Área e Edificações.....	3-56
3.6.1	Condicionantes para a Implantação do Empreendimento.....	3-56
3.6.2	Ocupação de Massa.....	3-60
3.6.2.1	Setor 1 .....	3-60
3.6.2.2	Setor 2 .....	3-61
3.6.2.3	Setor 3 .....	3-61
3.6.2.4	Setor 4.....	3-63
3.6.2.5	Setor 5 .....	3-65

3.6.2.6	Setor 6 .....	3-66
3.6.2.7	Setor 7 .....	3-67
3.6.2.8	Setor 8 .....	3-68
3.6.2.9	Setor 9 .....	3-68
3.6.2.10	Unidades Complementares .....	3-70
3.7	Projetos dos Sistemas e das Instalações .....	3-72
3.7.1	Projeto do Sistema Viário Interno.....	3-72
3.7.2	Projeto do Sistema de Drenagem de Águas Subsuperficiais .....	3-73
3.7.3	Projeto de Terraplenagem.....	3-74
3.7.3.1	Estudo de Estabilidade .....	3-75
3.7.3.2	Escavação e Aterramento .....	3-77
3.7.3.3	Balanceamento da Movimentação de Terra .....	3-78
3.7.4	Projeto do Sistema de Drenagem de Águas Superficiais.....	3-80
3.7.4.1	Dimensionamento do Sistema.....	3-80
3.7.4.2	Tipos de Dispositivos e Revestimentos .....	3-83
3.7.4.3	Ponto de Lançamento e Corpo Receptor .....	3-88
3.7.5	Projeto do Sistema de Drenagem de Percolado .....	3-88
3.7.5.1	Drenagem do Percolado das Células Industriais.....	3-89
3.7.5.2	Drenagem do Percolado dos Aterros de Inertes.....	3-89
3.7.5.3	Drenagem do Efluente do Tanque de Biolavagem/Descontaminação .....	3-90
3.7.6	Projeto do Sistema de Tratamento e Disposição do Percolado .....	3-90
3.7.6.1	Estimativa da Quantidade Produzida .....	3-90

3.7.6.2	Concepção dos Sistemas .....	3-93
3.7.6.3	Dimensionamento das Bacias de Acumulação .....	3-94
3.7.6.4	Destino Final do Efluente Tratado .....	3-94
<b>3.7.7</b>	<b>Projeto da Impermeabilização Inferior e Superior .....</b>	<b>3-95</b>
3.7.7.1	Células Industriais .....	3-95
3.7.7.2	Aterros de Inertes .....	3-96
3.7.7.3	Bacias .....	3-97
<b>3.7.8</b>	<b>Projeto do Sistema de Coleta e Remoção dos Gases Gerados .....</b>	<b>3-98</b>
<b>3.7.9</b>	<b>Projeto do Isolamento, Proteção e Sinalização da Área de Implantação .....</b>	<b>3-98</b>
3.7.9.1	Isolamento .....	3-98
3.7.9.2	Proteção .....	3-99
3.7.9.3	Sinalização .....	3-101
<b>3.7.10</b>	<b>Projeto das Edificações.....</b>	<b>3-101</b>
3.7.10.1	Concepção Arquitetônica .....	3-101
3.7.10.2	Projetos Estrutural, dos Acabamentos e da Cobertura .....	3-103
3.7.10.3	Projeto das Instalações Hidrosanitárias .....	3-104
3.7.10.4	Projetos das Instalações Elétricas, de Telefonia e de Iluminação .....	3-105
3.7.10.5	Projeto Paisagístico .....	3-107
<b>3.8</b>	<b>Implantação da CTR-Industrial .....</b>	<b>3-108</b>
<b>3.8.1</b>	<b>Etapa de Implantação .....</b>	<b>3-108</b>
<b>3.8.2</b>	<b>Etapa de Expansão .....</b>	<b>3-109</b>
<b>3.8.3</b>	<b>Cronograma de Implantação - Vida Útil .....</b>	<b>3-110</b>

3.9	Atividades Relativas à Construção .....	3-113
3.9.1	<b>Canteiro de Obras .....</b>	<b>3-113</b>
3.9.1.1	Instalações do Canteiro .....	3-113
3.9.1.2	Isolamento do Canteiro .....	3-113
3.9.1.3	Caminhos de Serviço .....	3-114
3.9.1.4	Quadro de Funcionários.....	3-114
3.9.1.5	Área de Vivência e de Apoio .....	3-114
3.9.1.6	Oficina e Sistemas de Controle .....	3-115
3.9.1.7	Sistema de Abastecimento de Água.....	3-116
3.9.1.8	Sistema de Esgotamento Sanitário .....	3-116
3.9.1.9	Sistema de Distribuição de Energia Elétrica.....	3-116
3.9.1.10	Desmobilização.....	3-116
3.9.2	<b>Mão-de-Obra .....</b>	<b>3-117</b>
3.9.3	<b>Materiais.....</b>	<b>3-117</b>
3.9.4	<b>Equipamentos e Técnicas Construtivas .....</b>	<b>3-117</b>
3.9.4.1	Equipamentos .....	3-117
3.9.4.2	Técnicas Construtivas .....	3-118
3.9.5	<b>Acompanhamento dos Serviços.....</b>	<b>3-133</b>
3.9.6	<b>Locais de Empréstimo e Bota-fora .....</b>	<b>3-134</b>
3.9.7	<b>Previsão de Tráfego.....</b>	<b>3-135</b>
3.9.8	<b>Cronograma de Obras.....</b>	<b>3-135</b>
3.10	Atividades Relativas à Operação.....	3-137

<b>3.10.1</b>	<b>Atividades de Controle .....</b>	<b>3-137</b>
3.10.1.1	Segregação, Acondicionamento e Identificação .....	3-137
3.10.1.2	Recebimento e Pesagem dos Resíduos .....	3-141
3.10.1.3	Armazenamento Temporário.....	3-142
3.10.1.4	Transporte Interno dos Resíduos .....	3-144
3.10.1.5	Transporte Externo dos Resíduos.....	3-144
3.10.1.6	Combate a Incêndios .....	3-144
3.10.1.7	Registros .....	3-145
<b>3.10.2</b>	<b>Atividades Operacionais.....</b>	<b>3-145</b>
3.10.2.1	Operação das Bacias e das Células Industriais .....	3-146
3.10.2.2	Operação dos Aterros de Inertes .....	3-147
3.10.2.3	Operação da Central de Sucatas e Entulho de Obra .....	3-149
<b>3.10.3</b>	<b>Mão-de-Obra - Operação .....</b>	<b>3-149</b>
<b>3.10.4</b>	<b>Fluxogramas Operacionais.....</b>	<b>3-150</b>
3.11	Atividades Relativas ao Monitoramento .....	3-169
<b>3.11.1</b>	<b>Monitoramento Ambiental .....</b>	<b>3-169</b>
3.11.1.1	Monitoramento das Águas Subterrâneas .....	3-169
3.11.1.2	Monitoramento das Águas Superficiais .....	3-171
3.11.1.3	Monitoramento dos Efluentes Líquidos.....	3-172
3.11.1.4	Monitoramento da Qualidade do Ar e da Emissão de Odor.....	3-173
<b>3.11.2</b>	<b>Monitoramento Geotécnico.....</b>	<b>3-177</b>
3.12	Atividades Relativas à Manutenção.....	3-178



3.12.1	Manutenção dos Sistemas Componentes da CTR-Industrial .....	3-178
3.12.2	Manutenção de Veículos e Equipamentos .....	3-181
3.13	Atividades Relativas ao Encerramento .....	3-181
3.13.1	Configuração Final da Área .....	3-181
3.13.2	Uso Futuro da Área .....	3-183
3.13.3	Vigilância .....	3-183
3.13.4	Controle Ambiental e Geotécnico .....	3-183
3.13.5	Controle da Recomposição Paisagística .....	3-183

## ANEXOS

Anexo 3.1 - Relatório Sobre Levantamento de Resíduos Industriais - Macaé/RJ

Anexo 3.2 - Distribuição do Tráfego dentro da Cidade de Macaé

Anexo 3.3 - Relatório da Sondagem Geotécnica

Anexo 3.4 - Uso e Ocupação da Área

Anexo 3.5 - Memória de Cálculo do Estudo de Estabilidade

Anexo 3.6 - Balanço Hídrico - Macaé/RJ

Anexo 3.7 - Manifesto Estabelecido pelo INEA

Anexo 3.8 - Configuração Final da Área

## **3 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

### **3.1 ESTUDO LOCACIONAL**

#### **3.1.1 Justificativa para a Instalação do Empreendimento**

O processo de industrialização gerou em todo o mundo de forma crescente, assim como no município de Macaé, grandes volumes de resíduos. Em muitos casos, os insumos e produtos finais contêm substâncias com diversas características de periculosidade para o meio ambiente e para a saúde humana.

Embora seja de conhecimento que as quantidades geradas de resíduos industriais só tendem a aumentar, principalmente em áreas de elevada concentração industrial, cenário este também configurado na região em estudo com ênfase no setor petrolífero, um ponto negativo nas questões relativas ao gerenciamento de resíduos industriais, desde a sua geração até a destinação final, é a escassez de informações referentes às quantidades geradas, tratadas e não tratadas, bem como das capacidades instaladas dos diversos sistemas e tecnologias de tratamento e destino final existentes.

A destinação dos resíduos industriais, líquidos e sólidos, é motivo de crescente preocupação das empresas e dos órgãos ambientais que, através de rigorosa fiscalização, tem obrigado as empresas a cuidados minuciosos com seus resíduos, durante todo o processo, desde sua correta classificação, tratamento, coleta, transporte, até a sua destinação final.

Atualmente, de acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos - ABETRE, o Brasil gera aproximadamente 2,9 milhões de toneladas de resíduos industriais perigosos por ano dos quais somente 28% desse total têm destino conhecido: 25% vai para aterros, 2,5% é co-processado e 0,5% é incinerado. Acredita-se que grande parte dos 72% restantes (estima-se algo em torno de um milhão de toneladas por ano) devam estar sendo depositados em lixões a céu aberto provocando contaminações no solo e no lençol freático, apesar da oferta de tecnologias de ponta em tratamento e destinação final.

Não obstante, conforme cita o Instituto de Educação Tecnológica - IETEC no seu Boletim nº 19, se há sérios problemas no país em relação à gestão dos resíduos industriais, o setor também oferece grandes oportunidades de negócios. Dados da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo - FIESP revelam que o mercado de tratamento e disposição

final de resíduos industriais é um dos segmentos da área de saneamento ambiental que deve apresentar maior crescimento nos próximos anos.

No âmbito estadual, a geração de resíduos industriais está praticamente concentrada num triângulo de aproximadamente 500 km de lado, ligando as cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Nessa região, que cobre parte dos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, estão concentrados quase 80% do PIB e 60% da população do país.

No Estado do Rio de Janeiro, segundo inventário de resíduos levantado pelo INEA, são geradas mensalmente pelas indústrias fluminenses algo em torno de 505.209,56 toneladas de resíduos industriais das quais 24.496,11 toneladas, aproximadamente 5%, correspondem à parcela perigosa que, na sua maior parte, é produzida na Região Metropolitana deste Estado.

Ainda segundo o INEA, a distribuição de resíduos perigosos pelas bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro (**Quadro 3.1**) aponta as bacias da Baía de Guanabara e Paraíba do Sul como responsáveis por mais de 75% da geração total. Na bacia da Baía de Guanabara, o município do Rio de Janeiro é o maior gerador de resíduos perigosos - cerca de 4.000 toneladas/mês, seguido do município de Duque de Caxias, com uma geração mensal de 3.500 toneladas aproximadamente.

**Quadro 3.1 - Distribuição da Geração mensal de Resíduos Perigosos por Bacia Hidrográfica do Estado do Rio de Janeiro (Fonte: INEA)**

Bacia Hidrográfica	Geração Mensal de Resíduos Perigosos (t)	Percentual
Baía de Guanabara	10.075,16	41,13
Paraíba do Sul	9.431,98	38,50
Baía de Sepetiba	4.879,66	19,92
Lagoa de Jacarepaguá	109,31	0,45
<b>Total</b>	<b>24.496,11</b>	<b>100</b>

Fonte: [www.feema.rj.gov.br](http://www.feema.rj.gov.br)

Já no município de Macaé, a partir do levantamento feito pela empresa Limpatech Serviços e Construções Ltda. (**Anexo 3.1**) dos resíduos industriais produzidos nesse município foi identificado que cerca de 400 t/mês podem ser dispostos em aterros industriais. A estes pode ser ainda adicionada uma quantidade, não muito grande, de resíduos líquidos após serem submetidos a processos de solidificação. Entretanto, deve-se considerar que alguns dos resíduos passíveis de disposição em aterros industriais, como os resíduos metálicos, plásticos, papel/papelão e vidros, possuem valor econômico agregado e são atualmente vendidos a empresas recicladoras.

Com relação aos resíduos gerados pela indústria petrolífera, Amaral e Domingues (1990) relatam que durante muito tempo a maior

preocupação com os resíduos oleosos gerados por esta indústria se concentrou apenas na redução do conteúdo de óleos, com o intuito de recuperar a parcela com valor comercial, permanecendo ao final deste processo um resíduo sólido ou semi-sólido conhecido como “borra de petróleo”, o qual por não possuir valor comercial, era acumulado em lagoas ou diques conforme mostrado na **Figura 3.1**.



Fonte: Alves, Mara, 2003.

**Figura 3.1 - Dique de Acumulação de Borrás Oleosas - Morro de Jericó - Sergipe**

Atualmente a PETROBRÁS S.A. reúne um passivo ambiental de milhares de toneladas de borras oleosas em todas as unidades de exploração e industrialização de petróleo. Somente na Bahia, um levantamento feito em 1996 pela CETREL (Central de Tratamento de Efluentes Líquidos do Pólo Petroquímico de Camaçari) estimou a existência de 154.000 toneladas de borras, quantidade que anualmente vem sendo acrescida de 12,5 mil toneladas.

A busca de tratamentos eficazes que possam ser implementados a um custo acessível é um problema de difícil solução dentro do programa de gerenciamento de resíduos da indústria petrolífera. Os métodos mais empregados no tratamento destes resíduos têm sido a incineração, o *landfarming* e a disposição em aterros. Entretanto, nas últimas décadas, as restrições quanto ao uso do solo para disposição final de resíduos, principalmente aqueles considerados perigosos, tem se tornado cada vez mais severas, requerendo das empresas que tratam e dispõem esses resíduos à busca de alternativas de tratamentos seguros e eficazes.

Sendo assim, a localização da área proposta para a implantação da CTR-Industrial favorece à redução das distâncias de transporte atualmente praticadas e, em consequência, à minimização do risco inerente à atividade tendo em vista que parte das rotas utilizadas atravessam núcleos urbanos. Cabe citar neste ponto a Resolução CONAMA nº 1A de

1986 que Dispõe sobre o transporte de produtos perigosos em território nacional onde, no seu Art. 3º, recomenda aos órgãos estaduais de meio ambiente que definam em conjunto com os órgãos de trânsito, os cuidados especiais a serem adotados.

Cabe destacar que no Brasil, o procedimento de avaliação de risco à saúde humana por resíduos perigosos é uma atividade recente e, diferentemente do que ocorre nos países onde esta prática já existe desde a década de 80, ainda não existe um arcabouço jurídico-institucional que imponha uma seqüência formal aos resultados dos estudos de avaliação de risco.

A preocupação com o meio ambiente e saúde, nesse contexto, aponta para a necessidade de um gerenciamento de resíduos industriais perigosos adequado, tendo como prioridades, além do cadastramento e o mapeamento das indústrias que gerem resíduos com potencial risco à saúde humana, de locais devidamente preparados para o recebimento, tratamento e destinação final deste tipo de resíduos.

### **3.1.2 Alternativas Locacionais**

Não obstante o levantamento das possíveis alternativas locacionais aventadas para o empreendimento encontra-se fora do escopo do

presente trabalho, tendo em vista que se trata de um empreendimento particular sendo a área proposta de propriedade do empreendedor, foram identificadas e avaliadas para a instalação da Central de Tratamento de Resíduos e Aterros de Resíduos Perigosos e Não-Perigosos, doravante denominada simplesmente de CTR-Industrial, além da área em análise, outras 06 (seis) possíveis áreas conforme descrição a seguir.

Para um melhor direcionamento deste levantamento, utilizaram-se como referência as diretrizes estabelecidas pela Prefeitura Municipal de Macaé no Plano Diretor da Cidade, notadamente as citadas a continuação.

#### **“Título II - Das Políticas Públicas**

#### **Capítulo IV - Do Desenvolvimento Urbano**

#### **Seção II - Da urbanização e Uso do Solo**

.....

**Art. 88 - São diretrizes gerais das políticas públicas para  
Urbanização e Uso do Solo:**

I - implementar estratégias de ordenamento territorial que induzam o desenvolvimento urbano de forma gradativa em direção ao interior do território municipal (vetor noroeste), observando as características locais e às necessidades de adensamento;

II - restringir a expansão de área para uso industrial na direção do vetor sudoeste (Imboassica) e fomentar o vetor nordeste (Cabiúnas);

### Título III - Da Estruturação Urbana

#### Capítulo I - Do Macrozoneamento

##### Seção V - Da Macroárea de Ocupação Controlada

Art. 141 - A Macroárea de Ocupação Controlada corresponde às áreas com concentração e predominância da atividade industrial e de serviços industriais, onde se identifica tanto a necessidade de disciplinar ou conter a expansão territorial, tendo em vista os impactos negativos gerados sobre áreas de uso residencial e de interesse ambiental, quanto à potencialidade para ampliação e

fomento da atividade industrial garantindo os limites de tolerância para proximidade de usos desconformes.

Art. 142 - A Macroárea de Ocupação Controlada localiza-se no limite do Município com Rio das Ostras na direção sudoeste e, em sentido oposto, no limite do perímetro urbano, na direção nordeste, incluindo, no todo ou em parte, as localidades de Ajuda, Cabiúnas, Novo Cavaleiros, Vale Encantado e Imboassica.

##### Seção VII - Da Macroárea de Expansão Periférica

Art. 153 - A Macroárea de Expansão Periférica corresponde à área disponível para expansão imediata do tecido urbano, expressa na incidência de empreendimentos imobiliários de iniciativa privada e nos investimentos públicos mais recentes, especialmente em equipamentos urbanos e na melhoria e expansão do sistema viário.

Art. 154 - A Macroárea de Expansão Periférica inclui, no todo ou em parte, as localidades de Virgem Santa e Fazenda Morro Grande.”

Assim sendo, atendendo as orientações acima citadas, das alternativas locais levantadas para a implantação da CRT-Industrial apresentadas na **Figura 3.1.a** e descritas no **Quadro 3.1.a**, deu-se preferência àquelas áreas localizadas no vetor nordeste do município mais especificamente na região rural denominada “Dos Quarenta” e suas proximidades (limitada pelo perímetro urbano e pela região serrana na maioria dos casos de difícil acesso por apresentar escarpas rochosas ainda intactas), dando-se prioridade àquelas localizadas próximas da área onde foi implantado o novo Aterro Sanitário de Macaé de forma a favorecer a gestão integrada dos resíduos, tanto domiciliares como industriais gerados em Macaé.

**Quadro 3.1.a** - Alternativas Locacionais

Área	Local	Coordenadas UTM (m)	Observação
1	Bulandeira	N=7.524.272 E=200.531	Foi descartada porque se localiza no vetor de crescimento da cidade e porque o seu tamanho (aprox. 5 ha) não atende ao demandado pelo empreendimento (aprox. 15 alqs).
2	Fazenda São José do Barro Vermelho	N=7.542.622 E=217.061	2ª opção dentre as alternativas escolhidas. A jusante da área existe uma área destinada à piscicultura.
3	S. Manuel	N=7.521.955	Foi descartada por existirem

Área	Local	Coordenadas UTM (m)	Observação
		E=202.810	dentro da área muitas nascentes.
4	Propriedade do Sr. Arley	N=7.527.391 E=199.768	Foi descartada porque a jusante da mesma localiza-se uma captação de água do rio Macaé.
5	Município de Carapebus	N=7.550.785 E=222.784	3ª opção dentre as alternativas escolhidas. Fica localizada fora do município de Macaé.
6	Próximo da Serra de S. Manuel	N=7.525.328 E=197.617	Foi descartada porque se localiza no vetor de crescimento da cidade e porque o tamanho do terreno à venda (aprox. 30 alqs) é bem superior ao demandado (aprox. 15 alqs).
7	Fazenda dos Quarenta	N=7.539.300 E=213.300	1ª opção dentre as alternativas escolhidas. O terreno faz divisa com o Aterro Sanitário.

Daí, foi optada pela área número 7 que, além de fazer divisa com a área ocupada pelo Novo Aterro Sanitário, atende todas as exigências sanitário-ambientais cabíveis como demonstrado no presente documento.

**Nota:** O local ocupado pelo Novo Aterro Sanitário possui todas as licenças pertinentes demandadas por esse tipo de empreendimentos.



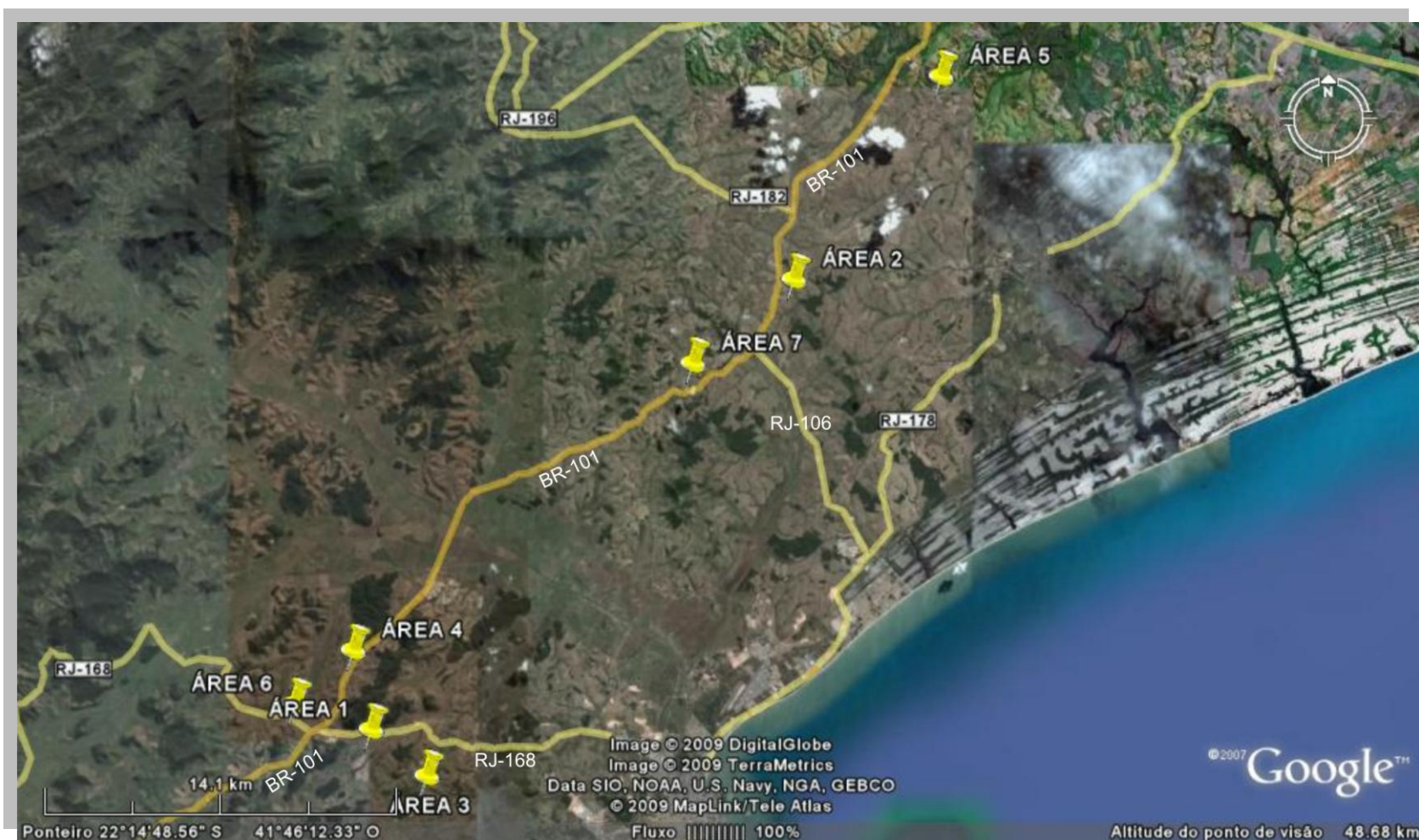


Figura 3.1.a - Localização das Áreas Alternativas



### 3.1.3 Localização, Dimensões e Situação Fundiária da Área Adotada

O terreno proposto para a instalação da CTR-Industrial, terreno esse que foi desmembrado da Fazenda São Sebastião dos Quarenta - Barreto e Pindobas, vizinho a área já licenciada para o Aterro Sanitário de Resíduos Classe II, localiza-se no 1º Distrito de Macaé, mais precisamente na margem esquerda da rodovia BR-101 - km 149 (sentido Rio de Janeiro - Campos dos Goytacazes), próximo do entroncamento dessa rodovia com a estrada municipal MC-01, antiga estrada para Conceição de Macabú (RJ-68).

Com base na Projeção Universal Transversa de Mercator (Datum SAD69 - South America Theoretical Mathematical Model of the Earth's Sea Level Surface) o terreno localiza-se na zona 23K e nas seguintes coordenadas UTM: 212.680 e 213.928 m leste e 7.538.864 e 7.539.797 m norte. Ocupa uma área de 628.773 m<sup>2</sup> e um perímetro de 3.344 m, aproximadamente.

Limita-se ao Norte e a Leste com terras do Novo Aterro Sanitário nas extensões de 887,24 m e 368,76 m, respectivamente. A Oeste com a estrada municipal MC-01 numa extensão de 518,47 m. E ao Sul com a rodovia BR-101 numa extensão de 1.569,68 m, (desenho **DES-03** -

*Fechamento da Área e Localização do Portão de Acesso e do Canteiro de Obras - no Caderno de Desenhos).*

### 3.1.4 Justificativa da Alternativa Locacional

A escolha do local para a instalação da CTR-Industrial de Macaé é um elemento determinante para o sucesso deste empreendimento, pois, irá condicionar seu funcionamento do ponto de vista técnico/econômico como sanitário e ambiental. Devem ser levados em consideração aspectos econômicos, técnicos e construtivos, assim como aspectos ambientais, políticos, legais e sociais.

Não é uma tarefa simples visto o alto grau de urbanização da cidade, que associado a uma ocupação intensiva do solo, restringe a disponibilidade de áreas próximas aos locais de geração dos resíduos e com dimensões que atendam às demandas atual e futura de espaço, para o tratamento, armazenamento e/ou aterramento dos resíduos.

Habitualmente tem-se destinado a áreas de aterro, aquelas cuja própria estrutura, uso e relevo as tornava inadequada para outras finalidades. Cabe assinalar, no entanto, que embora a marginalidade destes terrenos possa resultar em um menor custo de aquisição, a prática diária das

operações pode ver-se encarecida devido principalmente às dificuldades operacionais que podem ocorrer.

Dai, para a justificativa da escolha do local foram utilizados alguns critérios denominados de excludentes e não excludentes entendendo-se, como critérios excludentes, aqueles que caso ocorrerem, podem excluir absolutamente a possibilidade de se instalar a CTR-Industrial na área em foco e de não excludentes aqueles que identificam se a instalação/operação da CTR-Industrial pode chegar a ser complicada.

▪ Critérios Excludentes

- ▶ Não está inserida dentro de área de proteção ambiental;
- ▶ Não existem sítios arqueológicos na área do empreendimento;
- ▶ O local não está caracterizado como patrimônio histórico, religioso ou cultural;
- ▶ Não existe dentro da área rede pública de captação / abastecimento de água;
- ▶ A área não está inserida no vetor de expansão urbano da cidade;

- ▶ A área útil da CTR-Industrial localiza-se a mais de 1.000 m de hospitais, clínicas e centros médicos e de reabilitação; de escolas; de asilos; de orfanatos e creches; de clubes esportivos e parques de diversões; e outros equipamentos de uso comunitário já existentes ou previstos;
- ▶ A coleção de água mais próxima denominada de córrego Ubá dista da área aproximadamente 1.700 m, estando sua faixa marginal localizada a mais de 300 m da área da CTR-Industrial (o córrego Ubá desemboca na Vala dos Quarenta, e esta vala no canal Jurumirim que desemboca no rio Macaé, a aproximadamente 5 km da foz do rio, a jusante das captações de água do município);
- ▶ A área útil da CTR-Industrial localiza-se a mais de 50 metros das faixas de domínio da rodovia BR-101 e da antiga estrada para Conceição de Macabú (MC-01);
- ▶ Não apresenta vulnerabilidade a grandes inundações e presença de matacões;
- ▶ Após caracterização tátil-visual foi verificado “in loco” que o local não apresenta solos cáusticos e nem áreas com condições de solos de alta permeabilidade que permitam uma rápida

penetração da água ou uma possível lixiviação em direção a aquíferos próximos;

- ▶ Não apresenta solos mecanicamente instáveis;
  - ▶ Os locais de intervenção (porções mais elevadas da área) não apresentam morfologia extrema, isto é, terrenos muito íngremes, perigo de desmoronamento/avalanches, etc.;
  - ▶ A área não apresenta pontos localizados de afundamentos e/ou escavações profundas;
  - ▶ O local não apresente movimentos de massa (creep, cicatrizes, escorregamentos planares, escorregamentos circulares, queda de blocos, etc.) e não apresenta alta suscetibilidade à erosão laminar e linear (sulcos, ravinas e boçorocas);
  - ▶ A dimensão da área útil do terreno permitirá a utilização da CTR-Industrial por um período maior a 20 (vinte) anos.
- Critérios Não Excludentes
- ▶ As estradas de acesso ao local da área, a partir da cidade de Macaé, apresentam boas condições para o tráfego veicular, a exceção da interseção da Rodovia BR-101 com a Estrada

Municipal MC-01 e do trecho de terra (MC-01) que precisam de melhorias, ou até modificações, no traçado e greide da plataforma;

- ▶ O acesso ao local da área não atravessa zonas de elevada densidade de população;
- ▶ Praticamente inexistente atividade agrícola dentro da área;
- ▶ A proximidade aos centros de geração de resíduos industriais favorece à redução das rotas de transporte e consequentemente minimiza o raio de influência dos riscos decorrentes desse transporte;
- ▶ Pouco impacto na alteração da paisagem;
- ▶ Mínimo impacto visual;
- ▶ Mínima supressão da vegetação (a maior parte da área de intervenção está coberta por pastagens);
- ▶ O subsolo apresenta baixa capacidade de suporte nas proximidades da sua superfície;

- ▶ Nas porções perimetrais da área, que fazem divisa com a estrada MC-01 e a rodovia BR-101, existe um canal natural de drenagem de águas superficiais;
- ▶ Na porção do canal de drenagem acima citado, localizado a Oeste do terreno, na divisa com a MC-01, existe uma surgência d'água (“olho-d'água”);
- ▶ Pouca ou nenhuma possibilidade de dinamização de processos erosivos e de assoreamento.

**Nota:** A conformação do terreno permite a implantação de uma faixa de vegetação (cinturão verde) através da criação de corredores ecológicos entre os fragmentos da Mata Atlântica ora existentes dentro da área.

## 3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS QUE SERÃO RECEBIDOS NA CTR-INDUSTRIAL

### 3.2.1 Caracterização Qualitativa e Quantitativa

Para a definição das tecnologias de tratamento e destinação a serem adotadas para a CTR-Industrial de Macaé, assim como das áreas a serem

ocupadas pelas diferentes unidades que fazem parte do empreendimento, foi necessário previamente realizar a caracterização qualitativa e quantitativa (inclusive projeção) dos resíduos, apresentadas a seguir, visando o seu tratamento e destinação diferenciada.

Tal caracterização utilizou como base o levantamento realizado pela Limpatech Serviços e Construções Ltda. dos resíduos industriais produzidos no município de Macaé que tem potencial de serem enviados à CTR-Industrial ora proposta. O relatório desse levantamento é apresentado no **Anexo 3.1**.

O levantamento acima citado foi realizado através de visitas e entrevistas objetivando avaliar a demanda local por sistema de tratamento e disposição final de resíduos industriais. Ao todo foram contatadas 49 empresas, das quais 40 constituem-se potencialmente geradoras de resíduos perigosos, tendo sido visitadas 28 delas. As 12 restantes não concordaram em receber ao responsável pelo levantamento técnico e em fornecer informações.

### 3.2.1.1 Caracterização Qualitativa

Para a caracterização qualitativa dos resíduos que serão recebidos na CTR-Industrial de Macaé, tais resíduos foram agrupados fazendo uso da classificação da ABNT, definida na NBR 10.004:2004 - Resíduos Sólidos - Classificação, conforme a seguir:

CLASSE I → PERIGOSOS

CLASSE II → NÃO PERIGOSOS: IIA - NÃO INERTES

IIB - INERTES

Cabe destacar que embora saiba-se na maioria dos casos o grau de periculosidade dos resíduos industriais, a dos resíduos domiciliares ainda não está bem definido. Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) cerca de 1% do lixo urbano é constituído por resíduos contendo elementos tóxicos. Esses resíduos são provenientes de lâmpadas fluorescentes, termômetros, latas de inseticidas, pilhas, baterias, latas de tinta, entre outros produtos que a população joga no lixo, pois não sabe que se trata de resíduos perigosos que contêm metais pesados ou elementos tóxicos.

#### Resíduos Classe I - Perigosos

Os resíduos classe I - resíduo perigoso, conforme citado na NBR 10.004, são aqueles que apresentam periculosidade, ou uma das características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade, ou constem dos Anexos A ou B, dessa norma.

Tais características são definidas conforme a seguir:

- **Periculosidade:** Característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar:
  - ▶ riscos à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices;
  - ▶ riscos ao meio ambiente, quando gerenciado de forma inadequada.
- **Inflamabilidade:** Um resíduo sólido é caracterizado como inflamável, se uma amostra representativa dele, obtida conforme a ABNT NBR 10.007, apresentar qualquer uma das seguintes propriedades:

- ▶ ser líquida e ter ponto de fulgor a 60 °C, determinado conforme ABNT NBR 14.598 ou equivalente, excetuando-se as soluções aquosas com menos de 24% de álcool em volume (ponto de fulgor: a menor temperatura em que um líquido fornece vapor suficiente para formar uma mistura inflamável quando uma fonte de ignição - faísca, chamas abertas, etc. - está presente);
- ▶ não ser líquida e ser capaz de, sob condições de temperatura e pressão do 25 °C e 0,1 MPa (1 atm), produzir fogo por fricção, absorção de umidade ou por alterações químicas espontâneas e, quando inflamada, queimar vigorosamente e persistentemente, dificultando a extinção do fogo;
- ▶ ser um oxidante definido como substância que pode liberar oxigênio e, como resultado, estimular a combustão e aumentar a intensidade do fogo em outro material;
- ▶ ser um gás comprimido inflamável conforme a Legislação Federal sobre transporte de produtos perigosos (Portaria nº 204/1997 do Ministério dos Transportes).
- **Corrosividade:** Um resíduo sólido é caracterizado como corrosivo se uma amostra representativa dele, obtida conforme a ABNT NBR nº 10.007, apresentar qualquer uma das seguintes propriedades:
  - ▶ ser aquosa e apresentar pH inferior ou igual a 2, ou superior a 12,5 ou sua mistura com água, na proporção de 1:1 em peso, produzir uma solução que apresente pH inferior a 2 ou superior ou igual a 12,5;
  - ▶ ser líquida ou, quando misturada em peso equivalente de água, produzir um líquido e corroer o aço (COPANT 1020) a uma razão maior que 6,35mm ao ano, a uma temperatura de 55 °C, de acordo com a USEPA SW 846 ou equivalente.
- **Reatividade:** Um resíduo sólido é caracterizado como reativo, se uma amostra representativa dele, obtida conforme a ABNT NBR nº 10.007, apresentar qualquer uma das seguintes propriedades:
  - ▶ ser normalmente instável e reagir de forma violenta e imediata, sem detonar;
  - ▶ reagir violentamente com água;
  - ▶ formar misturas potencialmente explosivas com água;
  - ▶ gerar gases, vapores e fumos tóxicos em quantidades suficientes para provocar danos à saúde pública ou ao meio ambiente, quando misturados com a água;

- ▶ possuir em sua constituição íons  $\text{CN}^-$  ou  $\text{S}^{2-}$  em concentração que ultrapassem os limites de 250 mg de HCN liberável por quilograma de resíduo ou 500 mg de  $\text{H}_2\text{S}$  liberável por quilograma de resíduo, de acordo com ensaio estabelecido no USEPA SW 856;
  - ▶ ser capaz de produzir reação explosiva ou detonante sob a ação de forte estímulo, ação catalítica ou temperatura em ambientes confinados;
  - ▶ ser capaz de produzir, prontamente, reação ou decomposição detonante ou explosiva a 25 °C e 0,1 MPa (1 atm);
  - ▶ ser explosivo, definido como uma substância fabricada para produzir um resultado prático, através de explosão ou efeito pirotécnico, esteja ou não esta substância contida em dispositivo preparado para este fim.
- **Toxicidade** (amostra conforme NBR nº 10.007):
- ▶ quando o extrato obtido dessa amostra, segundo a NBR nº 10.005, contiver qualquer um dos contaminantes em concentrações superiores ao Anexo F da ABNT NBR nº 10.004. Nesse caso, o resíduo deve ser caracterizado com tóxico com base no ensaio de lixiviação, com código de identificação constante no Anexo F da ABNT NBR nº 10.004;
  - ▶ possuir uma ou mais substâncias constantes do Anexo C da ABNT NBR nº 10.004 e apresentar toxicidade. Para avaliação dessa toxicidade, devem ser considerados os seguintes fatores:
    - natureza da toxicidade apresentada pelo resíduo;
    - concentração do constituinte do resíduo;
    - potencial que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, tem para migrar do resíduo para o meio ambiente, sob condições impróprias de manuseio;
    - persistência do constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação;
    - potencial que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, tem para degradar-se em constituintes não perigosos, considerando a velocidade em que ocorre a degradação;
    - extensão em que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, é capaz de bioacumulação nos ecossistemas;

- efeito nocivo pelo efeito teratogênico, mutagênico, carcinogênico ou ecotóxico, associados a substâncias isoladamente ou decorrente do sinergismo entre as substâncias constituintes do resíduo.
  - ▶ ser constituída por restos de embalagens contaminadas com substâncias constantes nos Anexos D e E da ABNT NBR 10.007;
  - ▶ resultar de derramamento ou de produtos fora de especificação ou de prazo de validade que contenham quaisquer substâncias constantes dos Anexos D e E da ABNT NBR 10.007;
  - ▶ ser comprovadamente letal ao homem;
  - ▶ possuir substância em concentração comprovadamente letal ao homem ou estudos do resíduo que demonstrem uma  $DL_{50}$  (oral, ratos) menor que 50 mg/Kg ou  $CL_{50}$  (inalação, ratos) menor que 2 mg/L ou uma  $DL_{50}$  (dérmica, coelhos) menor do que 200 mg/kg. Os códigos de identificação referem-se as letras P, U e D e encontram-se nos Anexos D, E e F da ABNT NBR 10.007.
- Patogenicidade
- ▶ Um resíduo é caracterizado como patogênico se uma amostra representativa dele, obtida segundo a ABNT NBR 10.007, contiver

ou houver suspeita de conter, microrganismos patogênicos, proteínas virais, ácido desoxiribonucleico (ADN) ou ácido ribonucleico (ARN) recombinantes, organismos geneticamente modificados, plasmídios, cloroplastos, mitocôndrias ou toxinas capazes de produzir doenças em homens, animais ou vegetais.

- ▶ Os resíduos de serviços de saúde deverão ser classificados de acordo com ABNT NBR nº 12.808. Os resíduos gerados em estações de tratamento de esgotos domésticos e domiciliares, excetuando-se os originados na assistência à saúde da pessoa ou animal, não serão classificados segundo os critérios de patogenicidade.

Face às características econômicas da região, isto é com ênfase no setor petrolífero, esse tipo de resíduos, classe I - perigosos, foram subdivididos no presente projeto em dois grupos denominados de resíduos com óleo e resíduos sem óleo.



## Resíduos com Óleo

No grupo resíduos com óleo foram incluídos os seguintes:

- água oleosa;
- borra oleosa;
- resíduos sólidos não-metálicos;
- resíduos metálicos.

Tendo em vista que os resíduos com óleo tem como origem basicamente à indústria do petróleo, seguem a continuação algumas considerações com relação a essa atividade (fonte: Machado de Oliveira, Débora, 2003).

A indústria petrolífera gera em praticamente todas as operações que realiza, desde a perfuração até a distribuição dos derivados, passando pelas etapas de produção, armazenamento, transporte e refino, resíduos oleosos de diversos tipos.

As refinarias respondem pela maior parte dos resíduos gerados na indústria do petróleo, dos quais destacam-se os produtos acumulados no fundo dos tanques de óleo cru, lodos oleosos, lodos das torres de

resfriamento, catalisadores gastos, resíduos das torres de troca de calor, finos de coque e águas residuárias. Muitos destes resíduos podem conter materiais considerados potencialmente perigosos para a saúde e o meio ambiente tais como metais pesados, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, fenóis, cáusticos, ácidos e asfaltenos (FALCON, 1993).

Kuriakose e Manjooran (2001) constataram nos lodos de refinaria a presença de hidrocarbonetos, argilas, areias, materiais inorgânicos e água. Encontrou-se neste tipo de lodo aproximadamente 25% de água, 5% de sedimentos inorgânicos como areia e argila, e o restante (70%) de hidrocarbonetos.

Morelli e Colaboradores (1994) investigaram as propriedades físico-químicas e toxicológicas de cinco tipos de lodos, sendo quatro proveniente dos separadores API de uma indústria petroquímica (RP89, RQ89, RC90, RC93) e um da unidade de tratamento biológico (RY93) de uma refinaria de petróleo. As características físico-químicas desses lodos são apresentadas no **Quadro 3.2** a seguir.

**Quadro 3.2 - Características Físico-Químicas dos Lodos**

Parâmetros	RP89	RQ89	RC90	RC93	RY93
Densidade (g/ml)	1,046	-	1,013	0,9948	0,9921
pH	9,63	7,15	10,41	8,8	7,00
Água (%)	64,54	46,50	72,66	92,54	89,22
Cinzas a 900°C (%)	8,15	0,28	3,81	2,22	1,79
Fração Solúvel Eter de Petróleo (%)	23,41	25,27	11,63	1,48	3,36
Alifáticos (%)	21,50	5,59	17,70	58,54	43,75
Aromáticos (%)	64,80	83,31	55,70	34,15	25,00
Asfálticos (%)	13,70	11,10	26,60	7,31	31,25

Fonte: MORELLI e Colaboradores (1994)

O resultado revelou a presença de altos percentuais de compostos aromáticos e baixos de alifáticos, nos lodos petroquímicos. Os aromáticos representaram mais de 50% da fração solúvel em éter nos lodos petroquímicos RP89, RQ89 e RC90 (lodos antigos). Os altos valores de alifáticos foram obtidos com o lodo petroquímico produzido recentemente (RC93), e no lodo oleoso da unidade de tratamento biológico da refinaria (RY93). Com respeito aos testes de toxicidade, os lodos não apresentaram toxicidade aguda em nenhum dos testes microbiológicos realizados, no entanto quando frações solúveis em éter foram analisadas, algumas apresentaram toxicidade aguda. A grande toxicidade detectada pelo método de redução ao carbonato de cobre foi encontrada somente nas frações solúveis de lodo que haviam sido

coletados recentemente (não estocados). Por outro lado, as frações solúveis daqueles lodos que estavam estocados apresentaram genotoxicidade quanto analisados pelo ensaio da salmonella /microsoma.

Damato *et al.* (1998) estudaram a influencia dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, presentes em efluentes de ETEs da Petrobrás, na toxidade aguda para o organismo aquático *Daphnia similis*. Os principais agentes tóxicos presentes nos efluentes da refinaria de petróleo da Petrobrás foram: criseno, pireno, antraceno e fluoreno. Constatou-se que os sistemas de flotação e de lodos ativados foram muito eficientes na remoção da toxicidade aguda, pois o efluente final da refinaria da Petrobrás em nenhum momento apresentou toxicidade aguda para *D.similis*. A explicação pode estar no fato de que as substâncias químicas encontradas nos efluentes da ETEs estavam geralmente isoladas e em concentrações muito baixas para provocarem isoladamente toxicidade aguda, o que sugere ações sinérgicas na toxicidade delas.

A avaliação da toxicidade de um resíduo é um importante parâmetro a ser considerado dentro de um protocolo de caracterização de resíduos. No entanto a toxicidade de um resíduo industrial é dificultada, em virtude de se constituir de complexas misturas, na qual substâncias de

toxicidade conhecida podem estar presentes em baixas concentrações, e, portanto não ser detectada por métodos físico-químicos simples, além dos efeitos sinérgicos e antagônicos entre os diversos componentes da mistura.

### **Resíduos sem Óleo**

Já no grupo resíduos sem óleo foram incluídos os seguintes:

- resíduos de laboratório (ANVISA - Grupo B), soluções ácidas, e solventes sujos;
- borras de tintas, de fosfato e de solda;
- terra diatomácea;
- embalagens de produtos químicos e de tintas;
- lâmpadas fluorescentes, tubos catódicos, pilhas, baterias, granelha de aço e de ferro.

Tendo em vista que desse último grupo - resíduos sem óleo - as lâmpadas fluorescentes, tubos catódicos, pilhas e baterias estão na sua maioria sendo co-dispostos com o lixo comum em aterros municipais,

cabe serem tecidas algumas considerações, citadas a continuação, com relação a tais resíduos.

#### ▪ Lâmpadas Fluorescentes

As lâmpadas fluorescentes (*Fonte: Apliquim Tecnologia Ambiental*), estão na lista de resíduos nocivos ao meio ambiente, pois essas lâmpadas contêm substâncias químicas que afetam o ser humano, como o Mercúrio, um metal pesado que uma vez ingerido ou inalado, causa efeitos desastrosos ao sistema nervoso. Ao romper-se, uma lâmpada fluorescente emite vapores de mercúrio que são absorvidos pelos organismos vivos, contaminando-os; se forem lançadas em aterro as lâmpadas contaminam o solo e, mais tarde, os cursos d'água, chegando à cadeia alimentar.

No Brasil, muitos usuários dessas lâmpadas, conscientes do fato e já alertados pela norma brasileira NBR nº 10.004 que impõe limites rigorosos à presença de mercúrio nos resíduos sólidos, já estão evitando mais essa contaminação do meio ambiente. A descontaminação das lâmpadas descartadas pode ser feita por uma empresa especializada em tratamento de resíduos mercuriais.

Ainda que o impacto sobre o meio ambiente causado por uma única lâmpada seja desprezível, o somatório das lâmpadas descartadas

anualmente (cerca de 40 milhões só no Brasil) terá efeito sensível sobre os locais onde são dispostas.

Enquanto intacta a lâmpada não oferece risco. Entretanto, ao ser rompida liberará vapor de mercúrio que será aspirado por quem a manuseia. A contaminação do organismo se dá principalmente através dos pulmões. Quando se rompe uma lâmpada fluorescente o mercúrio existente em seu interior (da ordem de 20 mg) se libera sob a forma de vapor, por um período de tempo variável em função da temperatura e que pode se estender por várias semanas. Além das lâmpadas fluorescentes, também contêm mercúrio as lâmpadas de vapor de mercúrio propriamente ditas, as de vapor de sódio e as de luz mista.

A legislação brasileira através das Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e a Organização Mundial de Saúde estabelecem igualmente, como limite de tolerância biológica para o ser humano, a taxa de 33 microgramas de mercúrio por grama de creatinina urinária e 0,04 miligramas por metro cúbico de ar no ambiente de trabalho.

No contato com lâmpadas quebradas é necessário o uso de avental, luvas e botas plásticas (EPIs). Quando houver quebra acidental de uma lâmpada o local deve ser bem limpo por aspiração. Os cacos devem ser coletados de forma a não ferir quem os manipula e colocados em

embalagem estanque, com possibilidade de ser lacrada, a fim de evitar a contínua evaporação do mercúrio liberado.

É recomendável que as lâmpadas a descartar sejam armazenadas em local seco, nas próprias caixas de embalagem original, protegidas contra eventuais choques que possam provocar sua ruptura. As lâmpadas que se quebrem acidentalmente deverão ser separadas das demais e acondicionadas em recipiente hermético que possibilite vedação adequada.

As lâmpadas fluorescentes têm seu uso difundido nas fábricas, escritórios e edifícios públicos (inclusive escolas e hospitais), e as de vapor de mercúrio, de vapor de sódio, de luz mista, muito utilizadas na iluminação pública. Todas essas lâmpadas deixam escapar para o meio ambiente, quando se rompem, o mercúrio que contêm. Embora uma lâmpada encerre apenas uma pequena quantidade de mercúrio, o efeito acumulativo e persistente do mercúrio proveniente de muitas lâmpadas, quando descartadas em um mesmo aterro ao longo dos anos, por exemplo, será sensível. Por esse motivo, as lâmpadas que contêm mercúrio já devem ser separadas, na origem, do lixo orgânico e dos materiais tradicionalmente recicláveis, como vidro, papel e plásticos.

Essa prática já é adotada em diversos países e no Brasil muitas indústrias, universidades, órgãos públicos e empresas concessionárias de

energia elétrica já proíbem a disposição de suas lâmpadas no lixo. Por outro lado diversos municípios nos estados de São Paulo, Santa Catarina e Minas Gerais já gozam do benefício da coleta segregada e da destinação adequada de suas lâmpadas de iluminação pública, evitando assim que as mesmas tenham como destinação os aterros municipais.

Para tanto, já existem empresas especializadas na solução de problemas ambientais com projeto de descontaminação de resíduos mercuriais e oferece a seus clientes a possibilidade de tratar suas lâmpadas, evitando assim que sejam descartadas imprópriamente no meio ambiente. O mercúrio extraído das lâmpadas, uma vez purificado e sob a forma de metal, é encaminhado, com autorização do IBAMA, para empresas que o utilizam em seus processos ou produtos, tais como as fabricantes das próprias lâmpadas.

O conceito adotado de recuperar e reciclar todos os materiais que constituem a lâmpada, em vez de simplesmente descartá-los, é muito importante, pois protege os aterros (e lixões), evitando a formação de passivos ambientais que poderão, um dia, recair sobre a municipalidade local.

#### ▪ Pilhas e Baterias

As pilhas e as baterias tratam-se de um assunto muito delicado e pouco discutido. A produção brasileira está passando por uma intensa fase de transformação. Essas mudanças estão relacionadas com as tendências atuais de crescente urbanização, aceleração na comunicação e reestruturação das empresas cada vez mais preocupadas em maximizar a competitividade comercial. O mais notável desse processo tem sido as mudanças ocorridas em relação à descentralização das atividades industriais. O Brasil produz cerca de 800 milhões de pilhas comuns por ano, o que representa seis unidades por habitante. E ainda, 10 milhões de baterias de celular, 12 milhões de baterias automotivas e 200 mil baterias industriais.

Algumas substâncias que fazem parte da composição química das pilhas e baterias são potencialmente perigosas e podem afetar a saúde especificamente, o chumbo, o cádmio e o mercúrio.

Metais como o chumbo pode provocar doenças neurológicas. O cádmio afeta condição motora, assim como o mercúrio. É evidente que este assunto está em permanente pesquisa e a presença destes produtos está sendo reduzida.

As empresas que representam as marcas Duracell, Energizer, Eveready, Kodak, Panasonic, Philips, Rayovac e Varta, que compõem o Grupo Técnico de Pilhas da ABINEE, estão atendendo as exigências do artigo 6º da Resolução nº 257 do CONAMA que estabelece os níveis máximos dessas substâncias em cada pilha/bateria.

No caso das pilhas e baterias, cuja composição ainda não atenda a legislação, os fabricantes e importadores são obrigados a ter uma estratégia de recolhimento do produto esgotado, desde julho de 2000. Com tais iniciativas, são atendidas as exigências do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, nas Resoluções nº 257/99 e nº 263/99.

As empresas alertam para os cuidados que se deve ter com as pilhas e baterias falsificadas ou importadas ilegalmente que, na maioria das vezes, não atendem as especificações corretas.

Portanto, conforme o artigo 1º da Resolução nº 257 confere tratamento especial para as pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, acima dos níveis estabelecidos nos artigos 5º e 6º. Elas devem ser entregues, após seu esgotamento energético, pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas indústrias e também é deles a responsabilidade pelo tratamento final dos produtos que deverá ser ecologicamente correta e obedecer à

legislação. Os distribuidores e consumidores poderão distinguir as pilhas e baterias que devem ser devolvidas, daquelas que podem ser dispostas no lixo doméstico, através de uma identificação na embalagem do produto, que trará o símbolo indicando o destino correto.

São citados a seguir Artigos das Resoluções CONAMA nº 257 e nº 263 em destaque à análise abordada:

Art. 1º - As pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, destinadas a quaisquer tipos de aparelhos, veículos ou sistemas, móveis ou fixos, que as requeiram para o seu pleno funcionamento, bem como os produtos eletroeletrônicos que as contenham integradas em sua estrutura de forma não substituível deverão, após o seu esgotamento energético, ser entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem, diretamente ou através de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada.

Art. 5º - A partir de 1º de janeiro de 2000, a fabricação, importação e comercialização de pilhas e baterias deverão atender aos limites estabelecidos a seguir:

I. com até 0,025% em peso de mercúrio, quando forem do tipo zinco-manganês e alcalina-manganês;

II. com até 0,025% em peso de cádmio, quando forem do tipo zinco-manganês e alcalina manganês;

III. com até 0,400% em peso de chumbo, quando forem do tipo zinco-manganês e alcalina-manganês;

IV. com até 25 mg de mercúrio por elemento, quando forem do tipo pilhas miniaturas e botão.

Art. 6º - A partir de 1º de janeiro de 2001, a fabricação, importação e comercialização de pilhas e baterias deverão atender aos limites estabelecidos a seguir:

I. com até 0,010% em peso de mercúrio, quando forem do tipo zinco-manganês e alcalina-manganês;

II. com até 0,015% em peso de cádmio, quando forem do tipo zinco-manganês e alcalina-manganês;

III. com até 0,200% em peso de chumbo, quando forem do tipo alcalina-manganês e zinco-manganês;

IV. com até 25 mg de mercúrio por elemento, quando forem do tipo pilhas miniaturas e botão (inciso acrescido pela Resolução nº 263).

Art. 13º - As pilhas e baterias que atenderem aos limites previstos no art. 6º poderão ser dispostas, juntamente com os resíduos domiciliares, em aterros sanitários licenciados.

Parágrafo único - Os fabricantes e importadores deverão identificar os produtos descritos no caput deste artigo, mediante a aposição nas embalagens e, quando couber, nos produtos, de símbolo que permita ao usuário distinguí-los dos demais tipos de pilhas e baterias comercializados.

No **Quadro 3.3** é apresentado o destino indicado para os diversos tipos de pilhas e baterias.

**Quadro 3.3 - Destino para diversos tipos de pilhas e baterias.**

Tipo / Sistema	Aplicação mais usual	Destino
Comuns e Alcalinas Zinco/Manganês Alcalina/Manganês	Brinquedo, lanterna, rádio, controle remoto, rádio-relógio, equipamento fotográfico, pager, walkman	Lixo doméstico
Especial Níquel-metal-hidreto (NiMH)	Telefone celular, telefone sem fio, filmadora, notebook.	Lixo doméstico
Especial Ions de lítio	Telefone celular e notebook	Lixo doméstico
Especial Zinco-Ar	Aparelhos auditivos	Lixo doméstico
Especial Lítio	Equip. fotográfico, relógio, agenda eletrônica, calculadora, filmadora, notebook, computador, videocassete	Lixo doméstico
Pilhas especiais do tipo botão e miniatura, de vários sistemas	Equipamento fotográfico, agenda eletrônica, calculadora, relógio, sistema de segurança e alarme	Lixo doméstico
Bateria de chumbo ácido	Indústrias, automóveis, filmadoras	Devolver ao fabricante ou importador
Pilhas e Baterias de níquel cádmio	Telefone celular, telefone sem fio, barbeador e outros aparelhos que usam pilhas e baterias recarregáveis	Devolver ao fabricante ou importador
Pilhas e Baterias de óxido de mercúrio	Instrumentos de navegação e aparelhos de instrumentação e controle	Devolver ao fabricante ou importador

Fonte: ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, associadas que representam as seguintes marcas: Duracell, Panasonic, Philips, Rayovac e Varta. O Grupo Técnico de Pilhas e Lanternas é constituído pelas empresas que representam as seguintes marcas: Duracell, Energizer, Eveready, Kodak, Panasonic, Philips, Rayovac e Varta.

De acordo com a Resolução do CONAMA nº 257, deve constar de forma visível às advertências sobre os riscos à saúde humana e ao meio ambiente naquele produto que possui risco, assim como serem devolvidos aos revendedores para que repassem aos fabricantes em matérias publicitárias ou embalagens.

**Nota:** O IBAMA tomou para si a incumbência da fiscalização e os fabricantes são obrigados a informá-lo sobre o andamento do cumprimento da Resolução CONAMA nº 257.

### Resíduos Classe IIA - Não Inertes

Os resíduos classe IIA - não Inertes, conforme citado na NBR nº 10.004, são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de classe IIB - Inertes, nos termos dessa Norma. Os resíduos IIA - Não Inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Desse grupo de resíduos serão recebidos na CTR-Industrial de Macaé basicamente: lixo comum e lodo de fossa séptica. Cabe destacar neste ponto que o lixo comum refere-se ao lixo provindo das indústrias que eventualmente poderão adentrar nas dependências da CTR-Industrial misturados com os resíduos industriais propriamente ditos. Assim, após



segregação, o lixo comum será devidamente destinado ao Aterro Sanitário municipal.

### **Resíduos Classe IIB - Inertes**

Os resíduos classe IIB - inertes, conforme citado na NBR nº 10.004, tratam-se de quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR nº 10.007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água desionizada, à temperatura ambiente, conforme a ABNT nº 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme Anexo G da ABNT NBR nº 10.004.

Desse grupo de resíduos serão recebidos na CTR-Industrial os constantes na seguinte relação:

- pneus;
- entulho de obra;
- eletrodos, micro-esferas, cartuchos, disquetes e chips;
- sucata ferrosa limpa.

Diante do volume gerado de pneus e destinação ainda em fase de implantação no município de Macaé, cabe tecer alguns comentários, citados a continuação, com relação a este tipo de resíduo.

A utilização do pneu trouxe consigo a problemática do impacto ambiental, uma vez que a maior parte dos pneus descartados está sendo abandonada em locais inadequados, causando grandes transtornos para a saúde e a qualidade de vidas humanas.

Segundo organizações internacionais, a produção de pneus novos está estimada em cerca de 2 milhões por dia em todo o mundo. Já o descarte de pneus velhos chega a atingir, anualmente, a marca de quase 800 milhões de unidades. Só no Brasil são produzidos cerca de 40 milhões de pneus por ano e quase metade dessa produção é descartada nesse período.

Visando diminuir o passivo ambiental dos pneus inservíveis no país, o CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente publicou a Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999, que trata da destinação final, de forma ambientalmente adequada e segura, dispondo sobre a reciclagem, prazos de coleta, entre outros fatores.

Uma forma encontrada para amenizar esse impacto foi a utilização das metodologias de reciclagem e reaproveitamento. Entre elas, a recauchutagem tem sido um mecanismo bastante utilizado para conter o descarte de pneus usados. O Brasil ocupa o 2º lugar no ranking mundial de recauchutagem de pneus, o que lhe confere uma posição vantajosa junto a vários países na luta pela conservação ambiental.

Há diversas tecnologias para reciclagem de pneus inservíveis. As mais simples são aquelas que utilizam processos físicos/mecânicos, através dos quais o pneu é triturado, moído e seus componentes (borracha, fibras, aço) são separados para posterior reutilização.

Os processos químicos são os que permitem obter maior leque de produtos. Assim, através de processo pirolítico por exemplo, podem ser obtidos diversos tipos de óleos e gases os quais posteriormente poderão ser utilizados como matéria-prima para combustíveis e outros produtos químicos.

Há processos catalíticos e termo-químicos com os quais é possível regenerar a borracha. As lascas são moídas e depois submetidas à digestão em vapor d'água e produtos químicos, como álcalis e óleos minerais, para desvulcanizá-las. O produto obtido pode ser então refinado em moinhos até a obtenção de uma manta uniforme ou extrudado para a obtenção de grânulos de borracha. Este material tem diversas utilidades, dentre outras, para fabricar tapetes para automóveis, passadeiras, saltos e solados de sapatos, colas e adesivos, câmaras de ar, rodos domésticos, tiras para indústrias de estofados e buchas para eixos de caminhões e ônibus.

Não obstante o crescente interesse na reciclagem e reaproveitamento de pneus, um dos principais problemas a ser enfrentado para a prática

dessas atividades é a coleta dos mesmos devido a sua dispersão e à dimensão do território brasileiro. Para sanar tal deficiência, as empresas fabricantes e importadoras estão implantando em vários estados brasileiros, junto às empresas que irão reaproveitar esses pneus, bases para coleta e entrega voluntária (PEV) de pneus.

Embora a legislação existente seja adequada, a capacidade do país para reciclagem de pneus ainda é precária, e será necessário um volume de investimentos bastante alto para se atingir o necessário nível de atendimento a demanda crescente que a legislação está obrigando os fabricantes importadores a cumprir.

A legislação ambiental brasileira - Resolução CONAMA nº 258 - aprovada em 26/08/99, exige dos fabricantes e importadores de pneus a coleta e destinação adequada, conforme é mostrado no **Quadro 3.4**.

**Quadro 3.4 - Destinação adequada de pneus**

Ano	Prozuidos no país ou importados novos	Importados reformados
2002	25%	25%
2003	50%	50%
2004	100%	125%
2005	125%	133%
2006	Haverá reavaliação pelo IBAMA	

O IBAMA controla a reciclagem de pneus inservíveis de fabricantes e importadores, conforme a Resolução CONAMA nº 258, através de manifesto onde é comprovada as quantidades de pneus que estão sendo enviadas para reciclagem, informando a origem e o nome das empresas destinatárias.

Não é muito simples criar uma demanda para um produto tão complexo. Mesmo nos países mais avançados, onde o consumidor paga uma taxa ambiental para a reciclagem de pneus, a porcentagem de pneus reciclados também é baixa. Tal situação deve-se não só ao fato dos altos investimentos envolvidos, mas também à pobre conscientização da população com relação a este aspecto. É de destacar neste ponto que, mesmo todas essas barreiras, o município de Macaé vem coletando tais resíduos (pneus) dando-lhes um destino final adequado onde a população outrora fazia em locais inapropriados.

### **3.2.1.2 Caracterização Quantitativa**

#### **3.2.1.2.1 Inventário dos Resíduos**

Para uma melhor organização da caracterização quantitativa dos resíduos que serão recebidos na CTR-Industrial de Macaé, caracterização esta necessária para o dimensionamento das áreas e

instalações contempladas para o empreendimento, tais resíduos foram inventariados (**Quadro 3.5** ao **Quadro 3.8**), observando basicamente as diretrizes definidas na Resolução CONAMA nº 313/02, adequando-as, onde necessário, às características próprias da região. As empresas que fazem parte do universo analisado foram agrupadas por tipologia com base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

As quantidades apresentadas no **Quadro 3.5** ao **Quadro 3.8** correspondem às levantadas no ano 2004 pela empresa Limpatech Serviços e Construções Ltda. conforme relatório apresentado no **Anexo 3.1**, isto é, dos resíduos industriais produzidos no município de Macaé e que tem potencial de serem enviados à CTR-Industrial ora proposta.

**Nota: O Quadro 3.8 - Inventário de Resíduos Industriais Gerados por Empresas Sediadas no Município de Macaé/RJ - Sem Classificação, refere-se ao inventário dos resíduos que somente poderão ser classificados após realização de ensaios normatizados pertinentes.**

Quadro 3.5 - Inventário de Resíduos Industriais Gerados por Empresas Sediadas no Município de Macaé/RJ - Classe I

Nº	Empresa	Tipologia CNAE	Geração Anual de Resíduos (m³) - Classe I																					
			A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	Subtotal
1	Q & B Serviços LTDA	33.14-7/14	80,00						127,27									20,00			9,60			236,87
2	FMC Technologies do Brasil S/A					1,53	0,13	38,00	22,73	6,67				4,00						8,80				81,86
3	Techblast LTDA																					2,27		2,27
4	Weatherford Ind. e Com. LDТА																							---
5	Kvaerner do Brasil LTDA																							---
6	Offshore Serviços Técnicos LTDA																						0,23	0,23
7	Petrometal Engenharia LTDA								27,27			0,16		3,48				9,00		0,25	7,20			47,37
8	Prosenge Soluções de Engenharia LTDA																							---
9	Fels Setal S/A																							---
10	Calmap Caldeiraria, Manutenção e Pintura LTDA								327,27		2,00			14,40										343,67
11	Tetra Technologies do Brasil LTDA	09.10-6/01	0,50					200,00						8,93	0,20			0,25	5,00					214,88
12	Stolt Offshore S/A																					11,36		11,36
13	Baker Hughes do Brasil LTDA							1.440,00		0,24			0,00	30,00		0,02					0,37			1.470,63
14	Brasdril Sociedade de Perfurações LTDA							412,80				0,73		129,60				168,00				508,80		1.219,93
15	BJ Services do Brasil LTDA													360,00									11,36	371,36
16	Smith International do Brasil LTDA			1,60																			0,19	1,79
17	Noble do Brasil S/C LTDA							163,20				0,67		127,20				123,30				902,40		1.316,77
18	Mendes Júnior Trading e Engenharia S/A	09.10-6/02									0,02							8,00			24,80			32,82
19	Maersk Brasil (Brasmar) LTDA												0,02	600,00				12,00						612,02
20	SBM Production Contractors Inc											0,04					12,00	105,00						117,04
21	Varco Tuboscope do Brasil	09.10-6/03																63,00			2,88			65,88
22	Brastech/Seatech Serviços Técnicos de Petróleo LTDA																					9,09		9,09
23	Alphatec Engenharia e Inspeção LTDA						3,84					0,50						261,00	2,04					267,38
24	Poland Química	52.11-7/01											160,00											160,00
		49.30-2/03																						---
25	Sextante Reparos Navais LTDA	42.92-8/02																						---
26	Chistensen Roder Prod. Serv. de Petróleo LTDA	28.51-8/00																						---
27	Fluke Engenharia LTDA													60,00				300,00						360,00
28	Petrobrás - Petróleo Brasil S/A	06.00-0/01	24.000,00		960,00		160,00	26.880,00					840,00		24,00		4.200,00					7.800,00		64.864,00
	Total		24.080,50	1,60	960,00	1,53	163,97	29.134,00	504,55	6,91	2,00	2,13	0,02	2.328,68	8,93	24,22	12,00	5.269,55	7,04	0,25	53,65	9.211,20	34,51	71.807,23

Nota: Levantamento realizado no ano de 2.004

Legenda:		CNAE	
A	Água oleosa	33.14-7/14	Cadastro Nacional de Atividades Econômicas
B	Água Raz contaminada com graxa	09.10-6	Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos para a prospecção e extração de petróleo
C	Borra oleosa	09.10-6/01	Atividades de apoio à extração de petróleo e gás natural
D	Borras de fosfato	09.10-6/02	Prestação de serviços para poços de petróleo (perfuração, limpeza, manutenção, lançamento de estruturas marinhas)
E	Borras de tinta	09.10-6/02	Suporte às plataformas (reparações, instalações, montagem, embarcações e transporte)
F	Embalagens de produtos químicos	09.10-6/03	Prestação de serviços para tubos e risers (inspeção, manutenção e reparo)
G	Embalagens de tinta	52.11-7/01	Armazens gerais - emissão de warrant
H	Equipamentos de proteção individual usados/contaminados	49.30-2/03	Transporte rodoviário de produtos perigosos
J	Granalha de ferro	42.92-8/02	Obras de montagem industrial
K	Lâmpadas fluorescentes	28.51-8/00	Fabricação de máquinas e equipamentos para a prospecção e extração de petróleo, peças e acessórios
L	Pilhas e Baterias	06.00-0/01	Extração de petróleo e gás natural
N	Resíduos de filtração (terra diatomácea)		
O	Resíduos de laboratório		
P	Resíduos de serviços de saúde		
Q	Resíduos sólidos contaminados com graxas, óleos, solventes e tintas		
T	Sucata ferrosa contaminada com óleo		
U	Tambores contaminados com óleo		
V	Não especificado		

Quadro 3.6 - Inventário de Resíduos Industriais Gerados por Empresas Sediadas no Município de Macaé/RJ - Classe IIA

Nº	Empresa	Tipologia CNAE	Geração Anual de Resíduos (m³) - Classe IIA						Subtotal
			A	B	C	D	E	F	
1	Q & B Serviços LTDA	33.14-7/14				3,50			3,50
2	FMC Technologies do Brasil S/A								---
3	Techblast LTDA							4,29	4,29
4	Weatherford Ind. e Com. LDTA								---
5	Kvaerner do Brasil LTDA								---
6	Offshore Serviços Técnicos LTDA							0,43	0,43
7	Petrometal Engenharia LTDA		20,00		0,90	2,18			23,08
8	Prosenge Soluções de Engenharia LTDA								---
9	Fels Setal S/A								---
10	Calmap Caldeiraria, Manutenção e Pintura LTDA								---
11	Tetra Technologies do Brasil LTDA	09.10-6/01							---
12	Stolt Offshore S/A							21,43	21,43
13	Baker Hughes do Brasil LTDA				7,50				7,50
14	Brasdril Sociedade de Perfurações LTDA		86,00		54,00	28,05	18,67		186,72
15	BJ Services do Brasil LTDA							21,43	21,43
16	Smith International do Brasil LTDA							0,36	0,36
17	Noble do Brasil S/C LTDA		67,20		81,00	3,00	5,33		156,53
18	Mendes Júnior Trading e Engenharia S/A	09.10-6/02			4,38	1,25			5,63
19	Maersk Brasil (Brasmar) LTDA		40,00						40,00
20	SBM Production Contractors Inc		34,00		6,00	4,50	4,00		48,50
21	Varco Tuboscope do Brasil	09.10-6/03	108,00		12,00				120,00
22	Brastech/Seatech Serviços Técnicos de Petróleo LTDA							17,14	17,14
23	Alphatec Engenharia e Inspeção LTDA		28,00		7,50				35,50
24	Poland Química	49.30-2/03							---
25	Sextante Reparos Navais LTDA	42.92-8/02							---
26	Chistensen Roder Prod. Serv. de Petróleo LTDA	28.51-8/00							---
27	Fluke Engenharia LTDA			180,00	45,00	4,50	3,33		232,83
28	Petrobrás - Petróleo Brasil S/A	06.00-0/01							---
	Subtotal		383,20	180,00	218,28	46,98	31,33	65,07	924,85

Nota: Levantamento realizado no ano de 2.004

Legenda:

- A Lixo comum
- B Lodo de fossa séptica
- C Madeira
- D Papel e papelão
- E Plásticos
- F Não especificado

CNAE	Cadastro Nacional de Atividades Econômicas
33.14-7/14	Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos para a prospecção e extração de petróleo
09.10-6	Atividades de apoio à extração de petróleo e gás natural
09.10-6/01	Prestação de serviços para poços de petróleo (perfuração, limpeza, manutenção, lançamento de estruturas marinhas)
09.10-6/02	Suporte às plataformas (reparações, instalações, montagem, embarcações e transporte)
09.10-6/03	Prestação de serviços para tubos e risers (inspeção, manutenção e reparo)
52.11-7/01	Armazens gerais - emissão de warrant
49.30-2/03	Transporte rodoviário de produtos perigosos
42.92-8/02	Obras de montagem industrial
28.51-8/00	Fabricação de máquinas e equipamentos para a prospecção e extração de petróleo, peças e acessórios
06.00-0/01	Extração de petróleo e gás natural

**Quadro 3.7 - Inventário de Resíduos Industriais Gerados por Empresas Sediadas no Município de Macaé/RJ - Classe IIBI**

Nº	Empresa	Tipologia CNAE	Geração Anual de Resíduos (m³) - Classe IIB				
			A	B	C	D	Subtotal
1	Q & B Serviços LTDA	33.14-7/14					---
2	FMC Technologies do Brasil S/A			0,27			0,27
3	Techblast LTDA					1,20	1,20
4	Weatherford Ind. e Com. LDTA						---
5	Kvaerner do Brasil LTDA						---
6	Offshore Serviços Técnicos LTDA					0,12	0,12
7	Petrometal Engenharia LTDA		0,15				0,15
8	Prosenge Soluções de Engenharia LTDA						---
9	Fels Setal S/A						---
10	Calmap Caldeiraria, Manutenção e Pintura LTDA				19,20		19,20
11	Tetra Technologies do Brasil LTDA	09.10-6/01					---
12	Stolt Offshore S/A					6,00	6,00
13	Baker Hughes do Brasil LTDA						---
14	Brasdril Sociedade de Perfurações LTDA				49,92		49,92
15	BJ Services do Brasil LTDA					6,00	6,00
16	Smith International do Brasil LTDA					0,10	0,10
17	Noble do Brasil S/C LTDA				312,72		312,72
18	Mendes Júnior Trading e Engenharia S/A	09.10-6/02					---
19	Maersk Brasil (Brasmar) LTDA						---
20	SBM Production Contractors Inc				7,20		7,20
21	Varco Tuboscope do Brasil	09.10-6/03					---
22	Brastech/Seatech Serviços Técnicos de Petróleo LTDA					4,80	4,80
23	Alphatec Engenharia e Inspeção LTDA						---
24	Poland Química	49.30-2/03					---
25	Sextante Reparos Navais LTDA	42.92-8/02			4,80		4,80
26	Chistensen Roder Prod. Serv. de Petróleo LTDA	28.51-8/00					---
27	Fluke Engenharia LTDA				144,00		144,00
28	Petrobrás - Petróleo Brasil S/A	06.00-0/01					---
	<b>Subtotal</b>		<b>0,15</b>	<b>0,27</b>	<b>537,84</b>	<b>18,22</b>	<b>556,48</b>

Nota: Levantamento realizado no ano de 2.004

Legenda:

- A Eletrodos de solda (aço carbono)
- B Microesferas de vidro
- C Sucata ferrosa limpa
- D Não especificado

CNAE	Cadastro Nacional de Atividades Econômicas
33.14-7/14	Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos para a prospecção e extração de petróleo
09.10-6	Atividades de apoio à extração de petróleo e gás natural
09.10-6/01	Prestação de serviços para poços de petróleo (perfuração, limpeza, manutenção, lançamento de estruturas marinhas)
09.10-6/02	Suporte às plataformas (reparações, instalações, montagem, embarcações e transporte)
09.10-6/03	Prestação de serviços para tubos e risers (inspeção, manutenção e reparo)
52.11-7/01	Armazens gerais - emissão de warrant
49.30-2/03	Transporte rodoviário de produtos perigosos
42.92-8/02	Obras de montagem industrial
28.51-8/00	Fabricação de máquinas e equipamentos para a prospecção e extração de petróleo, peças e acessórios
06.00-0/01	Extração de petróleo e gás natural

**Quadro 3.8 - Inventário de Resíduos Industriais Gerados por Empresas Sediadas no Município de Macaé/RJ - Sem Classificação**

Nº	Empresa	Tipologia CNAE	Geração Anual de Resíduos (m³) - Sem Classificação					Subtotal
			A	B	C	D	E	
1	Q & B Serviços LTDA	33.14-7/14						---
2	FMC Technologies do Brasil S/A				6,56			6,56
3	Techblast LTDA						1,50	1,50
4	Weatherford Ind. e Com. LTDA							---
5	Kvaerner do Brasil LTDA							---
6	Offshore Serviços Técnicos LTDA						0,15	0,15
7	Petrometal Engenharia LTDA					0,80		0,80
8	Prosenge Soluções de Engenharia LTDA							---
9	Fels Setal S/A							---
10	Calmap Caldeiraria, Manutenção e Pintura LTDA							---
11	Tetra Technologies do Brasil LTDA	09.10-6/01		7,69				7,69
12	Stolt Offshore S/A						7,50	7,50
13	Baker Hughes do Brasil LTDA							---
14	Brasdril Sociedade de Perfurações LTDA							---
15	BJ Services do Brasil LTDA						7,50	7,50
16	Smith International do Brasil LTDA						0,13	0,13
17	Noble do Brasil S/C LTDA							---
18	Mendes Júnior Trading e Engenharia S/A	09.10-6/02						---
19	Maersk Brasil (Brasmar) LTDA							---
20	SBM Production Contractors Inc							---
21	Varco Tuboscope do Brasil	09.10-6/03						---
22	Brastech/Seatech Serviços Técnicos de Petróleo LTDA						6,00	6,00
23	Alphatec Engenharia e Inspeção LTDA		2,40					2,40
24	Poland Química	49.30-2/03						---
25	Sextante Reparos Navais LTDA	42.92-8/02						---
26	Chistensen Roder Prod. Serv. de Petróleo LTDA	28.51-8/00						---
27	Fluke Engenharia LTDA							---
28	Petrobrás - Petróleo Brasil S/A	06.00-0/01						---
	<b>Subtotal</b>		<b>2,40</b>	<b>7,69</b>	<b>6,56</b>	<b>0,80</b>	<b>22,78</b>	<b>40,22</b>

Nota: Levantamento realizado no ano de 2.004

**Legenda:**

- A Líquido penetrante (para verificação de trincas em soldas). Só é possível a classificação com a realização dos ensaios normatizados pela NBR10004.
- B Matéria prima de inibição de corrosão (tiocianato e cloreto de zinco). Só é possível a classificação com a realização dos ensaios normatizados pela NBR10004.
- C Óxidos de alumínio e de ferro provenientes do processo de jateamento. Só é possível a classificação com a realização dos ensaios normatizados pela NBR10004.
- D Restos de polímeros (delrin e teflon). Só é possível a classificação com a realização dos ensaios normatizados pela NBR10004.
- E Não especificado

CNAE	Cadastro Nacional de Atividades Econômicas
33.14-7/14	Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos para a prospecção e extração de petróleo
09.10-6	Atividades de apoio à extração de petróleo e gás natural
09.10-6/01	Prestação de serviços para poços de petróleo (perfuração, limpeza, manutenção, lançamento de estruturas marinhas)
09.10-6/02	Suporte às plataformas (reparações, instalações, montagem, embarcações e transporte)
09.10-6/03	Prestação de serviços para tubos e risers (inspeção, manutenção e reparo)
52.11-7/01	Armazens gerais - emissão de warrant
49.30-2/03	Transporte rodoviário de produtos perigosos
42.92-8/02	Obras de montagem industrial
28.51-8/00	Fabricação de máquinas e equipamentos para a prospecção e extração de petróleo, peças e acessórios
06.00-0/01	Extração de petróleo e gás natural



### 3.2.1.2.2 Projeção da Geração de Resíduos

Considerando que, conforme pode ser verificado anteriormente (**item 3.2.1.2.1**) a maioria dos resíduos inventariada é oriunda da produção de petróleo e gás adotou-se, para o presente estudo, como taxa de crescimento da produção desses resíduos, à correspondente ao crescimento dessas indústrias.

Sendo assim, segundo dados da Organização Nacional da Indústria do Petróleo (ONIP, 2001), apresentados por Rosendo e outros no 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo & Gás, a produção total de óleo cru no Estado do Rio de Janeiro evoluiu de 23.2 milhões de metros cúbicos em 1990, para 49,1 milhões de metros cúbicos em 1999. Isto significa que em um período de dez anos, a produção de petróleo no Estado mais que dobrou, com crescimento absoluto de 112%, o que implica num crescimento médio anual no decênio em torno de 7,8% taxa esta que foi adotada para o presente estudo.

Para outros resíduos, que não sejam oriundos da indústria de petróleo e gás, foi adotada uma taxa de crescimento anual da sua produção igual a 4,90% que correspondente aproximadamente à taxa de crescimento anual da população urbana do município de Macaé (tal taxa foi utilizada na elaboração do projeto do Novo Aterro Sanitário desse município). Para tais resíduos, a projeção dos denominados resíduos especiais, como lâmpadas fluorescentes, pilhas comuns, baterias de celular, baterias automotivas, baterias industriais e, pneus, foi feita utilizando como ponto de partida os valores anteriormente citados no **item 3.2.1.1- Caracterização Quantitativa**.

No **Quadro 3.9** até o **Quadro 3.13** são apresentadas as projeções dos resíduos que tem potencial de serem enviados à CTR-Industrial ora proposta para uma via útil mínima de 20 anos atendendo a Instrução Técnica DECON n° 24/2007.



**Quadro 3.9 - Projeção da Geração de Resíduos Industriais - Município de Macaé/RJ (Classe I)**

Nº	Ano	Geração Anual de Resíduos (m³) - Classe I																				
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
	2004	24.080,50	1,60	960,00	1,53	163,97	29.134,00	504,55	6,91	2,00	2,13	0,02	2.328,68	8,93	24,22	12,00	5.269,55	7,04	0,25	53,65	9.211,20	34,51
	2005	25.958,78	1,72	1.034,88	1,65	176,76	31.406,45	543,90	7,45	2,16	2,30	0,02	2.510,32	9,63	26,11	12,94	5.680,57	7,59	0,27	57,83	9.929,67	37,20
	2006	27.983,56	1,86	1.115,60	1,78	190,55	33.856,16	586,33	8,03	2,32	2,48	0,02	2.706,12	10,38	28,15	13,95	6.123,66	8,18	0,29	62,35	10.704,19	40,10
	2007	30.166,28	2,00	1.202,62	1,92	205,41	36.496,94	632,06	8,66	2,51	2,67	0,03	2.917,20	11,19	30,34	15,03	6.601,31	8,82	0,31	67,21	11.539,11	43,23
	2008	32.519,25	2,16	1.296,42	2,07	221,43	39.343,70	681,36	9,33	2,70	2,88	0,03	3.144,74	12,06	32,71	16,21	7.116,21	9,51	0,34	72,45	12.439,17	46,60
1	2009	35.055,75	2,33	1.397,54	2,23	238,70	42.412,50	734,51	10,06	2,91	3,10	0,03	3.390,03	13,00	35,26	17,47	7.671,27	10,25	0,36	78,10	13.409,42	50,24
2	2010	37.790,10	2,51	1.506,55	2,40	257,32	45.720,68	791,80	10,84	3,14	3,34	0,03	3.654,45	14,01	38,01	18,83	8.269,63	11,05	0,39	84,19	14.455,36	54,16
3	2011	40.737,73	2,71	1.624,06	2,59	277,39	49.286,89	853,56	11,69	3,38	3,60	0,03	3.939,50	15,11	40,97	20,30	8.914,66	11,91	0,42	90,76	15.582,87	58,38
4	2012	43.915,27	2,92	1.750,74	2,79	299,03	53.131,27	920,14	12,60	3,65	3,88	0,04	4.246,78	16,29	44,17	21,88	9.610,01	12,84	0,46	97,84	16.798,34	62,94
5	2013	47.340,66	3,15	1.887,30	3,01	322,35	57.275,51	991,91	13,58	3,93	4,19	0,04	4.578,03	17,56	47,61	23,59	10.359,59	13,84	0,49	105,47	18.108,61	67,84
6	2014	51.033,24	3,39	2.034,51	3,24	347,50	61.743,00	1.069,28	14,64	4,24	4,51	0,04	4.935,12	18,93	51,33	25,43	11.167,63	14,92	0,53	113,70	19.521,08	73,14
7	2015	55.013,83	3,66	2.193,20	3,50	374,60	66.558,95	1.152,68	15,79	4,57	4,87	0,05	5.320,06	20,40	55,33	27,41	12.038,71	16,08	0,57	122,57	21.043,72	78,84
8	2016	59.304,91	3,94	2.364,27	3,77	403,82	71.750,55	1.242,59	17,02	4,93	5,25	0,05	5.735,02	21,99	59,65	29,55	12.977,73	17,34	0,62	132,13	22.685,13	84,99
9	2017	63.930,69	4,25	2.548,68	4,06	435,32	77.347,09	1.339,52	18,35	5,31	5,65	0,05	6.182,35	23,71	64,30	31,86	13.989,99	18,69	0,66	142,43	24.454,57	91,62
10	2018	68.917,28	4,58	2.747,48	4,38	469,27	83.380,17	1.444,00	19,78	5,72	6,10	0,06	6.664,58	25,56	69,32	34,34	15.081,21	20,15	0,72	153,54	26.362,03	98,77
11	2019	74.292,83	4,94	2.961,78	4,72	505,88	89.883,82	1.556,63	21,32	6,17	6,57	0,06	7.184,41	27,55	74,72	37,02	16.257,54	21,72	0,77	165,52	28.418,27	106,47
12	2020	80.087,67	5,32	3.192,80	5,09	545,34	96.894,76	1.678,05	22,98	6,65	7,08	0,07	7.744,80	29,70	80,55	39,91	17.525,63	23,41	0,83	178,43	30.634,89	114,77
13	2021	86.334,51	5,74	3.441,84	5,49	587,87	104.452,55	1.808,94	24,77	7,17	7,64	0,07	8.348,89	32,02	86,83	43,02	18.892,63	25,24	0,90	192,35	33.024,42	123,73
14	2022	93.068,60	6,18	3.710,30	5,91	633,73	112.599,85	1.950,03	26,71	7,73	8,23	0,08	9.000,10	34,51	93,61	46,38	20.366,26	27,21	0,97	207,35	35.600,32	133,38
15	2023	100.327,95	6,67	3.999,70	6,37	683,16	121.382,64	2.102,14	28,79	8,33	8,87	0,08	9.702,11	37,21	100,91	50,00	21.954,83	29,33	1,04	223,53	38.377,15	143,78
16	2024	108.153,53	7,19	4.311,68	6,87	736,44	130.850,48	2.266,10	31,04	8,98	9,57	0,09	10.458,88	40,11	108,78	53,90	23.667,30	31,62	1,12	240,96	41.370,56	155,00
17	2025	116.589,51	7,75	4.647,99	7,41	793,89	141.056,82	2.442,86	33,46	9,68	10,31	0,10	11.274,67	43,24	117,26	58,10	25.513,35	34,09	1,21	259,75	44.597,47	167,09
18	2026	125.683,49	8,35	5.010,53	7,99	855,81	152.059,25	2.633,40	36,07	10,44	11,12	0,10	12.154,09	46,61	126,41	62,63	27.503,39	36,74	1,30	280,02	48.076,07	180,12
19	2027	135.486,80	9,00	5.401,36	8,61	922,56	163.919,88	2.838,81	38,88	11,25	11,98	0,11	13.102,11	50,24	136,27	67,52	29.648,66	39,61	1,41	301,86	51.826,00	194,17
20	2028	146.054,78	9,70	5.822,66	9,28	994,52	176.705,63	3.060,23	41,91	12,13	12,92	0,12	14.124,08	54,16	146,90	72,78	31.961,25	42,70	1,52	325,40	55.868,43	209,31

**Notas:** Levantamento realizado no ano de 2.004

Taxa de crescimento da indústria do petróleo e gás 7,80% a.a.

**Legenda:**

A	Água oleosa	M	Resíduos oleosos
B	Água Raz contaminada com graxa	N	Resíduos de filtração (terra diatomácea)
C	Borra oleosa	O	Resíduos de laboratório
D	Borras de fosfato provenientes do tratamento de efluentes	P	Resíduos de serviços de saúde
E	Borras de tinta	Q	Resíduos sólidos contaminados com graxas, óleos, solventes e tintas
F	Embalagens de produtos químicos	R	Soluções ácidas para lavagem de equipamentos
G	Embalagens de tinta	S	Solvente sujo (Thinner)
H	Equipamentos de proteção individual usados/contaminados	T	Sucata ferrosa contaminada com óleo
J	Granalha de ferro	U	Tambores contaminados com óleo
K	Lâmpadas fluorescentes	V	Não especificado
L	Pilhas e Baterias		

**Quadro 3.10 - Projeção da Geração de Resíduos Industriais - Município de Macaé/RJ (Classe II A)**

Nº	Ano	Geração Anual de Resíduos (m³) - Classe II A					
		A	B	C	D	E	F
	2004	383,20	180,00	218,28	46,98	31,33	65,07
	2005	413,09	194,04	235,31	50,64	33,77	70,15
	2006	445,31	209,18	253,66	54,59	36,41	75,62
	2007	480,04	225,49	273,45	58,85	39,25	81,51
	2008	517,49	243,08	294,77	63,44	42,31	87,87
1	2009	557,85	262,04	317,77	68,39	45,61	94,73
2	2010	601,36	282,48	342,55	73,73	49,17	102,12
3	2011	648,27	304,51	369,27	79,48	53,00	110,08
4	2012	698,84	328,26	398,07	85,68	57,14	118,67
5	2013	753,35	353,87	429,12	92,36	61,59	127,92
6	2014	812,11	381,47	462,60	99,56	66,40	137,90
7	2015	875,45	411,22	498,68	107,33	71,58	148,66
8	2016	943,74	443,30	537,58	115,70	77,16	160,25
9	2017	1.017,35	477,88	579,51	124,73	83,18	172,75
10	2018	1.096,70	515,15	624,71	134,45	89,67	186,23
11	2019	1.182,24	555,33	673,43	144,94	96,66	200,75
12	2020	1.274,46	598,65	725,96	156,25	104,20	216,41
13	2021	1.373,87	645,34	782,59	168,43	112,33	233,29
14	2022	1.481,03	695,68	843,63	181,57	121,09	251,49
15	2023	1.596,55	749,94	909,43	195,74	130,53	271,10
16	2024	1.721,08	808,44	980,37	211,00	140,71	292,25
17	2025	1.855,32	871,50	1.056,84	227,46	151,69	315,05
18	2026	2.000,04	939,48	1.139,27	245,20	163,52	339,62
19	2027	2.156,04	1.012,75	1.228,13	264,33	176,28	366,11
20	2028	2.324,21	1.091,75	1.323,93	284,95	190,02	394,67

**Notas:** Levantamento realizado no ano de 2.004

Taxa de crescimento da indústria do petróleo e gás

7,80% a.a.

**Legenda:**

- A Lixo comum
- B Lodo de fossa séptica
- C Madeira
- D Papel e papelão
- E Plásticos
- F Não especificado

**Quadro 3.11 - Projeção da Geração de Resíduos Industriais - Município de Macaé/RJ (Classe II B)**

Nº	Ano	Geração Anual de Resíduos (m³) - Classe II B			
		A	B	C	D
	2004	0,15	0,27	537,84	18,22
	2005	0,16	0,29	579,79	19,64
	2006	0,17	0,31	625,02	21,17
	2007	0,19	0,34	673,77	22,82
	2008	0,20	0,36	726,32	24,61
1	2009	0,22	0,39	782,97	26,52
2	2010	0,24	0,42	844,05	28,59
3	2011	0,25	0,46	909,88	30,82
4	2012	0,27	0,49	980,85	33,23
5	2013	0,29	0,53	1.057,36	35,82
6	2014	0,32	0,57	1.139,83	38,61
7	2015	0,34	0,62	1.228,74	41,63
8	2016	0,37	0,66	1.324,58	44,87
9	2017	0,40	0,72	1.427,90	48,37
10	2018	0,43	0,77	1.539,27	52,14
11	2019	0,46	0,83	1.659,34	56,21
12	2020	0,50	0,90	1.788,76	60,60
13	2021	0,54	0,97	1.928,29	65,32
14	2022	0,58	1,04	2.078,70	70,42
15	2023	0,62	1,12	2.240,83	75,91
16	2024	0,67	1,21	2.415,62	81,83
17	2025	0,73	1,31	2.604,04	88,21
18	2026	0,78	1,41	2.807,15	95,10
19	2027	0,84	1,52	3.026,11	102,51
20	2028	0,91	1,64	3.262,15	110,51

**Notas:** Levantamento realizado no ano de 2.004

Taxa de crescimento da indústria do petróleo e gás

7,80% a.a.

**Legenda:**

- A Eletrodos de solda (aço carbono)
- B Microesferas de vidro
- C Sucata ferrosa limpa
- D Não especificado

**Quadro 3.12 - Projeção da Geração de Resíduos Industriais - Município de Macaé/RJ (Sem Classificação)**

Nº	Ano	Geração Anual de Resíduos (m³) - Sem Classificação				
		A	B	C	D	E
	2004	2,40	7,69	6,56	0,80	22,78
	2005	2,59	8,29	7,07	0,86	24,56
	2006	2,79	8,94	7,62	0,93	26,47
	2007	3,01	9,63	8,22	1,00	28,54
	2008	3,24	10,38	8,86	1,08	30,76
1	2009	3,49	11,19	9,55	1,16	33,16
2	2010	3,77	12,07	10,29	1,26	35,75
3	2011	4,06	13,01	11,10	1,35	38,54
4	2012	4,38	14,02	11,96	1,46	41,54
5	2013	4,72	15,12	12,90	1,57	44,78
6	2014	5,09	16,30	13,90	1,70	48,28
7	2015	5,48	17,57	14,99	1,83	52,04
8	2016	5,91	18,94	16,16	1,97	56,10
9	2017	6,37	20,42	17,42	2,12	60,48
10	2018	6,87	22,01	18,77	2,29	65,20
11	2019	7,40	23,73	20,24	2,47	70,28
12	2020	7,98	25,58	21,82	2,66	75,76
13	2021	8,60	27,57	23,52	2,87	81,67
14	2022	9,28	29,72	25,35	3,09	88,04
15	2023	10,00	32,04	27,33	3,33	94,91
16	2024	10,78	34,54	29,46	3,59	102,31
17	2025	11,62	37,23	31,76	3,87	110,29
18	2026	12,53	40,14	34,24	4,18	118,90
19	2027	13,50	43,27	36,91	4,50	128,17
20	2028	14,56	46,64	39,79	4,85	138,17

**Notas:** Levantamento realizado no ano de 2.004

Taxa de crescimento da indústria do petróleo e gás

7,80% a.a.

**Legenda:**

- A Líquido penetrante (para verificação de trincas em soldas). Só é possível a classificação com a realização dos ensaios normatizados pela NBR10004.
- B Matéria prima de inibição de corrosão (tiocianato e cloreto de zinco). Só é possível a classificação com a realização dos ensaios normatizados pela NBR10004.
- C Óxidos de alumínio e de ferro provenientes do processo de jateamento. Só é possível a classificação com a realização dos ensaios normatizados pela NBR10004.
- D Restos de polímeros (delrin e teflon). Só é possível a classificação com a realização dos ensaios normatizados pela NBR10004.
- E Não especificado

**Quadro 3.13 - Projeção da Geração de Resíduos Especiais - Município de Macaé/RJ**

Nº	Ano	Geração Anual de Resíduos (unidade)					
		Lâmpadas Fluorescentes	Pilhas Comuns	Baterias de Celular	Baterias Automotivas	Baterias Industriais	Pneus
	2.007	39.077	781.548	9.769	11.723	195	19.539
	2.008	41.016	820.313	10.254	12.305	205	20.508
1	2.009	43.050	861.000	10.763	12.915	215	21.525
2	2.010	45.185	903.706	11.296	13.556	226	22.593
3	2.011	47.426	948.529	11.857	14.228	237	23.713
4	2.012	49.779	995.576	12.445	14.934	249	24.889
5	2.013	52.248	1.044.957	13.062	15.674	261	26.124
6	2.014	54.839	1.096.787	13.710	16.452	274	27.420
7	2.015	57.559	1.151.188	14.390	17.268	288	28.780
8	2.016	60.414	1.208.286	15.104	18.124	302	30.207
9	2.017	63.411	1.268.217	15.853	19.023	317	31.705
10	2.018	66.556	1.331.121	16.639	19.967	333	33.278
11	2.019	69.857	1.397.145	17.464	20.957	349	34.929
12	2.020	73.322	1.466.443	18.331	21.997	367	36.661
13	2.021	76.959	1.539.179	19.240	23.088	385	38.479
14	2.022	80.776	1.615.522	20.194	24.233	404	40.388
15	2.023	84.783	1.695.652	21.196	25.435	424	42.391
16	2.024	88.988	1.779.756	22.247	26.696	445	44.494
17	2.025	93.402	1.868.032	23.350	28.020	467	46.701
18	2.026	98.034	1.960.686	24.509	29.410	490	49.017
19	2.027	102.897	2.057.936	25.724	30.869	514	51.448
20	2.028	108.001	2.160.010	27.000	32.400	540	54.000

**Notas:** Produção no Brasil em 2.007 (Fonte:IPT):

- Lâmpadas fluorescentes	40.000.000 unid.
- Pilhas comuns	800.000.000 unid.
- Baterias de celular	10.000.000 unid.
- Baterias automotivas	12.000.000 unid.
- Baterias industriais	200.000 unid.
- Pneus	20.000.000 unid.
População do Brasil (2.007):	190.277.816 hab.
População de Macaé (2.007):	185.889 hab.
Taxa de crescimento Macaé	4,96% hab. a.a.

### 3.3 ESTUDO DO TRÁFEGO

Não obstante que, dentre as atividades previstas para a CTR-Industrial, não inclui o transporte de resíduos a partir das fontes geradoras, são tecidas a continuação algumas considerações com relação à previsão e distribuição do tráfego das transportadoras até a CTR-Industrial.

**Nota:** Cabe destacar que o transporte de resíduos industriais, sejam eles perigosos ou não, deverá ser feito atendendo as instruções técnicas da legislação pertinente por empresas devidamente licenciadas pelos respectivos órgãos competentes.

#### 3.3.1 Breve Descrição da Gestão Existente no Município de Macaé de Resíduos Industriais

Através do levantamento dos resíduos industriais produzidos no município de Macaé (Anexo 3.1) foi constatada que a maioria das empresas visitadas tem alguma forma de gerenciamento dos seus resíduos e que a parcela perigosa dos mesmos é destinada para fora do município, notadamente, para as empresas Essencis (Magé - RJ), Plastimassa (Magé - RJ) e Tribel (Belford Roxo - RJ) conforme pode ser observado no Quadro 3.14.

**Quadro 3.14 - Principais Formas de Destinação Final Atualmente Utilizadas Macaé/RJ**

Resíduo	Destinação final atualmente utilizadas
Borras de fosfato	<ul style="list-style-type: none"> <li>Co-processamento, incineração ou aterro de resíduos industriais (Tribel)</li> </ul>
Borras de tinta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Co-processamento (Essencis, Plastimassa e Tribel)</li> <li>Incineração (Essencis e Tribel)</li> <li>Aterro de resíduos industriais (Essencis, Tribel e Vitória Ambiental)</li> </ul>
Embalagens de produtos químicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incineração (Essencis e Tribel)</li> <li>Limpeza e reciclagem dos materiais plásticos (empresas locais não informadas)</li> </ul>
Embalagens de solventes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Co-processamento (Essencis, Plastimassa)</li> </ul>
Embalagens de tinta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Devolvidas ao fornecedor (Tintas Internacional)</li> <li>Co-processamento (Essencis, Plastimassa e Tribel)</li> <li>Incineração (Essencis e Tribel)</li> <li>Aterro de resíduos industriais (Essencis, Tribel e Vitória Ambiental)</li> <li>Reciclagem (Usina de Reciclagem de Quissamã e empresas locais não informadas)</li> <li>Aterro sanitário municipal (Prefeitura de Macaé)</li> </ul>
EPI's usados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Co-processamento (Essencis, Plastimassa, Tribel e Vitória Ambiental)</li> <li>Aterro sanitário municipal (Prefeitura de Macaé)</li> </ul>
Escória de cobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reciclagem (Gerdau e empresas locais não informadas)</li> </ul>
Granalha de aço	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reciclagem (empresas locais não informadas)</li> </ul>
Granalha de ferro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Devolvidas ao fornecedor (não informado)</li> </ul>
Lâmpadas fluorescentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descontaminação e recuperação do mercúrio (Apliquim)</li> <li>Aterro de resíduos industriais (Essencis, Tribel e Vitória Ambiental)</li> <li>Incineração (Essencis, Tribel e Vitória Ambiental)</li> </ul>

Resíduo	Destinação final atualmente utilizadas
Lixo comum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aterro sanitário municipal (Prefeitura de Macaé)</li> </ul>
Lodo de fossa séptica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Landfarming, incineração ou aterro de resíduos industriais (Vitória Ambiental)</li> </ul>
Lodo de ETDI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Co-processamento, incineração ou aterro de resíduos industriais (Tribel)</li> </ul>
Madeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reciclagem (empresas locais não informadas)</li> <li>Utilização como combustível em fornos de olarias (Cerâmica Marajó)</li> </ul>
Papel e papelão	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reciclagem (Centro de Reciclagem Rio, Petrobrás e empresas locais não informadas)</li> </ul>
Pilhas e baterias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Co-processamento, incineração ou aterro de resíduos industriais (Tribel)</li> <li>Reciclagem (Suzaquin)</li> </ul>
Plásticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reciclagem (Centro de Reciclagem Rio, Petrobrás e empresas locais não informadas)</li> </ul>
Resíduos de filtração	<ul style="list-style-type: none"> <li>Co-processamento (Essencis, Plastimassa e Tribel)</li> </ul>
Resíduos de laboratório	<ul style="list-style-type: none"> <li>Co-processamento (Plastimassa)</li> <li>Incineração (Tribel e Essencis)</li> </ul>
Resíduos de serviços de saúde	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aterro sanitário municipal (Prefeitura de Macaé)</li> </ul>
Resíduos orgânicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lançados ao mar (aqueles produzidos nos navios; os produzidos nas bases das empresas são considerados lixo comum)</li> </ul>
Resíduos sólidos contaminados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Co-processamento (Essencis, Plastimassa e Tribel)</li> <li>Incineração (Tribel, Vitória Ambiental)</li> <li>Aterro de resíduos industriais (Vitória Ambiental)</li> <li>Aterro sanitário municipal (Prefeitura de Macaé)</li> </ul>
Serragem contaminada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Co-processamento (Plastimassa)</li> </ul>

Resíduo	Destinação final atualmente utilizadas
Sucata ferrosa contaminada com óleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reciclagem (Balprensa, Fermetel, Gerdau e empresas locais não informadas)</li> <li>Co-processamento, incineração ou aterro de resíduos industriais (Tribel)</li> </ul>
Tambores contaminados com óleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Co-processamento (Essencis, Plastimassa e Tribel)</li> <li>Incineração (Tribel, Vitória Ambiental)</li> <li>Aterro de resíduos industriais (Vitória Ambiental)</li> <li>Aterro sanitário municipal (Prefeitura de Macaé)</li> </ul>

Foi constatada também a existência de uma empresa local, a Ferpan, encarregada de gerir a recepção, separação e encaminhamento dos resíduos de 13 (treze) das empresas visitadas.

No **Quadro 3.15** a seguir apresenta-se a relação, extraída do site do INEA, das empresas licenciadas por esse órgão para a gestão de resíduos industriais no município de Macaé.

**Quadro 3.15 - Relação de Empresas Licenciadas para Gestão de Resíduos Industriais no Município de Macaé**

Empresa	Bairro	Transporte
Ferpan	Novo Cavaleiros	Não
Macaense Ambiental	Novo Cavaleiros	Não
TASA	Novo Cavaleiros	Sim
A.M. Consulting	Novo Cavaleiros	Sim
Technosol	Novo Cavaleiros	Sim
Vitória Ambiental	Novo Cavaleiros	Sim
Intersea Ambiental	Lagoa	Sim
Limpind	São José do Barreto	Não
Transforma	Loteamento Novo Botafogo	Sim

Fonte: [www.feema.rj.gov.br](http://www.feema.rj.gov.br)

## 3.3.2 Previsão e Distribuição do Tráfego

### 3.3.2.1 Tráfego Existente

Atualmente para o transporte dos resíduos são utilizados pelas empresas transportadoras, dentre outros, caminhões aranha, caminhões basculantes, vac-all, pick-ups, veículos adaptados, poliguindastes, caixas metálicas, caçambas estacionárias e containeres.

Então, com base no inventário das quantidades de resíduos geradas pelas empresas sediadas em Macaé e na previsão de consumo de outro

tipo de resíduos (pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, pneus, dentre outros) por parte da população desse município, estimou-se o tráfego anual por equipamento apresentado no **Quadro 3.16**.

**Quadro 3.16 - Número Médio de Viagens por Ano**

Equipamento	Quantidade de Viagens por Ano
Vac-all	374
Veículo menor Capacidade	25
Caminhão	1070
Poliguindaste	4282

**Considerações:**

Caçamba Fiorino = .....3,600 m<sup>3</sup>

Caçamba Caminhão = .....6 m<sup>3</sup>

Poliguindaste = .....6 m<sup>3</sup>

Vac-all = .....8 m<sup>3</sup>

**Nota:** Considerando que hoje em dia o resíduo industrial é levado para fora do município, ocorrerá somente um desvio do tráfego existente, direcionando o seu fluxo para o local da CTR-Industrial.

### 3.3.2.2 Tráfego Gerado

Para a previsão do tráfego gerado foi admitido que os resíduos sólidos, desde que possam ser compactados, poderão ser armazenados em contêineres e posteriormente coletados e transportados em caminhões



coletores/compactadores. Já os resíduos semi-sólidos ou líquidos, uma vez acondicionados em recipientes de polietileno ou similares, poderão ser armazenados em caçambas estacionárias e posteriormente coletados e transportados em caminhões poliguindaste.

Por outro lado, tendo em vista a falta de informações do crescimento da frota de transporte de resíduos industriais fez-se uma estimativa, desse crescimento, proporcionalmente ao crescimento da geração de resíduos domiciliares, da geração de resíduos industriais e da frota de transporte de resíduos domiciliares conforme a seguir:

- taxa de crescimento de resíduos domiciliares .....4,96% a.a.
- taxa de crescimento de resíduos industriais .....7,80% a.a.
- taxa de crescimento da frota de transporte de resíduos domiciliares (informação levantada na Prefeitura Municipal de Macaé) .3,72% a.a.
- taxa de crescimento estimada da frota de resíduos industriais  $(3,72 / 4,96) \times 7,80 = 5,85\%$  a.a.

Então, fazendo uso dessa taxa de 5,85% a.a., apresenta-se no **Quadro 3.17** a projeção do tráfego gerado.

**Nota:** Haja vista a duplicação da rodovia BR-101, o tráfego a ser gerado ao longo da vida útil do empreendimento deverá ser totalmente absorvido por essa rodovia.

**Quadro 3.17 - Projeção do Tráfego Gerado**

Ano		Quantidade de Viagens			
		Vac-all	Veículo Menor Capacidade	Caminhão	Poliguindaste
1	2.009	374	25	1.070	4.283
2	2.010	396	26	1.133	4.534
3	2.011	419	28	1.199	4.799
4	2.012	444	30	1.269	5.079
5	2.013	469	31	1.343	5.377
6	2.014	497	33	1.422	5.691
7	2.015	526	35	1.505	6.024
8	2.016	557	37	1.593	6.377
9	2.017	589	39	1.686	6.750
10	2.018	624	42	1.785	7.144
11	2.019	660	44	1.889	7.562
12	2.020	699	47	2.000	8.005
13	2.021	740	49	2.117	8.473
14	2.022	783	52	2.241	8.969
15	2.023	829	55	2.372	9.493
16	2.024	877	59	2.510	10.049
17	2.025	929	62	2.657	10.637
18	2.026	983	66	2.813	11.259
19	2.027	1.041	70	2.977	11.917
20	2.028	1.102	74	3.151	12.615

### **3.3.2.3 Distribuição do Tráfego dentro da Cidade de Macaé**

Na distribuição do tráfego apresentada a continuação, que poderá ser praticada dentro da cidade de Macaé, são apontadas as alternativas de rota levando em consideração os impactos do tráfego nas vias, buscando sempre minimizar os riscos, aumentar a segurança do trajeto e aumentar a rapidez do transporte.

Assim sendo, entre o pólo formado pelas empresas sediadas em Macaé e o local do empreendimento, seguindo o vetor de crescimento industrial desse município, existem duas possibilidades de itinerário (**Anexo 3.2 - Distribuição do Tráfego dentro da Cidade de Macaé**).

1ª - seguindo pelas linhas Verde e Azul, e

2ª - seguindo pela Rodovia Amaral Peixoto, percorrendo a orla.

Pelo menor impacto gerado, está sendo proposto como rota principal, o roteiro das linhas Verde e Azul, pois este se encontra mais afastado da orla. O roteiro que segue pela Rodovia Amaral Peixoto será a rota alternativa.

#### **3.3.2.3.1 Rota Principal**

O roteiro principal inicia-se no bairro de Novo Cavaleiro, na Av. Professor Aristeu Ferreira da Silva, seguindo na Av. Aluizio da Silva Gomes, na Linha Verde, passando pela Linha Azul até chegar na BR-101.

A ligação do bairro da Lagoa será feita pela Rodovia Amaral Peixoto, até a Av. Professor Aristeu Ferreira da Silva, continuando deste ponto pela rota principal já descrita.

O outro trecho do roteiro principal comunicará o bairro de São José do Barreto à Fazenda dos Quarenta e será feito através da Rodovia Amaral Peixoto.

A rota principal atravessa principalmente os bairros de Imboassica, Lagoa, Novo Cavaleiros, Aroeira, Botafogo Ajuda e Cabiúnas.

#### **3.3.2.3.2 Rota Alternativa**

O itinerário alternativo inicia-se em Novo Cavaleiros (Av. Professor Ferreira da Silva), chegando à Rodovia Amaral Peixoto, seguindo pela Av. Rui Barbosa (passando próximo ao píer da Petrobrás) e pela Av. Presidente Sodré. Atravessa a Ponte Engenheiro Ivan Mundim, entrando novamente na Avenida Amaral Peixoto, de onde terá acesso   BR 101,

findando o percurso na Fazenda dos Quarenta (local do empreendimento).

A rota alternativa atravessa principalmente os bairros de Imboassica, Lagoa, Cavaleiros, Imbetiba, Parque Aeroporto e Cabiúnas.

### 3.3.2.4 Distribuição do Tráfego até a CTR-Industrial

O acesso à CTR-Industrial, a partir do centro de Macaé, poderá ser feito percorrendo 18,2 km pela RJ-106 (Rodovia Amaral Peixoto), 1.800 m pela rodovia BR-101 e 725 m pela estrada MC-01 (antiga estrada para Conceição de Macabú - RJ68), perfazendo um total de 21 km aproximadamente.

Alternativamente poderá ser utilizada a RJ-168 (Rodovia do Petróleo) numa extensão de 19 km, a BR-101 numa extensão de 21 km e a mesma estrada de terra MC-01 citada anteriormente numa extensão de 725 m, perfazendo um total de 41 km aproximadamente.

Adicionalmente aos percursos acima citados, poder-se-á acessar a CTR-Industrial percorrendo 18,2 km pela Rodovia Amaral Peixoto (RJ-106), 6,2 km pela Rodovia BR-101 sentido Campos, 7 km pela RJ-182 e 11,3 km pela Estrada MC-01, perfazendo um total de 42,7 km aproximadamente.

No primeiro percurso podem ser detectados dois pontos de conflito: 1) no cruzamento da RJ-106 com a BR-101 e 2) no cruzamento da BR-101 com a MC-01. No primeiro cruzamento, denominado de "Trevo dos Quarenta", existe uma interseção em T, com três ramos conforme mostrado na **Figura 3.32**, que poderá ser utilizado tanto para o trajeto de ida como de volta sem maiores inconvenientes.



**Figura 3.2 - Cruzamento da BR-101 com a RJ-106 ("Trevo dos Quarenta").**

Já no segundo conflito, existem duas áreas de manobra elementares, uma de divergência direita que dá acesso da BR-101 à MC-01 e outra de convergência direita que acesso da MC-01 à BR-101, sentido Casimiro de Abreu, conforme pode ser observado na **Figura 3.3**. Ambas as manobras apresentam condições (traçado, pavimentação, sinalização, etc.) precárias para o tráfego veicular.



**Figura 3.3 - Cruzamento da BR-101 com a MC-01.**

No segundo e terceiro percurso, além dos dois pontos de conflito citados anteriormente, podem ser constatados, um terceiro no cruzamento da rodovia BR-101 com a rodovia do Petróleo (RJ-168) e um quarto no

cruzamento da rodovia BR-101 com a RJ-182 conforme pode ser observado na **Figura 3.4.a** e na **Figura 3.4.b**, respectivamente.

**Nota:** Embora possa ser admitido que os cruzamentos da BR-101 com a RJ-168 e da BR-101 com a RJ-168 operam normalmente, tais cruzamentos têm que ser feitos com certa precaução.



**Figura 3.4.a - Cruzamento da BR-101 com a RJ-168.**





Figura 3.5.b - Cruzamento da BR-101 com a RJ-182.

Face ao exposto, isto é, diante às condições precárias que atualmente apresentam os terminais de manobra que dão acesso à CTR-Industrial a partir da BR-101 (segundo ponto de conflito), está sendo proposto que sejam criadas de forma provisória:

- uma faixa de desaceleração, na manobra de divergência à direita, que dá acesso da BR-101 à MC-01 (terminal de saída), indo em direção à CTR-Industrial;

- uma área de manobra elementar de convergência à direita e uma faixa de aceleração, na manobra de convergência à direita, que dá acesso da MC-01 à BR-101 (terminal de entrada), saindo da CTR-Industrial;

E de forma permanente, outra interseção a aproximadamente 650m da existente, sentido Campos, ou outra a aproximadamente 900m da existente, sentido Rio de Janeiro, nos locais mostrados na **Figura 3.5**.



Figura 3.5 - Locais propostos para a nova interseção.

Cabe destacar que serão tomados os devidos cuidados com relação ao triângulo de visibilidade existente no local e que serão previstos todos os elementos necessários ao tráfego veicular, atendendo as normas pertinentes definidas pelo Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes - DNIT. Merece especial atenção a sinalização desses pontos de conflito, principalmente no que se refere à redução de velocidade.

### **3.4 ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO E DESTINO FINAL ADOTADAS**

Dependendo das suas características, os resíduos poderão ser submetidos a processos de encapsulamento (solidificação / estabilização), ser dispostos em células a granel ou devidamente acondicionados em recipientes de polietileno ou similares, serem blendados para posterior co-processamento em unidades externas à CTR-Industrial (o co-processamento de resíduos industriais já é o segundo método mais usado para destinação final de resíduos no Brasil depois dos aterros), serem tratados “ex situ” através de biopilhas e finalmente serem submetidos a processos de biolavagem e a sistemas separadores de água e óleo (SAO).

#### **3.4.1 Encapsulamento - Solidificação / Estabilização**

(Fonte: Machado de Oliveira, Débora, 2003)

Fazendo uso desta tecnologia, os resíduos tóxicos são misturados com materiais que tendem a criar uma matriz sólida altamente impermeável. Dessa forma são capturados ou fixados os resíduos dentro da matriz sólida tornando-os materiais inertes e portanto passivos de seres dispostos nos Aterros de Inertes da CTR-Industrial.

Os mecanismos deste processo de captura ou fixação podem ser físicos ou químicos ou físico-químicos, VISVANATHAN, 1996. Na aplicação da tecnologia de Solidificação/Estabilização vários agentes podem ser utilizados: cal, cimento, polímeros orgânicos, materiais termoplásticos, materiais absorventes, materiais cerâmicos, além do processo de vitrificação.

La Grega (1994) constatou que os agentes de estabilização tradicionais, como o cimento portland, o cimento pozolânico e a cal, possuem capacidade limitada para conterem os orgânicos na matriz estabilizada. Este fato limitava até pouco tempo o uso desta tecnologia aplicada para resíduos orgânicos. Por isso, agentes denominados complexos argilominerais têm sido recentemente empregados em conjunto com

outros agentes de estabilização, de modo a confinar a parte orgânica do resíduo a ser estabilizado.

La Grega e Colaboradores (1990) avaliaram a estabilização de um lodo ácido proveniente de uma refinaria. O objetivo do estudo foi avaliar a performance de quatro diferentes tipos de misturas envolvendo dois tipos de adsorventes (bentonita e atapulgita) e dois tipos de aglomerantes (cinzas volantes e cal virgem + cimento). Em uma comparação entre as diversas razões de aglomerantes e adsorventes, a mistura de cinzas volantes e atapulgita mostrou ser a melhor de todas. O teor de COT (carbono orgânico total) no extrato lixiviado foi menor quando as cinzas volantes + cal virgem foram empregadas como agente aglomerante.

Com relação aos adsorventes, constatou-se que:

- as misturas com atapulgita superaram as misturas com bentonita, revelando que argilas atapulgíticas têm maior afinidade com elementos orgânicos que as bentoníticas;
- os baixos teores de COT nos lixiviados só foram atingidos com o emprego de altos níveis de atapulgita e;

- dentre os orgânicos presentes nos lodos ácidos de refinaria, os compostos fenólicos são os mais difíceis de imobilizar.

Morgan e Colaboradores (1984) estudaram a solidificação de cinco tipos de resíduos oleosos dispostos em uma refinaria de óleo desativada, em Dallas, Texas, U.S.A. Foram testados vários agentes aglomerantes secos disponíveis localmente, incluindo argila do próprio local, cimento, cinzas leves, cimento de alto forno, resíduos de cimento de alto forno, cal virgem, resíduos de cal virgem, calcário, areia e combinação destes. Os resultados dos testes revelaram que o cimento de alto forno e a argila seca foram os materiais mais recomendados para uso no processo de solidificação, considerando os custos e a resistência das misturas.

Resultados experimentais apresentados por Neder (1998) indicam que o método de encapsulamento com Complexos Argilo Minerais é eficaz na retenção de contaminantes orgânicos oleosos no solo, ou para imobilização dos mesmos antes da disposição em aterros, conforme demonstra os resultados dos ensaios de lixiviação e solubilização dos resíduos tratados apresentados no **Quadro 3.18** a seguir.

**Quadro 3.18 - Eficiência de Remoção de Óleos e Graxas (OeG) nos Resíduos Encapsulados**

% de Argilo-Mineral	OeG Lixiviado Resíduo Bruto média (mg/l)	OeG Lixiviado Resíduo Tratado média (mg/l)	OeG Solubilizado Resíduo Tratado média (mg/l)	% Redução do Extrato Lixiviado	% Redução do Extrato Solubilizado
15% CAM 158	63.860	22	108	>99%	>99%
25% CAM 158	63.860	6	10	>99%	>99%
15% CAM 159	63.860	36	3	>99%	>99%
25% CAM 159	63.860	4	43	>99%	>99%

Recentemente Braga *et al.* (2002) apresentaram uma proposta de metodologia experimental, que visa avaliar ambientalmente, o encapsulamento de resíduos oleosos proveniente das atividades de exploração e produção de óleo e gás, através de processos à base de cimento portland e a base de argilas naturais e modificadas. Segundo o pesquisador tais processos sob o aspecto de custo/benefício podem ser competitivos em relação aos processos convencionais de destinação final de resíduos oleosos, tais como a incineração e o *landfarming*.

Assim sendo, as borras oleosas que adentrarem na CTR-Industrial serão tratadas fazendo uso desta tecnologia inicialmente com a seguinte proporção: 40% de borra oleosa e 60% de complexo-argilo-mineral. Após confirmação laboratorial da eficácia desse traço, os resíduos tratados serão encaminhados para disposição final no Aterro de Inertes previsto.

Caso contrário serão testados novos traços até conseguir o encapsulamento da borra oleosa.

### 3.4.2 Disposição em Células

Uma questão chave a ser considerada, quando é optada por este tipo de disposição, é a periculosidade do resíduo. Caso o resíduo a ser disposto tenha características que lhe confirmem periculosidade, algumas precauções serão necessárias, incluindo cobertura com uma camada de material impermeável (a fim de reduzir a infiltração de água da chuva), a drenagem de águas superficiais, o isolamento do contato dos resíduos com as águas subterrâneas através da impermeabilização do fundo da célula, coleta e tratamento do percolado, bem como medidas de segurança necessárias a este tipo de empreendimento.

Assim sendo, está sendo previsto para o presente empreendimento que os locais onde serão construídas tais células fiquem limitados às porções superiores do terreno de forma a maximizar o distanciamento da base das mesmas com o nível do lençol freático.

A disposição em células seguirá a tendência mundial de células únicas, em detrimento às ultrapassadas tecnologias por valas, de forma a aproveitar melhor o terreno por se fazer uso de uma imensa escavação,



em vez de se abrir várias valas menores, que deixam espaços inaproveitáveis entre si.

A conformação e o número de células a ser construído irão depender do tipo e quantidade de resíduo industrial a ser recebido. A configuração geométrica das mesmas será basicamente retangular, com preferência na expansão horizontal que na vertical.

A base e os taludes das células serão devidamente impermeabilizados, utilizando-se nos taludes geomembranas de sacrifício, ou material alternativo, de forma a proteger a impermeabilização dos mesmos. Será previsto todo o sistema de drenagem necessário, inclusive de um dreno testemunho que servirá para detectar qualquer anormalidade da impermeabilização de base.

Na frente de descarga dos resíduos será disponibilizada uma cobertura móvel para se evitar, até o fechamento definitivo dos módulos da célula, a formação de percolados de metais com a chuva.

O fechamento dos módulos completos da cada célula, uma vez removida a cobertura móvel, dar-se-á com argila compactada, mais uma geomembrana de PEAD ou material alternativo, seguida de drenagem, camada de solo vegetal e, por fim, paisagismo com gramíneas e/ou plantas nativas.

### 3.4.3 Blendagem / Co-processamento

Os resíduos perigosos após serem devidamente blendados poderão ser incinerados, em unidades externas à CTR-Industrial, individuais ou industriais, tais como fornos de cimento e cal, caldeiras industriais e de alto forno, isto é, dentro das dependências do empreendimento não será realizada nenhuma atividade que contemple a queima de resíduos que resulte na alteração da qualidade do ar.

Os fornos de cimento e cal, devido às altas temperaturas (1.400°C ou mais), ao grande tempo de residência dos gases e da alcalinidade do material (produto), são excelentes equipamentos para destruição de resíduos perigosos, particularmente os orgânicos halogenados. No entanto, nem todos os resíduos incineráveis serão passíveis de serem processados em fornos de cimento. Os mais usuais são os líquidos com alto poder calorífico e baixo teor de água, sólidos e metais. O teor de água normalmente é limitado a 1% em volume e o de metais deve ser baixo para evitar o entupimento dos queimadores, já o teor de sólidos geralmente é limitado a 20% (ROCCA *et al.*, 1993).

Muito embora a utilização de resíduos para substituir parcela do combustível convencional empregado nos fornos de clínquer não seja prática recente, nos últimos anos, as indústrias de cimento instaladas no Brasil têm demonstrado um interesse crescente em utilizar resíduos

como combustíveis complementares em seus fornos de produção de clínquer.

A queima de resíduos industriais em fornos de cimenteiras é limitada tanto em função das emissões de poluentes para atmosfera, quanto em decorrência da manutenção das características técnicas do cimento produzido, impondo assim sérias limitações em relação aos resíduos aceitos para serem co-processados. Muitos resíduos não têm sido aprovados para serem tratados por este processo, dentre eles os que contém compostos, tais como: dioxinas, organoclorados, precursores ou formadores de policlorados bifenilas (PCBs), explosivos, radioativos, hospitalares, agrotóxicos, pesticidas, resíduos com altos teores de cloro, enxofre e metais pesados (MENEZES *et al.*, 2000).

Segundo Santi *et al* (1999), o interesse crescente das fábricas de cimento em empregar resíduos como combustíveis complementares, associado à demanda crescente por formas de destinação de resíduos ambientalmente mais aceitáveis fez com que os órgãos ambientais estaduais apresentassem propostas para a normalização, regulação e controle ambiental das atividades relacionadas à utilização de resíduos em fornos de clínquer.

As normas que orientam as ações do INEA englobam a “Diretriz de Implantação do Sistema de Manifesto de Resíduos Industriais” de 27 de

junho de 1985, os “Padrões de Emissão de Poluentes do Ar para Processo de Destruição Térmica”, de 31 de agosto de 1993, a “Diretriz para Licenciamento de Processo de Destruição Térmica de Resíduos”, de 14 de setembro de 1993, e a “Diretriz de Destinação de Resíduos Industriais”, de 29 de novembro de 1994.

No **Quadro 3.19** estão citadas as empresas licenciadas pelo INEA para utilização de resíduos como combustível alternativo.

**Quadro 3.19 - Relação das Cimenteiras Licenciadas para Utilização de Resíduos como Combustível Alternativo**

Cimenteira	Localidade	Produção 1997 (ton/ano)
HOLDERCIM - Divisão Paraíso	Cantagalo - RJ	413.166
VOTORANTIM	Cantagalo - RJ	743.870

Fonte: Sindicato Nacional da Indústria do Cimento

**Nota:** Cabe destacar que os resíduos passíveis de serem co-processados, antes de serem encaminhados às unidades industriais acima citadas, serão devidamente acondicionados de forma a facilitar o seu manuseio e transporte.

### 3.4.4 Biopilhas

O sistema de Biopilha consistirá basicamente na oxigenação de pequenas porções de borras oleosas sobrepostas verticalmente visando acelerar a sua biodegradação. A atividade microbiana poderá ser aumentada pela adição de umidade e nutrientes como nitrogênio e fósforo.

Basicamente as Biopilhas serão construídas sobre uma base impermeável para reduzir o potencial de migração dos lixiviados para o ambiente subsuperficial. Uma malha de dutos perfurados instalados na base da pilha e conectados a um compressor garantirá a perfeita aeração do conjunto. Deverá ser prevista a construção de um sistema de coleta para o lixiviado, principalmente se for utilizado um sistema de adição de umidade. As biopilhas serão recobertas por plástico para evitar a liberação de contaminantes para a atmosfera, bem como para protegê-la das intempéries.

Beraldo de Moraes (2009) estudou o potencial de um sistema de biopilhas em degradar resíduos oleosos provenientes de refinaria de petróleo também chamado de borra de óleo, assim como a possibilidade de otimizar o mesmo através da bioestimulação (adição de fertilizantes) e bioenriquecimento (adição de inóculo).

Primeiramente, verificou a biodegradabilidade do resíduo através do método respirométrico de Bartha, quantificando o CO<sub>2</sub> emitido, observando os efeitos do uso de inóculo e de fertilizantes neste processo. Os microrganismos utilizados na produção do inóculo, fungos e bactérias, foram isolados de “landfarming” da Refinaria de Paulínia, REPLAN, Estado de São Paulo, por serem adaptados ao ambiente de estresse ocasionado pelo resíduo oleoso e por terem demonstrado capacidade em biodegradar hidrocarbonetos de petróleo, em ensaios prévios realizados em laboratório.

Foram construídas cinco biopilhas contendo solo poluído pela borra de óleo, nas constituições: 1 controle do experimento; 2 adicionada com inóculo; 3 com inóculo e fertilizante para plantas; 4 com inóculo e palha de arroz; 5 com inóculo, fertilizante e palha de arroz.

Os resultados após 350 dias demonstraram redução da quantidade de resíduo em todas as biopilhas: 67%, 70%, 75%, 82% e 79% nas biopilhas 1, 2, 3, 4 e 5 respectivamente. As biopilhas contendo palha de arroz demonstraram degradação mais rápida do resíduo, principalmente nos dois primeiros meses deste estudo, provavelmente devido ao maior número de microrganismos que foram observados nas mesmas decorrente da adição do inóculo ou estimulação da microbiota natural.

Nas condições de estudo, o inóculo adicionado nas biopilhas 2 e 3 não sobreviveram ao novo ambiente não influenciando a degradação do resíduo assim como a adição do fertilizante nas biopilhas 3 e 5 também não influenciou. Ficou evidente a importância da adição de materiais e agregados como a palha de arroz, para melhorar as características do solo quanto à aeração e permeabilidade contribuindo para acelerar a biodegradação do resíduo. Conclui-se que o sistema de biopilhas pode ser considerado uma tecnologia potencial para tratamento de resíduos oleosos de refinaria.

### 3.4.5 Biolavagem

A biolavagem ou lavagem biológica de resíduos sólidos contaminados com óleo terá como objetivo principal a transferência do contaminante da fase sólida ou viscosa para a fase líquida fazendo uso de um solvente orgânico biodegradável.

Os métodos de lavagem biológica poderão processar uma faixa abrangente de poluentes orgânicos como aromáticos, dentre outros. O processo deverá ser conduzido em uma fase líquida densa. O número de lavagens pode variar de acordo com as características do resíduo.

Os efluentes líquidos resultantes do processo serão encaminhados para tratamento em separadores de água e óleo. Já os resíduos sólidos biolavados serão encaminhados para as células de resíduos industriais ou para os Aterros de Inertes, depois da confirmação da análise de laboratório.

### 3.4.6 Separador de Água e Óleo (SAO)

A concepção básica do separador de água/óleo é a de um tanque simples que reduz a velocidade do efluente oleoso, de forma a permitir que a gravidade separe óleo da água. Como o óleo tem uma densidade menor que a da água, ele flutua naturalmente, se tiver tempo, para então se separar fisicamente.

A lei de Stokes evidencia a taxa de separação. Os principais fatores que afetam a taxa de separação são: o tamanho da gota de óleo, a densidade e a temperatura do óleo. Outros fatores também importantes são: vazão, turbulência e o tamanho das partículas óleo/contaminantes.

De acordo com a Lei de Stokes uma gota com 100ml demora 12 vezes menos que uma gota de 20ml para cair de uma determinada altura em um corpo líquido. Portanto, a estratégia básica é aumentar o tamanho da gota oleosa.

O óleo separado através deste dispositivo será acondicionado em contêineres de polietileno ou similares e armazenado em galpão para posterior refino. Já a água bruta resultante da separação será tratada através de “Air Stripping” e de filtragem utilizando carvão ativado. No **Fluxograma de Processo 3.4** (item **3.10.4 - Fluxogramas Operacionais**) é mostrada a sequência a ser seguida para o tratamento de misturas oleosas fazendo uso do sistema SAO.

## 3.5 CARACTERIZAÇÃO TOPOGRÁFICA E GEOTÉCNICA DA ÁREA

### 3.5.1 Topografia

Visando representar o relevo do terreno de forma a atender às necessidades do Projeto da CTR-Industrial foi realizado o levantamento topográfico planialtimétrico da área-objeto, na escala 1:1.500, com curvas de nível ou isópacas de metro em metro, (desenho DES-01 - *Levantamento Topográfico Planialtimétrico com Locação das Árvores a serem Removidas - no Caderno de Desenhos*).

Foi cadastrada toda a informação pertinente, dentre outras, a infraestrutura existente, a situação fundiária, os corpos hídricos superficiais (na sua maioria intermitentes) e a cobertura vegetal.

Incluem-se nesse levantamento as espécies arbóreas a serem removidas em função do cronograma de implantação do empreendimento.

Foram previstos o transporte de cotas, a materialização física dos RNs, e a utilização de coordenadas UTM - Projeção Universal Transversa de Mercator - Datum SAD69 (South America Theoretical Mathematical Model of the Earth's Sea Level Surface - Fuso 23K).

### 3.5.2 Caracterização Geotécnica

Para a caracterização geotécnica da área foram executados 21 (vinte e um) furos de sondagem dos quais 13 (treze) foram à percussão (SPT) em solo com profundidades que variaram de 5,45m a 15,45m, perfazendo um total de 175,85m, e os restantes 8 (oito) a trado (ST) em solo até uma profundidade de 3m, em todos eles, perfazendo um total de 24 m perfurados (desenho **DES-06 - Locação da Sondagem Geotécnica e Mapa Hidropotenciométrico**). Cópia do relatório da sondagem geotécnica está apresentada no **Anexo 3.3 - Relatório da Sondagem Geotécnica**.

Para determinação do coeficiente de permeabilidade do terreno foram realizados 08 (oito) ensaios de infiltração “*in situ*” às profundidades de 1, 2, 3, 5 e 6 m. Os locais onde foram realizados tais ensaios de infiltração foram definidos levando em consideração a ocupação priorizada da porção elevada do terreno.

### 3.5.2.1 Perfil do Subsolo e Espessura dos Estratos

O subsolo apresenta o seguinte perfil e espessura dos estratos:

- uma camada vegetal superficial com espessura variando de 10 cm a 75 cm;
- uma camada subjacente à camada vegetal de argila, pouco arenosa a arenosa, mole a média, na cor amarela a vermelha, com espessura variando de 2,00 m a 5,95 m na porção alta do terreno e, arenosa a muito arenosa; muito mole a mole, na cor amarela a marrom, com espessura variando de 1,70 a 4,25 m na porção baixa do terreno;
- uma camada intermediária de argila siltosa localizada somente na porção norte e alta do terreno, mais precisamente nas proximidades do furo SP-11, muito mole a rija, na cor marrom clara a vermelha variegada, com espessura de 4,40 m;
- uma camada inferior de silte pouco argiloso e pouco arenoso, média a dura, na cor variegada amarela a roxo na porção alta do terreno e, pouco arenoso e pouco argiloso a argiloso; média a dura, na cor variegada amarela a marrom na porção baixa do terreno.

### 3.5.2.2 Granulometria, Índice de Vazios e Porosidade

#### ▪ Granulometria

Os ensaios de granulometria por peneiramento com sedimentação foram realizados conforme a NBR-7181. No **Quadro 3.20** é apresentado o resumo dos resultados destes ensaios. As curvas granulométricas encontram-se no **Anexo 3.3**.

A partir dos resultados apresentados no Quadro 3.20 pode-se concluir que o solo amostrado trata-se de uma argila arenosa.

**Quadro 3.20 - Ensaios de Granulometria**

Local de coleta da amostra (Prof. 3,75 a 5,00m)	Granulometria (%)					Pedregulho
	Argila	Silte	Areia			
			Fina	Média	Grossa	
SP-01	50,06	3,04	24,02	19,98	2,75	0,45
SP-05	55,98	4,35	25,35	11,82	2,50	0,28
SP-06	53,32	1,17	42,81	0,00	2,37	0,34
SP-08	52,48	2,90	27,76	14,48	1,83	0,55
SP-10	46,59	2,77	32,74	14,62	2,01	1,25

#### ▪ Índice de Vazios e Porosidade

Para a determinação do índice de vazios e porosidade do solo nas condições mecânicas que poder-se-á apresentar como liner, foram remoldados estaticamente corpos de prova com grau de compactação 95% e desvio de umidade  $\pm 1\%$ . Após a montagem na câmara triaxial, os corpos de prova foram submetidos às pressões confinantes de 100 kPa, 200 kPa e 400 kPa. No **Quadro 3.21** são apresentados os valores dos índices de vazios e porosidade obtidos.

**Quadro 3.21 - Índice de Vazios e Porosidade**  
Amostra Coletada a 5 m de Profundidade Próximo ao Furo SP-06

Pressão confinante (kPa)	Índice de Vazios	Porosidade
100	0,76	0,43
200	0,78	0,44
400	0,76	0,43

Considerando que em argilas sedimentares antigas, em razão da compressão exercida pela sedimentação posterior àquela das argilas, a porosidade geralmente varia entre 25 e 50%, os valores acima estão acordes ao esperado.

### 3.5.2.3 Homogeneidade, Constante de Permeabilidade e Limite Líquido e de Plasticidade

#### ▪ Homogeneidade

Conforme pode ser observado nos perfis geológico/geotécnicos apresentados no desenho **DES-07** do Caderno de Desenhos, a pedoforma dos estratos do subsolo é praticamente contínua acompanhando na sua maior parte o relevo superficial do terreno. Destacam-se praticamente 05 (cinco) estratos em profundidade: uma camada vegetal, um estrato argiloso pouco arenoso a arenoso, outro argiloso siltoso, outro siltoso pouco argiloso e pouco arenoso e, um último constituído de silte pouco argiloso e pouco arenoso.

#### ▪ Coeficiente de Permeabilidade

No **Quadro 3.22** apresentam-se os coeficientes de permeabilidade “in situ” obtidos. Nos furos onde, até a profundidade ensaiada, não foi encontrado o lençol freático foram denominados de secos.

A partir dos valores do coeficiente de permeabilidade obtidos (**Quadro 3.22**), o subsolo pode ser classificado, segundo o grau de

permeabilidade (Terzaghi e Peck, 1.967), como de baixa permeabilidade ( $10^{-5}$  a  $10^{-3}$  cm/s).

**Quadro 3.22 - Profundidade do Nível d'Água e Coeficiente de Permeabilidade k “in situ”**

Nº do Furo	Prof. do Furo(m)	Profundidade do N. A. (m)	Profundidade Permeabilidade Ensaída (m)	K (cm/s)
SP-01	15,45	Seco	3,00	$1,60 \times 10^{-4}$
SP-05	15,45	Seco	3,00	$1,55 \times 10^{-4}$
SP-06	15,45	Seco	5,00	$1,02 \times 10^{-4}$
SP-08	15,45	Seco	3,00	$1,58 \times 10^{-4}$
SP-10	15,45	Seco	5,00	$1,00 \times 10^{-4}$
SP-13(*)	6,45	Seco	1,00	$1,98 \times 10^{-6}$
SP-13(*)	6,45	Seco	6,00	$1,84 \times 10^{-5}$
SP-A6	5,45	Seco	2,00	$1,42 \times 10^{-4}$

Nota: (\*) Esses ensaios foram realizados numa segunda bateria.

#### ▪ Limites de Liquidez e Plasticidade

Os ensaios de limite de liquidez foram realizados conforma a NBR-6459 e os de limite de plasticidade conforme a NBR-7180. O **Quadro 3.23** apresenta o resumo destes ensaios e a caracterização do solo à luz do gráfico de plasticidade de Casagrande.

**Quadro 3.23 - Limites de Liquidez e Plasticidade**

Local de coleta da amostra (Prof. 3,75 a 5,00m)	Limite de Liquidez LL (%)	Limite de Plasticidade LP (%)	Caracterização do Solo
SP-01	58	26	Argila siltosa inorgânica de alta plasticidade
SP-05	54	16	Silte inorgânico de alta compressibilidade
SP-06	54	25	Argila siltosa inorgânica de alta plasticidade
SP-08	53	33	Argila inorgânica de alta plasticidade
SP-10	42	27	Argila inorgânica de baixa plasticidade

#### 3.5.2.4 Posição Dinâmica do Lençol Freático

A partir do mapa hidropotenciométrico mostrado no desenho DES-06 do Caderno de Desenhos e da conformação geomorfológica claramente definida da área, isto é, uma porção à montante mais elevada com conformação típica de “meias laranjas” e outra mais baixa, onde podem ser observados dois canais naturais de drenagem superficial (porções norte e sul da área), pode-se observar que o lençol freático apresenta um deslocamento com direção e sentido da porção mais alta para a mais baixa da área nas proximidades da BR-101 e do canal natural de drenagem localizado ao norte da área.

O lençol freático na porção elevada do terreno encontra-se a profundidades abaixo dos 15 m, na porção intermediária abaixo dos



10 m, e na porção baixa, principalmente ao longo dos canais perimetrais de drenagem natural, a uma profundidade abaixo dos 0,40 m.

## **3.6 USO E DESTINAÇÃO PROPOSTAS PARA A ÁREA E EDIFICAÇÕES**

### **3.6.1 Condicionantes para a Implantação do Empreendimento**

Foram desenvolvidos diversos estudos de massa para a área visando uma ocupação racional do terreno, sendo definidos os espaços a serem ocupados por cada uma das unidades da CTR-Industrial. Assim, foram detectados vários condicionantes para a implantação do empreendimento, sendo os principais:

- presença de canais naturais de drenagem à jusante da área, na porção sul da mesma;
- presença do Aterro Sanitário do município ao norte da área proposta para a CTR-Industrial onde, o limite entre ambas áreas, foi materializado através da construção de uma estrada de terra de 890 m de comprimento aproximadamente;
- presença de área licenciada pelo INEA para implantação de Aterro Sanitário localizada a noroeste da área proposta para a CTR-Industrial cuja divisa, com a área licenciada, possui algo em torno de 370 m de comprimento (nessa área licenciada está prevista parte da ampliação do Aterro Sanitário ora implantado);
- presença da rodovia BR-101 ao sul da área proposta para a CTR-Industrial (tal rodovia limita-se com a área da CTR-Industrial através do canal natural de drenagem anteriormente citado, numa extensão aproximada de 1.570 m);
- presença da estrada de terra MC-01 (antiga estrada para Conceição de Macabú - RJ-68 que liga a rodovia BR-101 com o acesso existente do Aterro Sanitário ora implantado) a leste da área proposta para a CTR-Industrial numa extensão de 520 m aproximadamente;
- existência de acesso à área a partir da estrada MC-01, inclusive de portão de entrada, balança tipo rodoviária e prédios de controle, ora implantados durante a construção da 1ra. etapa do Aterro Sanitário;
- presença de 05 (cinco) fragmentos da Mata Atlântica (desenho **DES-12 - Uso e Ocupação da Área e Locação de Seções**, no Caderno de Desenhos) ocupando as seguintes áreas:

- ▶ **fragmento I:** 26.270 m<sup>2</sup> (localizado na porção sul da área, margeando o canal natural de drenagem),
- ▶ **fragmento II:** 22.818 m<sup>2</sup> (localizado também na porção sul da área, margeando o canal natural de drenagem),
- ▶ **fragmento III:** 7.554 m<sup>2</sup> (localizado na porção norte da área, próximo da estrada de terra que limita a área da CTR-Industrial com as terras de domínio do Aterro Sanitário ora implantado),
- ▶ **fragmento IV:** 25.657 m<sup>2</sup> (localizado na porção noroeste da área, próximo da divisa que faz esta área com a área licenciada e reservada para a ampliação do Aterro Sanitário),
- ▶ **fragmento V:** 14.685 m<sup>2</sup> (localizado também na porção noroeste da área, próximo do canal natural de drenagem e da divisa que faz esta área com a área licenciada e reservada para a ampliação do Aterro Sanitário);
- no canal natural de drenagem que margeia a MC-01, localizado a oeste da área do empreendimento, existe um outro “olho-d’água” com baixa vazão cujas águas são drenadas ao longo do canal natural;
- presença de subsolo predominantemente argiloso e em quantidade suficiente para as obras de implantação e serviços de cobertura;
- lençol freático a pouca profundidade na porção mais baixa da área;
- não apresenta morfologia extrema, isto é, terrenos muito íngremes, perigo de desmoronamento/avalanches, etc.;
- pouca ou nenhuma possibilidade de dinamização de processos erosivos e de assoreamento;
- cobertura vegetal composta, a exceção dos fragmentos da Mata Atlântica, predominantemente por pastos (praticamente não existe atividade agrícola dentro da área);
- cota máxima do terreno em torno de 61 m;
- necessidade de áreas, devidamente preparadas, para a implantação das seguintes unidades:
  - ▶ controle de entrada e pesagem;
  - ▶ administração, laboratórios e galpões;
  - ▶ bacias de acumulação de efluentes líquidos não-oleosos;
  - ▶ estação de tratamento de efluentes líquidos não-oleosos;
  - ▶ bacias para terra diatomácea;

- ▶ bacias para borras de tinta;
  - ▶ células para resíduos industriais;
  - ▶ aterros de inertes, inclusive para as bacias de acumulação dos efluentes líquidos provenientes desses aterros;
  - ▶ central de sucata e entulho de obra;
  - ▶ bacias para água oleosa;
  - ▶ bacias para resíduos metálicos oleosos;
  - ▶ bacias para resíduos não-metálicos oleosos;
  - ▶ bacias para borras oleosas;
  - ▶ encapsulamento de borras oleosas e bio-pilhas;
  - ▶ separadores de água-óleo.
- necessidade de acesso às diferentes unidades do empreendimento a partir do alinhamento geométrico da estrada de terra existente, ora construída durante a implantação do Aterro Sanitário, estabelecendo rampas, raios de curvatura e revestimentos adequados ao tráfego dos veículos, principalmente em época chuvosa;

- necessidade de área para bota-fora (estoque de material de cobertura e para os serviços de terraplenagem);
- não existe dentro do local fornecimento de água potável;
- presença de torres e linhas de transmissão de energia elétrica.

Consubstanciados nas condicionantes acima citadas e face à própria conformação topográfica do terreno, isto é, relevo ondulado (conjunto de “meias laranjas” e pequenos vales), além do sentido bem definido do escoamento das águas nessa área, tanto superficiais como profundas, está sendo proposto no presente trabalho que a ocupação da área pela CTR-Industrial seja feita da seguinte forma (vide **Anexo 3.4**):

- **porção superior:** células industriais; bacias para água-oleosa; bacias para resíduos oleosos metálicos e não-metálicos; bacias para borra oleosa; sistemas de tratamento de resíduos oleosos (encapsulamento, bio-pilha e separadores de água e óleo); e central de sucatas e entulho de obras;
- **porção intermediária:** prédios da administração; laboratórios; galpões para armazenamento de resíduos em recipientes de polietileno ou similares; bacias para efluentes líquidos não-oleosos; estação de

tratamento de efluentes líquidos não-oleosos; bacias para terra diatomácea; e bacias para borras de tinta;

- **vales:** aterros de inertes e respectivas bacias para a acumulação dos efluentes líquidos provenientes desses aterros;

**Nota:** Priorizou-se a ocupação da porção alta da área visando maximizar o distanciamento das unidades a serem implantadas em relação ao nível do lençol freático existente nesses locais.

Fazem parte também do partido adotado:

- o fechamento da área através de cerca e portão de acesso;
- a implantação de uma balança tipo rodoviária e do prédio destinado aos controladores deste equipamento;
- a implantação dos sistemas viário, de drenagem pluvial, de esgoto, e de abastecimento de água potável e energia elétrica;
- a re-vegetação através de plantio de grama nos locais expostos à intempérie e de cercas vivas, matas e bosques (corredores ecológicos).

Considerando que das unidades acima citadas, já foram implantadas, como parte das unidades do Aterro Sanitário, o portão de acesso, a balança e o prédio destinado aos controladores deste equipamento, e que tais unidades localizam-se na porção limítrofe desse aterro e da CTR-Industrial, está sendo proposto no presente EIA que tais unidades sejam utilizadas tanto pelo Aterro Sanitário como pela CTR-Industrial.

Por outro lado, visando otimizar a ocupação da área de forma a minimizar os efeitos da intempérie (principalmente da chuva), está sendo proposto que a implantação das unidades da CTR-Industrial seja feita de forma gradativa função do tipo e quantidade de resíduo recebido.

Assim, uma vez implantadas todas as unidades da CTR-Industrial, a área destinada para esse empreendimento, de aproximadamente 628.773 m<sup>2</sup>, será ocupada da seguinte forma:

- unidades da CTR-Industrial: ..... 158.870 m<sup>2</sup> (≈ 25%)
- fragmentos da Mata Atlântica: ..... 96.984 m<sup>2</sup> (≈ 15%)
- canais naturais de drenagem: ..... 90.000 m<sup>2</sup> (≈ 14%)
- áreas reflorestadas: ..... 46.600 m<sup>2</sup> (≈ 7%)

- corredores ecológicos: ..... 12.376 m<sup>2</sup> (≈ 2%)

**Nota:** A localização dos fragmentos da Mata Atlântica e dos canais naturais de drenagem, anteriormente citados, proporcionarão um afastamento maior a 50 m entre a faixa de domínio da rodovia BR-101 e o terreno proposto para a CTR-Industrial.

### 3.6.2 Ocupação de Massa

A definição do uso e destinação da área destinada ao empreendimento consubstanciou-se na caracterização qualitativa/quantitativa dos resíduos e sua respectiva projeção para uma vida útil mínima de 20 (vinte) anos, e nas alternativas de tratamento e disposição final apresentadas no item 3.4.

**Nota:** Cabe destacar que as áreas reservadas para a expansão de algumas das unidades contempladas, conforme mostrado no desenho DES-12 - **Uso e Ocupação da Área e Locação de Seções**, objetivam um acréscimo da vida útil das mesmas a partir dos 20 anos mencionados.

Assim, a área a ser ocupada pelas instalações da CTR-Industrial foi dividida em nove setores conforme explanação a seguir (desenho DES-

**05 - Arranjo Geral - Setores 1 ao 9, Corredores de Biodiversidade e Áreas de Reflorestamento).**

#### 3.6.2.1 Setor 1

O setor 1, destinado ao controle da entrada e pesagem dos resíduos, fica localizado nas proximidades do portão de acesso ao empreendimento (cota 28,50 m). Este setor, sendo também parte do Novo Aterro Sanitário, encontra-se parcialmente construído.



Figura 3.6 - Vista Geral do Setor 1

Assim, conforme pode ser observado no DES-02 e na figura acima, a ocupação desse setor deu-se em duas áreas, uma com 732 m<sup>2</sup> destinada as dependências do controle de entrada (prédios de controle e módulo de apóio) e outra com 1.925 m<sup>2</sup> destinada ao controle de pesagem dos resíduos (prédio da balança, dique de lavagem/lubrificação e balança tipo rodoviária). Para maiores detalhes dessas edificações (item 3.7.10 - Projeto das Edificações).

### 3.6.2.2 Setor 2

O Setor 2, a ser implantado logo a seguir da unidade do controle de entrada, será destinado à unidade administrativa inclusive laboratório, ao prédio da oficina, aos galpões de armazenagem temporário, e para experiências de novas tecnologias de tratamento. Possui uma área de 8.765 m<sup>2</sup> e localiza-se na cota 35 m. Para maiores detalhes dessas edificações (item 3.7.10 - Projeto das Edificações).



Figura 3.7 - Vista Geral do Setor 2

Como pode ser observado no desenho DES-12 - *Uso e Ocupação da Área e Locação de Seções* - no Caderno de Desenhos, para este Setor 2 foi reservada uma área de 1.570 m<sup>2</sup> para a ampliação dos galpões.

### 3.6.2.3 Setor 3

O setor 3, a ser implantado na porção superior do setor 2, será destinado à Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos não Oleosos



e/ou alternativamente às Bacias de Armazenamento Temporário desses efluentes líquidos não-oleosos (prévia à definição da alternativa de tratamento e destinação final), de terra diatomácea (Bacia 4), de borras de tintas (Bacia 5), e de embalagens de produtos químicos e de tintas (Bacia 6). Este setor possui uma área de 10.937 m<sup>2</sup> e localiza-se na cota 40,50 m.



Figura 3.8 - Vista Geral do Setor 3

Considerando que o número de bacias a ser implantado irá depender da quantidade de resíduos a ser recebida apresenta-se, no **Quadro 3.24** a sequência de implantação dessas Bacias 4, 5 e 6 em função do tempo e para um horizonte de 20 anos que corresponde à vida útil mínima do empreendimento.

**Quadro 3.24 - Cronograma de Implantação das Bacias 4, 5 e 6**

Ano	Quantidade Acumulada		
	Bacia 4	Bacia 5	Bacia 6
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	2	2
4	1	2	2
5	1	2	2
6	1	2	2
7	1	2	2
8	1	2	2
9	1	2	2
10	1	2	2
11	1	3	3
12	1	3	3
13	1	3	3
14	1	3	3
15	1	3	3
16	1	3	3
17	1	4	4
18	1	4	4
19	1	4	4
20	1	4	4

### 3.6.2.4 Setor 4

O Setor 4, a ser implantado na porção superior do setor 3, será destinado às células industriais e às bacias de acumulação, para posterior tratamento, dos efluentes líquidos provenientes dessas células. Tal setor possui uma área de 29.016 m<sup>2</sup> e localiza-se na cota 51 m. Foi reservada uma área de ampliação para as células de 33.245 m<sup>2</sup>.



Figura 3.9 - Vista Geral do Setor 4

As células foram agrupadas em três diferentes conjuntos, função do resíduo a ser aterrado nas mesmas (destino final), conforme a seguir.

#### ■ Célula Tipo 1

As células tipo 1 serão destinadas para o aterramento dos seguintes resíduos:

- ▶ provenientes das indústrias: granalha de ferro, lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias, eletrodos de solda, e microesferas de vidro;
- ▶ provenientes do município, denominados de resíduos especiais: lâmpadas fluorescentes, pilhas comuns, baterias de celular, baterias automotivas e, baterias industriais.

#### ■ Célula Tipo 2

As células tipo 2 serão destinadas para o aterramento, devidamente acondicionados, de água raz contaminada com graxa, borras de fosfato, borras de tinta, soluções ácidas e, solvente sujo (*thinner*).



▪ Célula Tipo 3

Finalmente, as células tipo 3 serão destinadas ao aterramento de resíduos de laboratório devidamente acondicionados.

No **Quadro 3.25** apresenta-se o cronograma de implantação das Células Industriais Tipo 1 à Tipo 3. Tal implantação será função da quantidade de resíduos recebida ao longo da vida útil do empreendimento (20 anos).

**Quadro 3.25 - Cronograma de Implantação das Células 1, 2 e 3**

Ano	Quantidade Acumulada		
	Célula Tipo 1	Célula Tipo 2	Célula Tipo 3
1	1	1	1
2	1	1	1
3	1	1	1
4	1	1	1
5	1	2	1
6	2	2	1
7	2	2	1
8	2	3	1
9	2	3	1
10	2	3	1
11	3	4	1
12	3	4	1
13	3	5	1
14	3	5	1
15	4	6	1
16	4	6	1
17	4	7	1
18	5	8	2
19	5	9	2
20	6	10	2

### 3.6.2.5 Setor 5

O Setor 5, a ser implantado na porção mais alta do terreno (cota 52 m), numa área de 9.858 m<sup>2</sup>, será destinado às bacias de armazenamento temporário de resíduos líquidos e sólidos contaminados com óleo, tais como:

- líquidos (Bacia 1): água oleosa;
- metálicos (Bacia 3A): resíduos contaminados com graxas, óleos, solventes e tintas; sucata ferrosa; tambores;
- sólidos não metálicos (Bacia 3B): equipamentos de proteção individual; resíduos contaminados com graxas, óleos, solventes e tintas; e tambores.



Figura 3.10 - Vista Geral do Setor 5

Nesse local será construído também o tanque onde serão lavados e descontaminados os resíduos sólidos contaminados com óleo.

No **Quadro 3.26** a seguir apresenta-se o cronograma de implantação das Bacias 1, 3A e 3B. Tal implantação também será função da quantidade de resíduos recebida ao longo da vida útil do empreendimento (20 anos).

**Quadro 3.26 - Cronograma de Implantação das Bacias 1, 3A e 3B**

Ano	Quantidade Acumulada		
	Bacia 1	Bacia 3A	Bacia 3B
1	1	1	1
2	1	1	1
3	2	1	1
4	2	1	1
5	2	1	1
6	2	1	1
7	2	1	1
8	2	1	1
9	2	1	1
10	2	1	1
11	2	1	1
12	3	2	2
13	3	2	2
14	3	2	2
15	3	2	2
16	3	2	2
17	4	2	2
18	4	2	2
19	4	2	2
20	4	2	2

### 3.6.2.6 Setor 6

O Setor 6, a ser implantado na porção à jusante do setor 5, de forma a poder conduzir os líquidos oriundos desse setor 5 até o setor 6 unicamente por gravidade, será destinado às seguintes instalações:

- Sistema Separador de Água e Óleo (SAO);
- Galpão de armazenamento temporário do óleo proveniente do SAO;
- Bacias de armazenamento temporário de borras oleosas (Bacia 2);
- Bacias para armazenamento do Complexo-Argilo-Mineral (CAM); e
- Sistema de encapsulamento para tratamento das borras oleosas.

Tal setor possui uma área de 13.253 m<sup>2</sup> e localiza-se na cota 44 m.



**Figura 3.11 - Vista Geral do Setor 6**

No **Quadro 3.27** apresenta-se o cronograma de implantação das Bacias 2 e das destinadas ao armazenamento do Complexo-Argilo-Mineral (CAM) função da quantidade de resíduos recebida, e do complexo produzido, ao longo da vida útil mínima de 20 anos prevista para o empreendimento.

**Quadro 3.27 - Cronograma de Implantação das Bacias 2 e CAM**

Ano	Quantidade Acumulada	
	Bacia 2	Bacia para armazenamento do CAM
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	1	1
7	1	1
8	2	2
9	2	2
10	2	2
11	2	2
12	2	2
13	2	2
14	2	2
15	2	2
16	2	2
17	3	3

Ano	Quantidade Acumulada	
	Bacia 2	Bacia para armazenamento do CAM
18	3	3
19	3	3
20	3	3

Nota: CAM = Complexo-Argilo-Mineral

### 3.6.2.7 Setor 7

O Setor 7, a ser implantado na cota 40 m, com uma superfície de 12.887 m<sup>2</sup>, será destinado às Centrais de Sucatas e de Entulho.



**Figura 3.12 - Vista Geral do Setor 7**

Na Central de Sucatas serão armazenados de forma temporária para posterior reciclagem, uma vez lavados e descontaminados, os seguintes resíduos: embalagens de produtos químicos, equipamentos de proteção individual e, tambores.

Na Central de Entulho, também serão armazenados de forma temporária para posterior reciclagem os seguintes resíduos: madeira, papel e papelão, plásticos, sucata ferrosa limpa e pneus.

### 3.6.2.8 Setor 8

O Setor 8 será destinado à implantação de um Aterro de Inertes (Aterro de Inertes I) onde será armazenado o produto resultante do encapsulamento da borra oleosa, uma vez constatado que o teor de óleo em massa presente nessa mistura seja igual ou menor a 5%. Nesse aterro também será armazenada a terra diatomácea.

O aterro será conformado por 4 camadas sobrepostas de 4 m de espessura perfazendo uma altura total de 16 m, a partir da cota 24 até a cota 40 m. Ocupará uma área, em projeção horizontal, de 12.136 m<sup>2</sup>. Na porção inferior desse aterro está sendo prevista a construção de uma bacia para a acumulação dos efluentes líquidos provenientes do maciço do aterro para posterior tratamento.



Figura 3.13 - Vista Geral do Setor 8

### 3.6.2.9 Setor 9

O setor 9 será destinado para a implantação de um outro aterro de Inertes (Aterro de Inertes II) onde será dado destino final, através de aterramento, aos seguintes resíduos:

- rejeito de embalagens de tinta após biolavagem/descontaminação;



- rejeito de sucata ferrosa uma vez retirado o óleo através de biolavagem/descontaminação;
- madeira não re-aproveitável;
- papel e papelão não re-aproveitável;
- plásticos não re-aproveitáveis;
- sucata ferrosa lima não re-aproveitável;
- pneus não re-aproveitáveis.



Figura 3.14 - Vista Geral do Setor 9

O Aterro será conformado por 4 camadas sobrepostas de 4 m de espessura perfazendo uma altura total de 16 m, a partir da cota 24 até a cota 40 m. Ocupará uma área, em projeção horizontal, de 11.876 m<sup>2</sup>. Na porção inferior desse aterro está sendo prevista também a construção de uma bacia para a acumulação dos efluentes líquidos para posterior tratamento.

A ampliação desse Aterro de Inertes II dar-se-á no local destinado à terceira ampliação das células industriais (setor 10), conforme pode ser observado no desenho **DES-12 - Uso e Ocupação da Área e Locação de Seções**. A conformação de tal ampliação será de 4 camadas sobrepostas de 4 m de espessura perfazendo uma altura total de 16 m, a partir da cota 32 até a cota 48 m. Ocupará uma área, em projeção horizontal, de 12.788 m<sup>2</sup>. Na porção inferior dessa ampliação está sendo prevista também a construção de uma bacia para a acumulação dos efluentes líquidos para posterior tratamento.

**Nota:** O platô final da ampliação do Aterro de Internes II será destinado à ampliação do Setor 4 destinado a implantação de células industriais.

### 3.6.2.10 Unidades Complementares

Além das unidades que fazem parte dos setores anteriormente descritos serão implantadas complementarmente, como parte da CTR-Industrial, as seguintes unidades:

- Corredores Ecológicos

Haja visto que, dos 05 (cinco) fragmentos da Mata Atlântica existentes no terreno ora em análise (desenho **DES-12** no Caderno de Desenhos), 3 (três) deles apresentam condições favoráveis à criação de corredores ecológicos, está sendo proposta, no presente trabalho, a implantação de corredores de biodiversidade entre esses fragmentos de forma a favorecer o intercâmbio da flora e da fauna local, restabelecer o equilíbrio ecológico desses fragmentos, enfim, recuperar essa porção da Mata Atlântica.

- Reflorestamento da Área de Preservação Permanente

Haja vista a existência de uma surgência d'água ("olho" d'água) na porção oeste do canal natural de drenagem, mais precisamente no local limítrofe com a estrada MC-01, está sendo proposto que o entorno da surgência, num raio igual ou maior a 50m, seja protegido através de reflorestamento, vide RAPP (Reflorestamento da Área de Preservação

Permanente) no desenho **DES-05**. Tal reflorestamento, por extensão, passará a atuar como uma barreira vegetal.

- Cerca Viva

O plantio da Cerca Viva dar-se-á preferencialmente ao longo da estrada MC-01, margeando internamente à cerca de fechamento da área de arame farpado existente. Será utilizada nesse plantio, dentre outras, a espécie Sansão-do-Campo (*Mimosa caesalpineafolia*).

- Áreas a serem Reflorestadas (Barreira Vegetal)

De forma a recuperar a cobertura vegetal outrora existente nas áreas indicadas no desenho **DES-05** será feito o reflorestamento dessas áreas através do plantio de espécies vegetais nativas da Mata Atlântica tais como, Caroba (*Jacaranda micrantha*), Angico (*Anadenanthera peregrina*), dentre outras.

- Proteção, Isolamento e Sinalização da Área do Empreendimento (unidades existentes)

O fechamento da área foi viabilizado através da instalação de um portão de acesso à área e de uma cerca composta de mourões de concreto cravados no terreno, e fixados com fios de arame farpado ou



alternativamente com alambrado olímpico (vide desenhos DES-03 e DES-04 no Caderno de Desenhos).

- Placas de Identificação e Sinalização

Deverão ser colocadas placas de identificação do empreendimento, conforme modelos estabelecidos pela Prefeitura Municipal de Macaé.

Nas laterais das pistas de acesso e circulação interna da CTR-Industrial, serão dispostas placas indicativas de acesso às células dos resíduos industriais e outras unidades operacionais, orientando aos motoristas a localização exata para manobra e descarregamento dos resíduos.

A título de atentar para os riscos existentes, serão dispostas placas de advertência das condições operacionais e do EPI a ser utilizado tanto pelos funcionários da CTR-Industrial como pelas pessoas autorizadas à visita do local nos moldes, por exemplo, mostrados na **Figura 3.15**.



Figura 3.15 - Placa Informativa/Advertência do EPI a ser Utilizado

### 3.7 PROJETOS DOS SISTEMAS E DAS INSTALAÇÕES

São apresentados a seguir a concepção básica dos diferentes sistemas e instalações que farão parte da CTR-Industrial cujo detalhamento será apresentado no respectivo projeto executivo.

#### 3.7.1 Projeto do Sistema Viário Interno

O sistema viário interno desenvolver-se-á com rampas e raios de curvatura adequados e em condições de tráfego de forma a viabilizar a comunicação, a partir do portão de acesso, com todas as unidades que fazem parte da CTR-Industrial, principalmente em época chuvosa (vide desenho **DES-08 - Locação Horizontal do Sistema Viário Interno**).

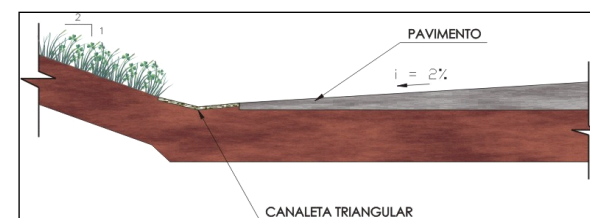
Esse sistema ficará composto basicamente por dois tipos de vias. Uma com 8 m de largura, denominada de Acesso principal (já implantada), e outra com 6m de largura, denominada de Acesso Secundário (Acessos 1, 2 e 3) que viabilizará a comunicação, a partir do Acesso Principal, com todas as unidades da CTR-Industrial.

O pavimento dessas vias será composto por uma camada asfáltica (concreto betuminoso usinado a quente - CBUQ) de 8 cm de espessura

sobrejacente a uma camada de solo+brita compactada de 30 cm de espessura executada sobre leito regularizado e/ou reforçado.

**Nota:** Alternativamente poderá ser utilizado outro tipo de pavimento desde que ofereça as mesmas condições técnicas ou superiores às do pavimento asfáltico.

Deverão possuir caimento transversal de 2% para escoamento das águas superficiais conforme mostrado na **Figura 3.16**.



**Figura 3.16 - Seção típica dos acessos**

Os volumes geométricos estimados para a execução dos acessos internos, inclusive para a pavimentação dos mesmos, são mostrados no **Quadro 3.28**.

**Quadro 3.28 - Volumes geométricos estimados da movimentação de terra e de pavimentação dos acessos internos**

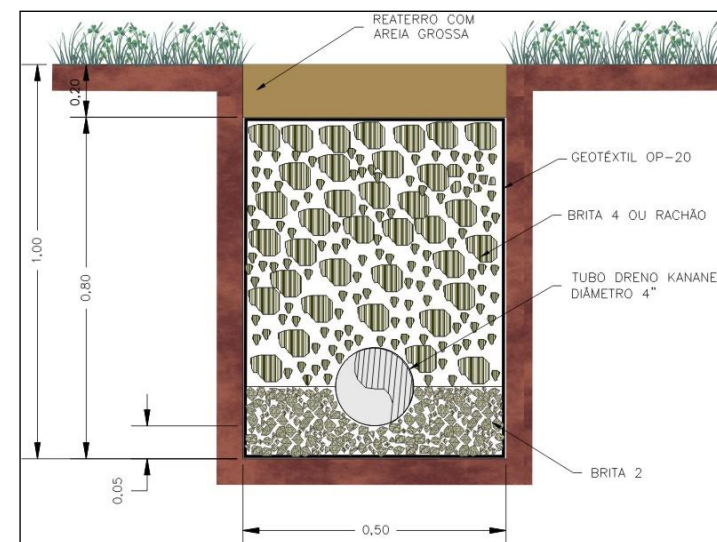
Acesso	Terraplenagem		Pavimentação	
	Corte (m³)	Aterro (m³)	Solo+brita (m³)	CBUQ (m²)
Principal	1.273	1.580	2.130	568
Secundário	2.705	2.032	1.164	310
<b>Total</b>	<b>4.056</b>	<b>3.612</b>	<b>3.294</b>	<b>878</b>

Nota: Espessura CBUQ = 8 cm.

### 3.7.2 Projeto do Sistema de Drenagem de Águas Subsuperficiais

Tendo em vista que a base dos Aterros de Resíduos Inertes ficará praticamente assente nos talvegues dos vales fechados destinados a essas unidades, onde o lençol freático encontra-se a pouca profundidade, foi prevista nesses locais, além do aterramento para impermeabilização da base, a construção de um sistema de drenagem subsuperficial de forma a evitar o surgimento de subpressões que possam colocar em risco a base desses aterros.

Tal sistema consiste basicamente numa rede coletora do fluxo d'água subsuperficial concebida nos moldes de trincheiras drenantes onde a linha de drenos faz coincidência com o eixo longitudinal do talvegue, conforme mostrado na **Figura 3.17**.



**Figura 3.17 - Seção típica do dreno subsuperficial**

Nos inícios de todas as linhas de drenagem, deverá ser prevista uma bacia feita com brita 4 ou rachão de forma a direcionar o escoamento das águas ora existentes nas proximidades desses locais para dentro do dreno, conforme mostrado na **Figura 3.18**.

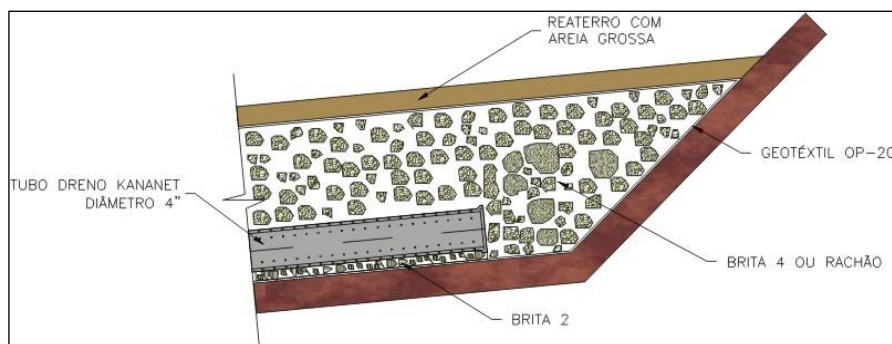


Figura 3.18 - Detalhe do início da drenagem

O dreno deverá ser construído conforme as etapas a seguir:

- escavação de valas com 0,50m de largura e 1m de profundidade;
- regularização, nivelamento e compactação do fundo da vala (declividade longitudinal do fundo = 1%);
- envelopamento da vala com geotêxtil RT-10 da Bidim, ou similar, prevendo as sobras necessárias ao envelopamento do preenchimento da brita;
- preenchimento da vala com brita 2 até uma altura de 10 cm (berço da tubulação);

- assentamento de tubos dreno tipo Kananet de 4" de DN ou de tubos de concreto poroso de 400 mm de DN;
- preenchimento da vala com brita nº 4 ou rachão, até uma altura de 80 cm medidos a partir da base da vala;
- fechamento das sobras do geotêxtil (envelopamento das britas 2 e 4);
- re-aterro e selamento com solo argiloso, numa espessura de 20 cm;
- re-aterro da vala (onde necessário), com o material escavado, até atingir a cota do terreno;
- comunicação da saída da linha de drenos com caixa de passagem/inspeção.

### 3.7.3 Projeto de Terraplenagem

Haja vista o partido adotado para o empreendimento, isto é, a obtenção da totalidade do material de cobertura da própria área a ser destinada à CTR-Industrial, toda a movimentação de terra prevista levou em consideração, além da uma correta construção dos espaços destinados

às diferentes unidades contempladas, o material de cobertura necessário para as células industriais e para os aterros de inertes.

Sendo assim, os serviços de terraplenagem previstos tratam-se basicamente de serviços de escavação e aterramento em locais pré-definidos para a implantação do sistema viário interno (apresentado no **item 3.7.1**) e das diferentes unidades que fazem parte da CTR-Industrial (**item 3.6 - Uso e Destinação da Área e Edificações**) conforme a seguir:

- **Setor 1:** portão, portaria, controle de entrada e pesagem;
- **Setor 2:** administração, laboratórios e galpões para armazenamento temporário de resíduos;
- **Setor 3:** ETE para efluentes líquidos não-oleosos e bacias para terra diatomácea e borras de tintas;
- **Setor 4:** células para resíduos industriais;
- **Setor 5:** bacias para água oleosa e para resíduos metálicos e não-metálicos oleosos;
- **Setor 6:** sistema separador de água e óleo, encapsulamento e biopilhas;

- **Setor 7:** central de sucatas e entulho de obra;
- **Setor 8:** aterro de inertes I e bacia de acumulação de efluentes líquidos;
- **Setor 9:** aterro de inertes II e bacia de acumulação de efluentes líquidos.

### 3.7.3.1 Estudo de Estabilidade

Visando definir as declividades dos taludes resultantes dos serviços de terraplenagem e da disposição de resíduos, foram levados a cabo estudos de estabilidade da configuração final dos Aterros de Inertes cuja memória de cálculo é apresentada no **Anexo 3.5**.

Com base nas informações geotécnicas apresentadas no item 3.5.2, aliada à pesquisa bibliográfica de correlações e experiência do pessoal técnico envolvido com o presente trabalho, foram adotados para os materiais que fazem parte da feição analisada, os parâmetros de resistência e peso específico apresentados no **Quadro 3-29**.

Para poder levar em consideração a influência da poro-pressão gerada pelos líquidos infiltrados fez-se uso do parâmetro de poro-pressão  $r_u$ .

igual a 0,10, valor este que geralmente apresentam aterros de inertes geotecnicaamente estáveis na fase de fechamento.

**Quadro 3-29 - Parâmetros de Resistência e Peso Específico**

Material	Coesão kPa)	Ângulo de Atrito (graus)	Peso Específico (kN/m <sup>3</sup> )
Resíduos Sólidos + Cobertura	10	20°	16
Solo Compactado	15	28°	19
Solo Natural	5	25°	18

Assim foi obtido, para a feição final dos aterros de inertes mostradas nos desenhos **DES-13** a **DES-15** (vide Caderno de Desenhos), os seguintes fatores de segurança ao escorregamento (F.S.):

**Quadro 3.30 - Fatores de Segurança ao Escorregamento (FS)**

Aterro	Fator de Segurança (FS)
Aterro de Inertes I	1,486
Aterro de Inertes II	1,463
Aterro de Inertes II (Ampliação)	1,554

Esses fatores podem ser considerados bastante adequados (dentro das limitações do método de análise - BISHOP -), partindo da premissa que o grau de segurança necessário ao empreendimento seja de médio a alto, com fator de segurança ao escorregamento de 1,40 a 1,50 (ou superior) conforme NBR 11682 - Estabilidade de Taludes.

**Nota:** Considerando que os resíduos inertes serão dispostos no terreno (vales fechados) após preparo do mesmo que consiste basicamente na limpeza do terreno, impermeabilização de base e construção da bacia de acumulação, não foi analisada a estabilidade dos taludes naturais tendo em vista que atualmente eles encontram-se geotecnicaamente estáveis.

A partir da análise de estabilidade acima apresentada, foram definidos os seguintes taludes mínimos a serem observados durante a implantação/operação dos aterros de inertes:

- taludes de corte em solo natural: ..... 1(v):1(h)
- taludes de aterro (solo): ..... 1(v):1,5(h)
- taludes do depósito de resíduos: ..... 1(v):2(h)

Adicionalmente, serão observadas as seguintes recomendações:

Na execução dos serviços de corte deverão ser observadas e seguidas as recomendações indicadas na “ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DNER-ES-T 03-70 CORTES”.

Na execução dos serviços de aterro deverão ser observadas e seguidas as recomendações indicadas na “ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DNER-ES-T 05-70 ATERROS”.

Na execução dos serviços de empréstimo deverão ser observadas e seguidas as recomendações indicadas na “ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DNER-ES-T 04-70 EMPRÉSTIMOS”.

### 3.7.3.2 Escavação e Aterramento

As escavações serão realizadas dentro dos alinhamentos, greides e dimensões previstas para cada uma dessas unidades conforme mostrado no desenho **DES-12** do Caderno de Desenhos. Todas as escavações serão precedidas das operações de limpeza, e/ou destocamento, e/ou desmatamento conforme cronograma apresentado no **Quadro 3.43 - Cronograma de Implantação da CTR-Industrial**. Os materiais aproveitáveis das escavações serão usados na construção dos aterros previstos e de outras obras permanentes ou temporárias, e nos serviços de cobertura dos resíduos, de acordo ao plano de terraplenagem e operação previsto para o empreendimento.

As bacias dos Aterros de Inertes, destinadas a acumulação dos efluentes gerados nesses aterros, deverão ser construídos nas medidas

estabelecidas e em camadas de no máximo 0,20 m de espessura, muito bem compactadas (>95% P.N.). Na face externa dos taludes formados, além dos cuidados de desviar ao máximo as águas das chuvas para que estas não possam causar erosões no maciço de terra, deverá de imediato, ser executado um revestimento vegetal adequado para reduzir os efeitos das águas das chuvas.

**Nota:** Cabe destacar que a porção à montante dessas bacias será utilizada também como dique de disparo da disposição dos resíduos inertes.

Os solos inconsolidados (solo mole orgânico, lama, etc.) presentes nas áreas mais baixas do terreno e/ou nas áreas alagadiças têm baixíssima capacidade de suporte e, portanto poderão apresentar elevados recalques se carregados, impossibilitando assim a execução de qualquer estrutura de solo (aterros, acessos, etc.) sobre os mesmos. Impõe-se, portanto, a retirada destes materiais do local onde eles aparecem. O material escavado, devido à suas características mecânicas, não será reutilizado para aterros, sendo transportado para “bota-fora”.

Os volumes estimados (geométricos) resultantes dos serviços de escavação e aterramento para a implantação de todas as unidades, inclusive da impermeabilização de base dos Aterros de Inertes, estão apresentados no **Quadro 3.31**.



**Quadro 3.31 - Volumes geométricos estimados dos serviços de terraplenagem**

Setor	Cota (m)	Terraplenagem (m³)	
		Corte	Aterro
1	28,50	1.150	370
2	35,00	18.000	2.100
2 (ampliação)	35,00	2.700	780
3	40,50	50.592	---
4	51,00	129.000	---
4 (1ª ampliação)	48,00	60.990	---
4 (2ª ampliação)	48,00	14.582	---
5	52,00	48.445	---
6	44,00	50.754	1.400
7	40,00	46.110	---
8	24,00 a 40,00	---	3.520
9	24,00 a 44,00	840	3.950
9 (ampliação)	32,00 a 48,00	790	3.750
<b>Total</b>		<b>423.953</b>	<b>15.870</b>

**Nota:** O material escavado excedente será armazenado temporariamente em bota-fora para posterior utilização na cobertura dos resíduos.

### 3.7.3.3 Balanceamento da Movimentação de Terra

Conforme pode ser verificado no balanceamento da movimentação de terra necessário para a implantação e posterior operação da CTR-Industrial para uma via útil de 20 anos mostrado no **Quadro 3.32**, toda a terra será obtida do próprio terreno destinado ao empreendimento, sendo necessário prever os espaços necessários para os bota-foras provisórios. Cabe destacar que tal balanceamento será verificado posteriormente durante a elaboração do respectivo Projeto Executivo.

**Quadro 3.32 - Balanceamento da Movimentação de Terra para uma Vida Útil de 20 anos**

Escavação			Aplicação		
Local	Finalidade	Volume (s/empol.) (m³)	Local	Finalidade	Volume (s/empol.) (m³)
Acessos	Sistema viário interno	2.705	Acessos Bota-fora	Ampliação da plataforma Estocagem provisório	2.032 673
Setor 2	Plataforma da unidade administrativa, laboratórios, dos galpões de armazenamento temporário, e reserva de área para experiências de novas tecnologias de tratamento	18.000	Setor 2 Bota-fora	Ampliação da plataforma Estocagem provisório	2.100 15.900
Setor 3	Plataforma da Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos não Oleosos, das Bacias de Armazenamento Temporário (prévia à definição de alternativas de tratamento e destinação), de terra diatomácea (Bacia 4), de borras de tintas (Bacia 5), e de embalagens de produtos químicos e de tintas (Bacia 6)	50.592	Bota-fora	Estocagem provisório	50.592
Setor 3	Cavas das bacias deste setor acima citadas	4.430	Bota-fora	Estocagem provisório	4.430
Setor 4	Plataforma das células industriais e das bacias de acumulação, para posterior tratamento, dos efluentes líquidos provenientes dessas células	129.000	Aterro de Inertes I Aterro de Inertes II Bota-fora	Material de cobertura Material de cobertura Estocagem provisório	13.528 6.044 109.428
Setor 4	Cavas das bacias deste setor acima citadas	20.247	Setor 4 Bota-fora	Material de cobertura para as células industriais Estocagem provisório	1.947 18.300
Setor 5	Plataforma das bacias de armazenamento temporário de resíduos líquidos e sólidos contaminados com óleo, e do tanque onde serão lavados e descontaminados os resíduos sólidos contaminados com óleo	48.445	Aterro de Inertes I Aterro de Inertes I Bota-fora	Impermeabilização de Base Bacia de acumulação de efluentes líquidos Estocagem provisório	2.020 1.500 44.925
Setor 5	Cavas das bacias deste setor acima citadas	5.798	Bota-fora	Estocagem provisório	5.798
Setor 6	Plataforma do Sistema Separador de Água e Óleo (SAO), do Galpão de armazenamento temporário do óleo proveniente do SAO, das Bacias de armazenamento temporário de borras oleosas (Bacia 2) e, do Sistema de encapsulamento para tratamento das borras oleosas	50.754	Setor 6 Aterro de Inertes II Aterro de Inertes II Setor 6 Bota-fora	Ampliação da plataforma Impermeabilização de Base Bacia de acumulação de efluentes líquidos Produção de Complexo Argilo Mineral (CAM) Estocagem provisório	1.400 2.650 1.300 29.932 15.472
Setor 6	Cavas das bacias deste setor acima citadas	2.057	Bota-fora	Estocagem provisório	2.057
Setor 7	Plataforma das Centrais de Sucatas e de Entulho	46.110	Bota-fora	Estocagem provisório	46.110
<b>TOTAL</b>		<b>375.433</b>			<b>375.433</b>

### 3.7.4 Projeto do Sistema de Drenagem de Águas Superficiais

De forma a evitar o ingresso das águas de chuva na CTR-Industrial, principalmente para o interior das suas unidades, será imprescindível a implantação de um sistema de drenagem de águas superficiais, vide desenho **DES-16 - Locação dos Dispositivos da Drenagem Superficial**. Este sistema a ser construído desde o início das obras deverá ser implantado também ao longo da operação da Central.

Ficará composto de duas parcelas denominadas de drenagem provisória e drenagem definitiva.

O sistema de drenagem superficial provisório será implantado em locais onde o sistema de drenagem definitivo ainda não estiver sendo construído, preferencialmente em locais onde as obras de terraplenagem fiquem expostas (de maneira provisória) à ação da intempérie, tais como plataformas, taludes e estradas de acesso.

O sistema de drenagem superficial definitivo será implantado de forma concomitante à conclusão das unidades da CTR-Industrial, inclusive das plataformas e dos acessos internos definitivos.

**Nota:** Para o platô das células (camadas) do Aterro de Inertes dever-se-á adotar durante a sua operação uma declividade variando de 0,5 a 1%, e na cota final das mesmas variando de 1 a 2%.

#### 3.7.4.1 Dimensionamento do Sistema

O sistema de drenagem superficial foi dimensionado observando os critérios técnicos estabelecidos pelas ciências da hidrologia e da hidráulica citados a seguir, critérios estes que nortearam a definição do dimensionamento de todos os dispositivos que o compõem.

##### ► Velocidades Máximas Admissíveis

Para canais em concreto foi admitida uma velocidade máxima admissível de 5m/s. Já para canais revestidos com pedrisco de 2 m/s.

##### ► Intensidade Crítica de Precipitação

Foi utilizada a expressão obtida pelos engenheiros Ulisses M. A. de Alcântara e Aguinaldo Rocha Lima para chuvas com período de duração igual ou menor a 60 minutos.

$$i = 99,154 \cdot T^{0,217} / (t_c + 26)^{1,15}$$

onde:

i = intensidade da chuva em mm/min  
T = período de retorno em anos  
(período adotado = 5 anos)  
t<sub>c</sub> = tempo de concentração em minutos

#### ► Tempo de Concentração t<sub>c</sub>

O tempo de concentração pode ser calculado com razoável precisão pela fórmula de George Ribeiro.

$$t_c = 16 \cdot L / ((1,05 - 0,2 \cdot p) \cdot (100s)^{0,04})$$

onde:

t<sub>c</sub> = tempo de concentração em minutos  
L = desenvolvimento do talvegue em km  
p = relação entre a área coberta de vegetação e a área total da bacia  
s = declividade média do talvegue em m/m

#### ► Coeficiente de Escoamento Superficial

Foram adotados como premissas de projeto os seguintes valores:

- Solos naturais sem cobertura vegetal: ..... C = 0,2
- Solos compactados sem cobertura vegetal: ..... C = 0,3

- Áreas gramadas: ..... C = 0,4

#### ► Coeficiente de Manning (n)

Foram adotados como premissas de projeto os seguintes valores:

- Concreto: ..... n = 0,013
- Concreto com obstrução de pedras: ..... n = 0,020
- Revestimento de pedrisco: ..... n = 0,026
- Rachão: ..... n = 0,035

#### ► Deflúvio

O cálculo das vazões afluentes aos dispositivos do sistema de drenagem superficial de águas de chuva deu-se através do método RACIONAL, aplicável para áreas de contribuição menores a 50 ha ora, a saber:

$$Q = C \times i \times A$$

onde:

Q = vazão  
C = coeficiente de escoamento superficial  
A = área de contribuição  
i = intensidade de chuva crítica

► Número de Froude F

O número de Froude, denominado “F”, representa a influência da força gravitacional no escoamento (Tomaz, 2002). A fórmula geral para determinar o número de Froude é:

$$F = V / (g \times D_h)^{0,5}$$

onde:  
V = velocidade média da seção (m/s)  
g = aceleração da gravidade = 9,8 m/s<sup>2</sup>  
D<sub>h</sub> = profundidade média ou profundidade hidráulica. Dh = A/B onde B = largura superficial da água (m) e A = área da seção (m<sup>2</sup>)

Nota:

Quando F = 1 tem-se o regime crítico que deve ser evitado;

Quando F < 1 tem-se o regime fluvial ou lento que deve ser considerado no dimensionamento dos dispositivos (é recomendado pela FHWA utilizar F < 0,80);

Quando F > 1 tem-se o regime torrencial ou rápido.

► Dimensionamento dos Dispositivos

O cálculo do dimensionamento dos dispositivos do sistema de drenagem, a exceção das escadas hidráulicas, deu-se através da seguinte equação de CHEZY.

$$Q = (1/n) \times R_h^{2/3} \times (i^{1/2}) \times A$$

onde:  
Q = vazão  
n = coeficiente de rugosidade de Manning  
R<sub>h</sub> = raio hidráulico  
i = declividade  
A = área molhada

► Dimensionamento das escadas hidráulicas

As escadas hidráulicas foram dimensionadas fazendo uso da equação a seguir:

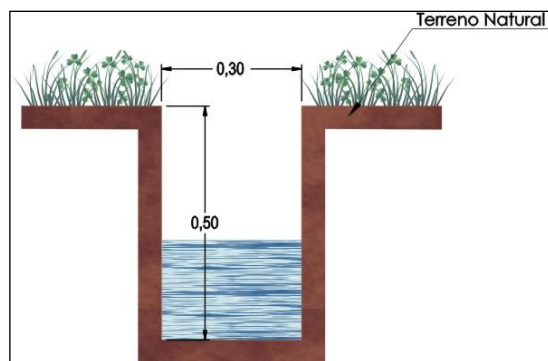
$$Q = 2,07 \times L^{0,9} \times H^{1,6}$$

onde:  
Q = vazão  
L = largura da escada hidráulica  
H = altura média das paredes laterais

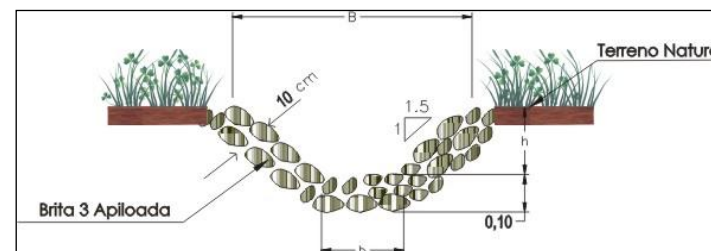
### 3.7.4.2 Tipos de Dispositivos e Revestimentos

A topografia local e as diversas plataformas criadas para a instalação das unidades da CTR-Industrial determinaram a locação, tanto horizontal como vertical, dos diferentes dispositivos que fazem parte do sistema de drenagem superficial conforme mostrado no desenho DES-17 - *Detalhes dos Dispositivos da Drenagem Superficial*.

Assim, o sistema provisório ficará composto basicamente de canaletas retangulares escavadas “*in situ*”, e trapezoidais revestidas com brita apiloada conforme mostrado na **Figura 3.19** e na **Figura 3.20**.



**Figura 3.19 - Canaleta Provisória**



b (m)	B (m)	h (m)
0,25	1,00	0,25
0,30	1,20	0,30
0,35	1,40	0,35

**Figura 3.20 - Canaleta Trapezoidal**

Já o sistema definitivo ficará composto pelos seguintes dispositivos:

- ▶ canaletas triangulares escavadas e revestidas com concreto (destinadas aos acessos internos), e cascalho, (destinadas às bermas dos aterros de inertes), nas dimensões mostradas na **Figura 3.21**.

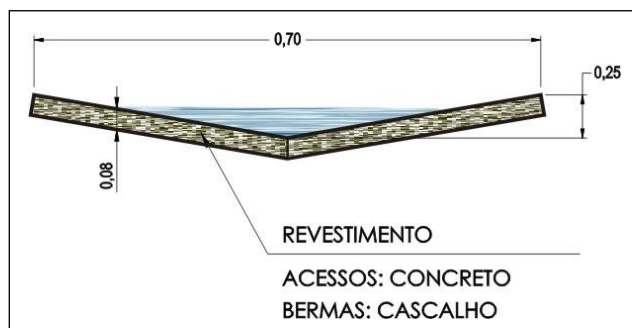


Figura 3.21 - Canaleta Triangular

- ▶ canaletas meia-calha de concreto, a serem assentadas nos platôs definitivos resultantes dos serviços de terraplenagem, conforme mostrado na Figura 3.22.

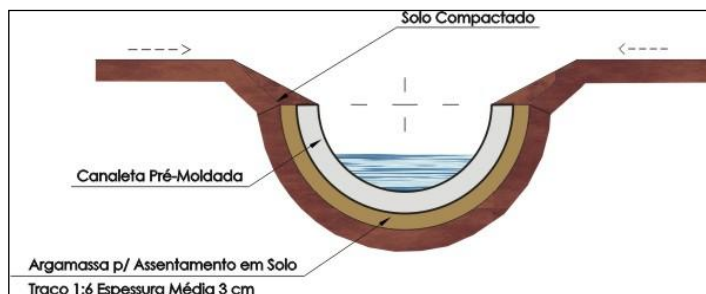
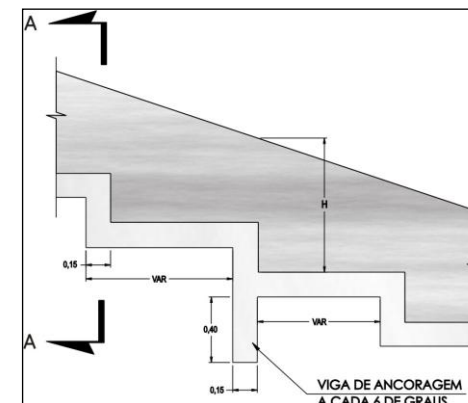
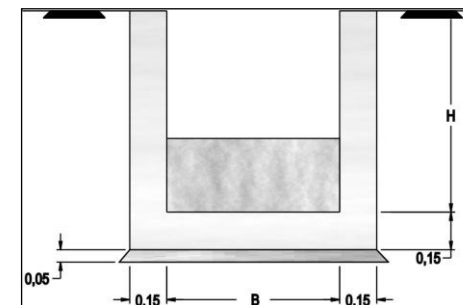


Figura 3.22 - Assentamento de canaleta meia-calha de concreto

- ▶ descida em degraus em concreto armado de base “B” variando de 0,30 a 0,70m e altura “H” de 0,40 a 0,70 m, conforme mostrado na Figura 3.23.



Vista em elevação

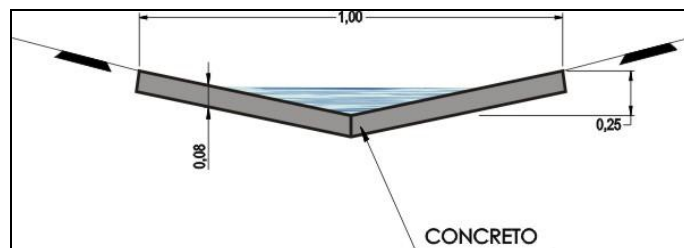


Corte A-A

Figura 3.23 - Escada Hidráulica

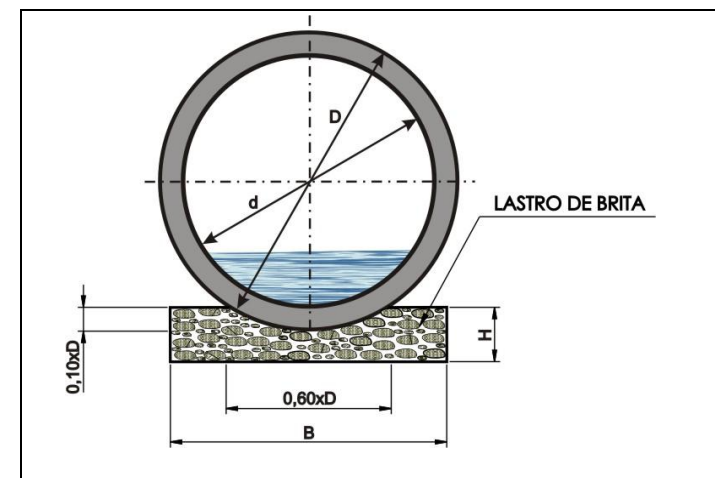


- ▶ sargentões revestidos de concreto, de 1,00m de base por 25cm de altura, conforme mostrado na **Figura 3.24**.



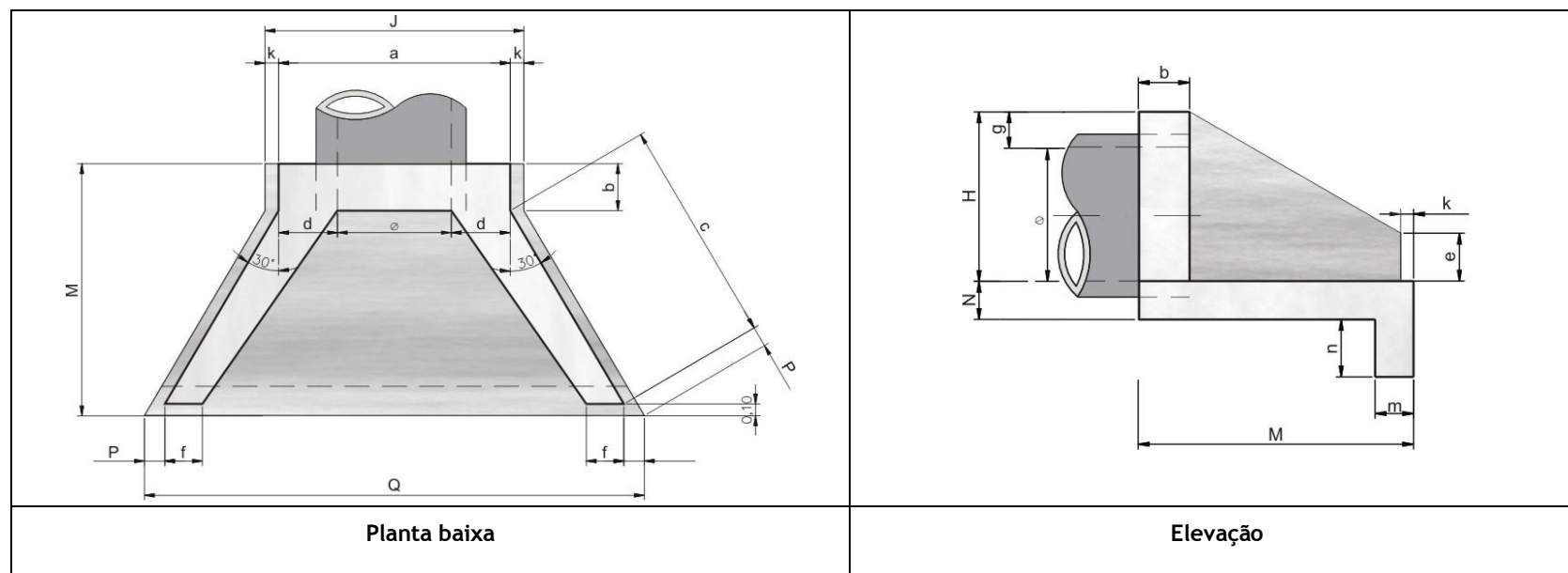
**Figura 3.24 - Sarjetão**

- ▶ bueiros de concreto, inclusive a boca de lobo simples tubular de concreto, conforme mostrado na **Figura 3.25** e na **Figura 3.26**.



Diâmetro (d) (mm)	Dimensões (m)	
	B	H
300	0,45	0,10
400	0,55	0,10
600	0,75	0,15

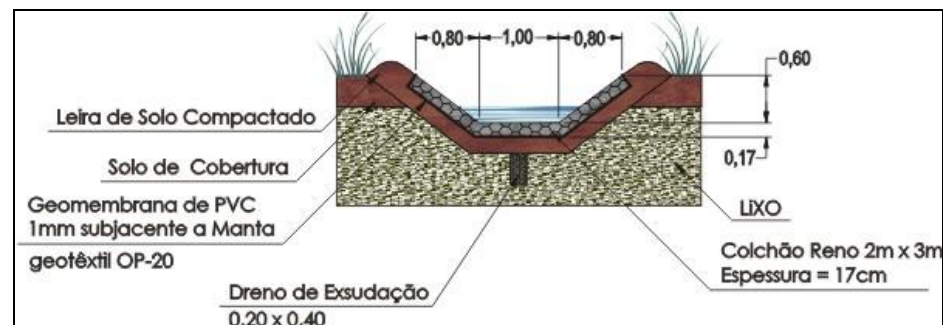
**Figura 3.25 - Bueiro de Concreto**



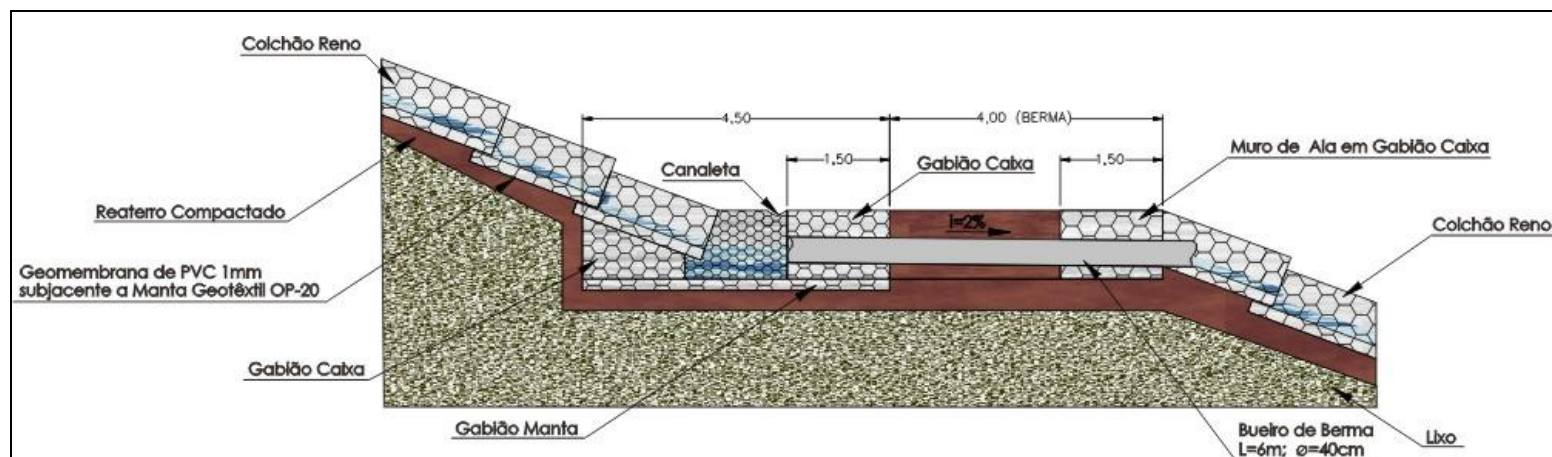
Φ (m)	Dimensões (m)															
	a	b	c	d	e	f	g	k	m	n	J	H	M	N	P	Q
0,40	0,8	0,15	1,15	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3	0,2	1,0	0,9	1,25	0,3	0,17	2,27
0,60	1,2	0,2	1,39	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	0,3	0,3	1,4	1,0	1,50	0,3	0,17	2,93

Figura 3.26 - Boca de Lobo Simples Tubular de Concreto

- descidas em manta gabião (colchão Reno) conforme dimensões mostradas na **Figura 3.27**.



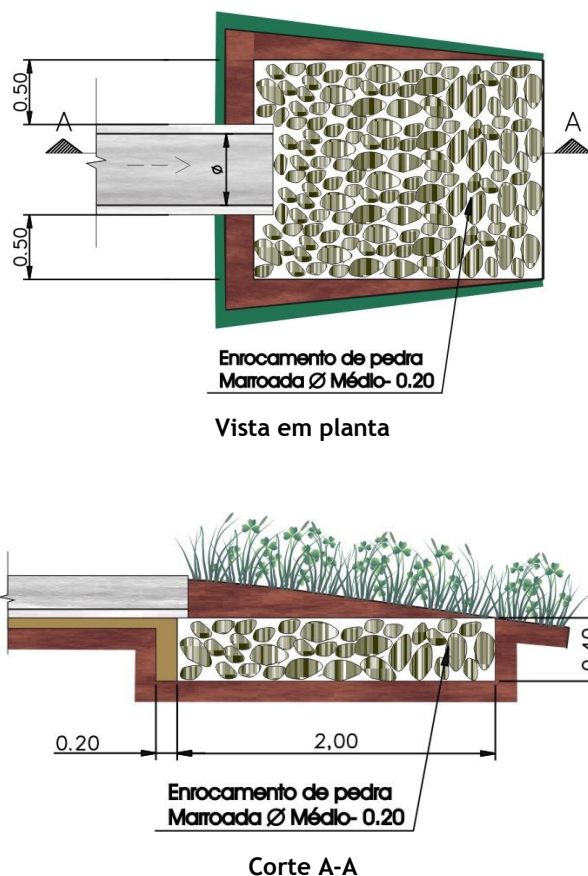
a) Corte típico



b) Travessia da berma - Vista em elevação

Figura 3.27 - Descida em gabião

- ▶ dissipadores de energia em rachão rejuntado com argamassa de cimento nas dimensões mostradas na **Figura 3.28**.



**Figura 3.28 - Dissipador de energia**

- ▶ caixas de passagem em alvenaria de concreto;
- ▶ proteção superficial dos taludes com grama e dos platôs (alguns trechos das suas bordas) com sansão-do-campo.

### 3.7.4.3 Ponto de Lançamento e Corpo Receptor

As águas coletadas pelo sistema de drenagem superficial serão lançadas no canal de drenagem natural existente à jusante da área. Por esse canal serão conduzidas até o córrego Ubá localizado a aproximadamente 1700 m da CTR-Industrial. A partir desse córrego, como já indicado no item 3.1.4, as águas desembocarão na Vala dos Quarenta, e desta vala no canal Jurumirim que desemboca no rio Macaé, a aproximadamente 5 km da foz do rio, à jusante das captações de água do município.

### 3.7.5 Projeto do Sistema de Drenagem de Percolado

Tendo em vista que basicamente serão gerados na CTR-Industrial três diferentes efluentes líquidos, um nas células destinadas ao rejeito dos resíduos industriais perigosos, outro nos aterros de resíduos industriais inertes, e um terceiro do tanque de biolavagem/descontaminação,

foram adotados para a drenagem desses efluentes os sistemas descritos a seguir.

### 3.7.5.1 Drenagem do Percolado das Células Industriais

Para a drenagem do percolado das células industriais deverão ser previstos na base das mesmas dois tipos de drenos, um, na porção superior da base (colchão drenante), destinado à drenagem do percolado para fora das células, e outro na porção inferior da base, que servirá de testemunho de uma eventual falha da impermeabilização de base (infiltração do percolado no subsolo).

A drenagem dos efluentes líquidos até as lagoas de acumulação, a serem implantadas à jusante das células industriais, conforme mostrado no desenho **DES-27**, dar-se-á exclusivamente por gravidade e através de tubulação de PEAD ou similar de 200 mm de diâmetro.

De forma a garantir que a drenagem será feita por gravidade, a plataforma destinada às lagoas será construída na cota 48 m, isto é, 3 m abaixo da cota da plataforma das células.

Cabe destacar que serão tomados todos os cuidados e medidas possíveis para evitar o ingresso das águas de chuva para dentro da célula, dentre

outras, uso de cobertura fixa ou móvel e implantação de canaleta e/ou dique perimetral.

### 3.7.5.2 Drenagem do Percolado dos Aterros de Inertes

A drenagem de percolado dos aterros de inertes será implantado na base dos mesmos no formato de “espinha de peixe” e nos moldes de trincheiras drenantes, isto é, valas revestidas com manta geotêxtil e preenchidas com brita 3 ou alternativamente com rachão.

No seio do dreno longitudinal será prevista a inclusão de um tubo dreno de PEAD de 200 mm de diâmetro tipo “Kananet” ou similar que será comunicado na sua saída, fazendo uso de um tubo cego, a uma caixa de passagem e desta caixa até a lagoa de acumulação.



Figura 3.29 - Detalhe do Dreno Longitudinal

No dreno longitudinal deverá ser previsto um caimento mínimo de 1%. Já nos drenos transversais o caimento mínimo previsto deverá ser igual ou maior 0,5%.

### 3.7.5.3 Drenagem do Efluente do Tanque de Biolavagem/Descontaminação

A drenagem do efluente do tanque de biolavagem/descontaminação até o sistema separador de Água e Óleo (SAO) dar-se-á exclusivamente por gravidade e através de tubulação de PVC, tipo marrom, de 200 mm de diâmetro.

Para garantir que a drenagem será feita por gravidade, a plataforma destinada ao SAO será construída na cota 44 m, a 06 (seis) metros abaixo da cota da plataforma onde será implantado o tanque de lavagem.

### 3.7.6 Projeto do Sistema de Tratamento e Disposição do Percolado

Para o tratamento das misturas de água-óleo e dos efluentes gerados nas células industriais está sendo proposta a implantação de duas estações de tratamento em locais que permitam o encaminhamento

desses efluentes exclusivamente por gravidade, conforme mostrado no desenho **DES-27**.

Já para os aterros de inertes está sendo proposta a construção de lagoas para a acumulação dos efluentes provenientes desses aterros sendo, após análise laboratorial, definido que tipo de tratamento e/ou destino lhes serão dados.

### 3.7.6.1 Estimativa da Quantidade Produzida

- Efluente gerado nas Células e Aterros

Para a estimativa da quantidade de efluentes líquidos produzida nas células e nos aterros foi utilizado o Método o Balanço Hídrico (vide **Anexo 3.6**) conforme a seguir.

$Q = \text{PER} \cdot A / t$	onde:
	$Q =$ vazão média de percolado (l/s).
	$\text{PER} =$ percolado = 131,24 mm/ano;
	$A =$ área de contribuição (m <sup>2</sup> );
	$t =$ 31.536.000 (s/ano).

**Quadro 3-33 - Estimativa da Vazão Produzida**

	Células 1	Células 2	Células 3	Aterro I	Aterro II	Aterro II Ampliação
Área (m²)	4.000	5.000	1.500	12.136	11.876	12.788
Q (l/s)	0,0166	0,0208	0,0062	0,0505	0,0494	0,053

▪ Mistura Água-Óleo

Para estimativa da quantidade da mistura água-óleo a ser tratada, foram levados em consideração os volumes a serem recebidos procedentes do município de Macaé e os resultantes da biolavagem/descontaminação dos resíduos contaminados com óleo. Tal estimativa está apresentada no **Quadro 3.34**.



**Quadro 3.34 - Projeção da Geração de Água-Oleosa (m³) - Resíduo Industrial - Classe**

Nº	Ano	A		B		C		D		E		F		G		Total	
		Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado
	2004	24.081		144		26		2.329		13.174		1.677		1.439			
	2005	25.959		155		28		2.510		14.201		1.807		1.552			
	2006	27.984		167		30		2.706		15.309		1.948		1.673			
	2007	30.166		180		32		2.917		16.503		2.100		1.803			
	2008	32.519		194		35		3.145		17.791		2.264		1.944			
1	2009	35.056	35.056	210	210	38	38	3.390	3.390	19.178	19.178	2.441	2.441	2.095	2.095	62.407	62.407
2	2010	37.790	72.846	226	436	41	78	3.654	7.044	20.674	39.852	2.631	5.072	2.259	4.354	67.275	129.682
3	2011	40.738	113.584	244	679	44	122	3.940	10.984	22.287	62.139	2.836	7.908	2.435	6.789	72.522	202.205
4	2012	43.915	157.499	263	942	47	169	4.247	15.231	24.025	86.164	3.058	10.966	2.625	9.413	78.179	280.384
5	2013	47.341	204.840	283	1.225	51	220	4.578	19.809	25.899	112.063	3.296	14.262	2.829	12.243	84.277	364.661
6	2014	51.033	255.873	305	1.530	55	275	4.935	24.744	27.919	139.982	3.553	17.815	3.050	15.293	90.851	455.512
7	2015	55.014	310.887	329	1.859	59	335	5.320	30.064	30.097	170.079	3.830	21.645	3.288	18.581	97.937	553.449
8	2016	59.305	370.191	355	2.214	64	398	5.735	35.799	32.444	202.523	4.129	25.774	3.545	22.126	105.576	659.025
9	2017	63.931	434.122	382	2.596	69	467	6.182	41.981	34.975	237.498	4.451	30.225	3.821	25.947	113.811	772.836
10	2018	68.917	503.039	412	3.008	74	541	6.665	48.646	37.703	275.201	4.798	35.023	4.119	30.066	122.688	895.525
11	2019	74.293	577.332	444	3.452	80	621	7.184	55.830	40.644	315.845	5.173	40.196	4.440	34.506	132.258	1.027.783
12	2020	80.088	657.420	479	3.931	86	707	7.745	63.575	43.814	359.659	5.576	45.772	4.787	39.293	142.574	1.170.357
13	2021	86.335	743.754	516	4.448	93	800	8.349	71.924	47.232	406.891	6.011	51.783	5.160	44.453	153.695	1.324.053
14	2022	93.069	836.823	557	5.004	100	900	9.000	80.924	50.916	457.806	6.480	58.262	5.563	50.015	165.683	1.489.736
15	2023	100.328	937.151	600	5.604	108	1.008	9.702	90.626	54.887	512.693	6.985	65.247	5.996	56.012	178.607	1.668.343
16	2024	108.154	1.045.305	647	6.251	116	1.125	10.459	101.085	59.168	571.862	7.530	72.777	6.464	62.476	192.538	1.860.880
17	2025	116.590	1.161.894	697	6.948	125	1.250	11.275	112.360	63.783	635.645	8.117	80.895	6.968	69.444	207.556	2.068.436
18	2026	125.683	1.287.578	752	7.700	135	1.386	12.154	124.514	68.758	704.403	8.750	89.645	7.512	76.956	223.745	2.292.182
19	2027	135.487	1.423.064	810	8.510	146	1.531	13.102	137.616	74.122	778.525	9.433	99.078	8.098	85.054	241.197	2.533.379
20	2028	146.055	1.569.119	873	9.383	157	1.688	14.124	151.740	79.903	858.428	10.169	109.247	8.729	93.784	260.011	2.793.390

Notas: Levantamento realizado no ano de 2.004

Taxa de crescimento da indústria do petróleo e gás 7,80% a.a.  
 Água-oleosa do tratamento da borra oleosa (adotado) 15%  
 Água-oleosa produzida na lavagem de resíduos oleosos (ado) 12,50 lt/kg = m³/ton

Legenda:

- A Água oleosa
- B Água oleosa resultante do tratamento da borra oleosa
- C Água oleosa da lavagem dos equipamentos de proteção individual usados/contaminados
- D Resíduos oleosos da manutenção de equipamentos (água oleosa)
- E Água oleosa da lavagem dos resíduos sólidos (reaproveitável 50% do total) contaminados com graxas, óleos, solventes e tintas
- F Água oleosa da lavagem da sucata ferrosa contaminada com óleo
- G Água oleosa da lavagem dos tambores (reaproveitável 50% do total) contaminados com óleo

### 3.7.6.2 Concepção dos Sistemas

#### ▪ Células e Aterros

A carência de dados qualitativos específicos sobre os efluentes líquidos a serem gerados durante a operação das células e aterros da CTR-Industrial, não permite, no presente momento, um maior detalhamento das estações de tratamento a serem projetadas para o processamento dos respectivos lixiviados.

Sendo assim, seria ainda prematura a opção por tratamento biológico, no caso de resíduos predominantemente biodegradáveis ou, tratamento físico-químico, para maiores quantidades de resíduos orgânicos recalcitantes.

Nesse contexto, acredita-se que o mais recomendável seja conduzir um estudo de tratabilidade, quando estejam definidos e valorados os parâmetros necessários, visando tornar os respectivos efluentes compatíveis com os limites estabelecidos pela legislação ambiental pertinente, nos âmbitos federal, estadual e municipal.

Face ao exposto, foi prevista inicialmente, para a totalidade de cada uma dessas unidades (células e aterros), a construção de bacias de acumulação para um tempo de detenção mínimo de um ano de forma a poder contar com o tempo hábil necessário para a definição,

dimensionamento e construção das respectivas estações de tratamento.

#### ▪ Mistura Água-Óleo

Para o tratamento da mistura água-óleo foi optada pela concepção apresentada no **Fluxograma de Processo 3.4** (item 3.10.4). Basicamente, como pode ser verificado nesse esquema, o tratamento deverá ser realizado conforme as etapas a seguir:

- ▶ remoção de sólidos grosseiros por gradeamento (nesta etapa serão medidos a vazão e o pH);
- ▶ acumulação em tanque para equalização;
- ▶ separo do óleo em Sistema Separador de Água e Óleo (SAO);
- ▶ o óleo bruto será armazenado em tonéis;
- ▶ o lodo sedimentado será encaminhado para a bacia de borra oleosa;
- ▶ a água bruta será tratada fazendo uso de “*Air Stripping*” e Filtro de Carvão Ativado.

### 3.7.6.3 Dimensionamento das Bacias de Acumulação

Para o dimensionamento das bacias de acumulação acima citadas foram utilizados os volumes já calculados no item 3.7.6.31. Daí, o dimensionamento das bacias de acumulação resultou nos valores apresentados no **Quadro 3.35**.

**Quadro 3.35 - Dimensões das Bacias de Acumulação**

	Células 1	Células 2	Células 3	Aterro I	Aterro II	Aterro II Ampliação
B1	13,50	14,50	12,50	14,00	21,50	14,50
B2	23,00	25,00	12,50	36,50	21,50	36,50
b1	6,50	7,50	5,50	6,50	14,00	7,00
b2	16,00	18,00	5,50	29,00	14,00	29,00
H	3,50	3,50	3,50	2,50	2,50	2,50
h	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00

Legenda:

B1 = Menor dimensão da base superior;  
B2 = Maior dimensão da base superior;  
b1 = Menor dimensão da base inferior;  
b2 = Maior dimensão da base inferior;  
H = Profundidade total;  
h = Profundidade útil.

Já o dimensionamento do separador de água e óleo resultou, em função dos volumes gerados, na quantidade de separadores apresentados no **Quadro 3.36**.

**Quadro 3.36 - Quantidade de Separadores de Água e Óleo**

Anos	Capacidade 30m³/h	Capacidade 60 m³/h
1 a 2	2	---
3 a 11	2	1
12 a 6	2	2
17 a 20	2	3

### 3.7.6.4 Destino Final do Efluente Tratado

Uma vez verificado que o efluente líquido tratado atende as concentrações limites fixadas pelo CONAMA nº 357/2005 e pela NT-202 do INEA, será lançado no canal natural de drenagem próximo.

Cabe destacar que alternativamente o efluente líquido tratado poderá ser utilizado para:

- irrigação do viveiro de mudas, do reflorestamento e de áreas ajardinadas, dentre outros;

- umectação das vias de acesso, das vias internas, dos pátios, dentre outros, visando a redução da emissão de poeira e material particulado inalável em suspensão ocasionada pela própria operação da CTR-Industrial ou ressuspensos pelos pneus dos veículos que circularão dentro do empreendimento.

### **3.7.7 Projeto da Impermeabilização Inferior e Superior**

Considerando que o tipo de impermeabilização a ser utilizado será função das características dos resíduos dispostos, é descrita a seguir a concepção adotada para as impermeabilizações inferior e superior das células industriais, dos aterros de inertes e das bacias.

#### **3.7.7.1 Células Industriais**

- Impermeabilização Inferior

A base e taludes das células industriais será impermeabilizada fazendo uso de duplo liner composto, de cima para baixo, pelos seguintes materiais:

- ▶ solo argiloso (ou solo+cimento) de proteção de 45 a 60cm de espessura;
- ▶ manta geotêxtil RT-10 da Bidim ou similar;
- ▶ areia ou brita 1 de 15 a 30cm de espessura (coleta do percolado);
- ▶ geomembrana de PEAD de 2mm de espessura;
- ▶ areia (dreno testemunho) de 15 a 30 cm de espessura (coleta do percolado);
- ▶ geomembrana de PEAD de 1mm de espessura;
- ▶ argila devidamente compactada (G.C. > 95% P.N.) de 0,60 a 1,20 m de espessura.

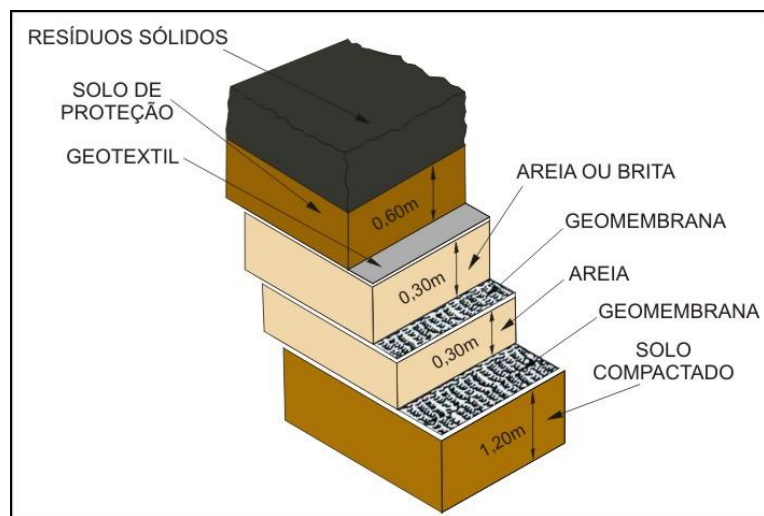


Figura 3.30 - Esquema da Impermeabilização Inferior das Bacias Industriais

#### ▪ Impermeabilização Superior

Uma vez esgotada a capacidade de armazenamento das células industriais a porção superior das mesmas será impermeabilizada, de cima para baixo, da seguinte forma:

- ▶ camada vegetal de 60cm de espessura;
- ▶ manta geotêxtil RT-10 da Bidim ou similar;
- ▶ areia ou brita 1 de 20 a 30 cm de espessura;

- ▶ geomembrana de PEAD de 1 mm de espessura;
- ▶ recobrimento operacional de 40 a 60 cm de espessura.

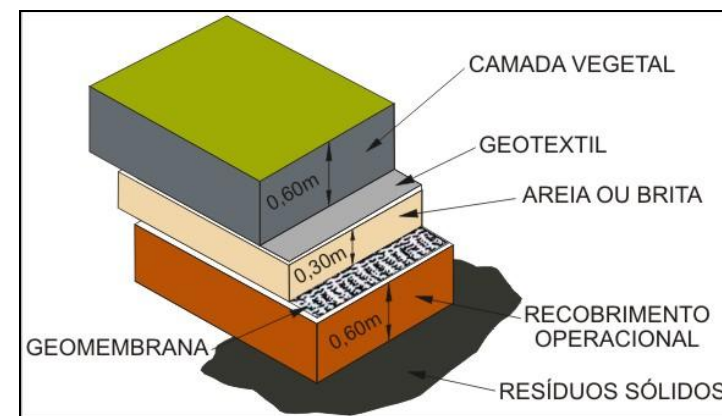


Figura 3.31 - Esquema da Impermeabilização Superior das Bacias Industriais

### 3.7.7.2 Aterros de Inertes

#### ▪ Impermeabilização Inferior

A base dos aterros de inertes será impermeabilizada com uma camada de solo com matriz argilosa, muito bem compactada (G.C. > 95% P.N.) e de 1,50m de espessura. Tal camada deverá ficar assente sobre leito regularizado, e se necessário reforçado, prevendo-se o caimento

mínimo de 1% longitudinal e 0,5% transversal necessário ao escoamento dos líquidos percolados.

- Impermeabilização Superior

A impermeabilização superior dos aterros inertes, feita com solo argiloso, dar-se-á através de três operações distintas denominadas de cobertura diária, cobertura final da camada e cobertura final do aterro.

A cobertura diária, executada com uma espessura aproximada de 10 cm conforme o avanço da frente de descarga de resíduos - principalmente no final do expediente -, tem por objetivo, além de promover uma melhor apresentação visual do aterro, minimizar os riscos de transmissão de vetores, a ocorrência de pontos de fogo, a geração de odores e o transporte de lixo leve pela ação do vento.

A cobertura final da camada executada com uma espessura aproximada de 40 cm, principalmente nos taludes formados, tem como função o fechamento gradual do aterro feito através do revestimento vegetal desses taludes com o plantio de espécies gramíneas. Tal plantio dar-se-á após preparo do solo de cobertura, isto é, após adubação, correção da sua acidez, etc.

A cobertura final do aterro executada, principalmente no platô formado, com uma camada de solo orgânico de 60 cm de espessura sobrejacente a uma de solo argiloso de 40 cm de espessura, onde será feito o plantio de gramíneas entre outras, tem como objetivos, dentre outros, a impermeabilização superior do maciço, promover uma melhor apresentação do aterro e viabilizar a sua inserção no plano de revegetação proposto.

### 3.7.7.3 Bacias

Considerando que praticamente todas as bacias propostas serão utilizadas para o armazenamento temporário de resíduos, visando o tratamento e reaproveitamento dos mesmos, somente será feita a impermeabilização inferior das mesmas, isto é, da sua base e dos seus taludes.

Sendo assim, a impermeabilização da base e dos taludes das bacias ficará composta, de cima para baixo, pelas seguintes camadas:

- solo-cimento ou alternativamente concreto armado de 10cm de espessura;
- geomembrana de PEAD de 1mm de espessura;

- solo argiloso, muito bem compactado (G.C. > 95% P.N.), de 100 cm de espessura na base e 50cm nos taludes;
- e uma camada de brita, a ser implantada somente na base da bacia, que será utilizada para a detecção de uma eventual infiltração do percolado pela base da bacia.

**Nota:** A porção superior das bacias será protegida das águas de chuva fazendo uso de uma cobertura plástica móvel.

### 3.7.8 Projeto do Sistema de Coleta e Remoção dos Gases Gerados

Não está sendo previsto para a CTR-Industrial nenhum sistema de drenagem de gases haja vista que da totalidade de resíduos que serão aterrados, uma parte corresponde ao rejeito dos resíduos industriais perigosos que serão, prévio ao seu aterramento, devidamente acondicionados (encapsulados), e a outra parte corresponde aos resíduos industriais inertes. Portanto, é de se esperar que não exista geração de gases em nenhuma dessas unidades.

**Nota:** Não será instalado na CTR-Industrial nenhum tipo de incinerador ou equipamento similar que possa emitir gases.

## 3.7.9 Projeto do Isolamento, Proteção e Sinalização da Área de Implantação

### 3.7.9.1 Isolamento

Embora a própria conformação do terreno oferece as condições necessárias de isolamento para a CTR-Industrial, está sendo prevista para a área do empreendimento, e cada uma de suas unidades, a instalação de cercas nos seguintes moldes:

- isolamento do empreendimento como um todo: cerca de arame farpado com portão de acesso (já foi implantado como parte do fechamento da área do Novo Aterro Sanitário);
- isolamento das unidades de armazenamento temporário de resíduos perigosos: cerca de alambrado com portão de acesso;
- isolamento das unidades de tratamento de resíduos: cerca de arame liso com portão de acesso.



### 3.7.9.2 Proteção

#### Proteção Acústica

- A proteção acústica será prevista através da criação de barreiras vegetais nos locais de maior incidência de ruídos, dentre esses, os aterros de inertes e as células industriais.

- **Proteção contra o levantamento de Poeira**

As vias de acesso, as vias internas, e demais dependências onde seja evidenciado o levantamento de poeira, serão umectadas fazendo uso de sistema aspersor visando a redução da emissão de poeira e material particulado inalável em suspensão ocasionada pela própria implantação/operação da CTR-Industrial ou ressuspensos pelos pneus dos veículos que circularão dentro das dependências do empreendimento.

A água a ser utilizada no processo de aspersão será, preferencialmente, aquela resultante do processo de tratamento das misturas água-óleo, visando o re-uso da mesma. Alternativamente será utilizada água trazida em caminhão-pipa.

- **Proteção Superficial dos Taludes**

A proteção superficial de áreas expostas à ação da intempérie, tais como taludes de cortes, aterros e de encostas naturais desprovidas de vegetação, será feita basicamente através do plantio de grama que proporcionará a resistência necessária à erosão superficial e corroborará na preservação das características da vegetação local.

Cabe destacar que podem ocorrer mecanismos que podem induzir à morte da espécie vegetal plantada o que é extremamente perigoso para a estabilidade dos taludes. Dentre esses mecanismos podem ser citados, a proximidade das raízes com o resíduo, uma baixa taxa de nutrientes, pouca capacidade de retenção d'água (pouca umidade) e temperatura do solo muito alta.

Para evitar a ocorrência de tais mecanismos se estabelecerá uma rotina de inspeção da cobertura vegetal, principalmente dos taludes, que envolve a inspeção de todas essas áreas pelo menos uma vez por mês, a procura de espécies vegetais mortas.

Nesta inspeção procurar-se-á avaliar as condições que apresenta a vegetação plantada, respondendo a perguntas do tipo:

- ▶ existe vegetação em todo o talude?
- ▶ ela se apresenta saudável?
- ▶ notam-se áreas com indícios de mortandade?
- ▶ existe um padrão no estabelecimento das áreas problemáticas?
- ▶ existe odor de gás nas proximidades das plantas mortas?

A resposta adequada a essas perguntas permitirá definir que áreas encontram-se com problemas e nelas executar um programa de re-vegetação verificando-se os seguintes aspectos:

- se a causa das mortes for recalques, eles serão corrigidos (através de re-aterros) com posterior re-vegetação do local;
- se a causa for a proximidade das raízes com o resíduo, será providenciado um espessamento da camada final de cobertura, distanciando assim as raízes dos resíduos;
- se a causa for uma baixa taxa de nutrientes, será providenciada a adição de nutrientes ao solo;
- se a causa for a pouca capacidade de retenção d'água (pouca umidade), será providenciada uma diminuição da compactação do

solo, permitindo assim um aumento no índice de vazios do solo, aumentando portanto a sua capacidade de aeração e de retenção d'água;

- se a causa for uma eventual presença de gases, será providenciada a implantação de uma camada de solo melhor compactado e a instalação de poços para drenagem do gás nas proximidades do local.

A partir das conformações finais previstas para os Aterros de Inertes foram estimados as seguintes quantidades de grama que serão necessárias para a proteção superficial dos taludes.

**Quadro 3.37 - Estimativa da Quantidade de Grama para a Proteção Superficial dos taludes dos Aterros de Inertes**

Aterro de Inertes I		Aterro de Inertes II		Aterro de Inertes II (Ampliação)	
Cotas (m)	Quantidade (m <sup>2</sup> )	Cotas (m)	Quantidade (m <sup>2</sup> )	Cotas (m)	Quantidade (m <sup>2</sup> )
24 - 28	497	24 - 28	278	32 - 36	178
28 - 32	743	28 - 32	547	36 - 40	386
32 - 36	935	32 - 36	868	40 - 44	571
36 - 40	1.091	36 - 40	1.263	44 - 48	818
--	--	40 - 44	3.844	--	--
<b>Total</b>	<b>3.266</b>	<b>Total</b>	<b>6.800</b>	<b>Total</b>	<b>1.953</b>

### 3.7.9.3 Sinalização

Basicamente, a sinalização da área de implantação da CTR-Industrial dar-se-á nos seguintes locais citados a seguir.

- Próximo ao Portão de Acesso (identificação do empreendimento)

Serão colocadas placas nas proximidades do portão de acesso à CTR-Industrial, nos moldes definidos pela Prefeitura Municipal de Macaé, contendo informações sobre a(s) atividade(s) desenvolvida(s) nesse empreendimento assim como das licenças necessárias para o desenvolvimento da(s) mesma(s).

- Vias Internas

As vias internas serão sinalizadas tanto vertical como horizontalmente com indicações dos limites de velocidade, ondulações, pistas estreitas, active e declive, e paradas obrigatórias e preferenciais, dentre outras.

Onde necessário serão instalados redutores de velocidade, principalmente, nos locais onde está prevista a implantação de faixas de pedestres.

- Diferentes Unidades que Fazem Parte da Central

Todas as unidades serão identificadas através da instalação de placas informativas onde, além da informação da atividade desenvolvida, será indicado qual o equipamento de proteção individual (EPI) que deve ser utilizado na unidade tanto pelos funcionários da CRT-Industrial como pelas pessoas autorizadas à visita do empreendimento.

**Nota:** Adicionalmente as placas acima citadas, será instalada uma outra onde será informado o número de dias trabalhados sem a ocorrência de acidentes.

### 3.7.10 Projeto das Edificações

Segue a continuação uma breve descrição das características arquitetônicas e das especificações técnicas a serem observadas para a construção das edificações da CTR-Industrial, de forma a simplificar os métodos construtivos sem perder a funcionalidade das mesmas.

#### 3.7.10.1 Concepção Arquitetônica

A seguir, apresenta-se a concepção arquitetônica adotada para os prédios e demais unidades a serem implantadas no Setor 1 e no Setor 2,

conforme citado nos **item 3.6.2.1 e 3.6.2.2**, respectivamente (vide desenho **DES-05** no Caderno de Desenhos).

▪ **Setor 1**

- ▶ Prédio de Controle da CTR-Industrial (desenho **DES-20**), com superfície construída de  $44,17\text{m}^2$ , compõe-se de: sala de identificação expedita dos resíduos ( $8,55\text{m}^2$ ), sala do controlador da entrada dos resíduos ( $8,55\text{m}^2$ ) e um sanitário ( $1,87\text{m}^2$ ).
- ▶ Prédio de Controle do Aterro Sanitário (já construído) - (desenho **DES-19**), com superfície construída de  $84,70\text{m}^2$ , compõe-se de: sala da gerência ( $7,80\text{m}^2$ ), sala do encarregado e subencarregado ( $6,10\text{m}^2$ ), copa-cozinha ( $6,40\text{m}^2$ ), sanitário masculino ( $3,45\text{m}^2$ ), vestiário/banheiro masculino destinado ao pessoal operacional ( $13,70\text{m}^2$ ), e um almoxarifado/depósito ( $10,35\text{m}^2$ ).
- ▶ Prédio da balança (já construído) (desenho **DES-18**), destinado ao controle da pesagem dos veículos, possui uma superfície construída de  $23,21\text{m}^2$ . Os controles necessários à pesagem eletrônica foram alojados em uma sala de  $3,76\text{m}^2$ . Foi dotado de sanitário masculino ( $1,84\text{m}^2$ ).

- ▶ Balança do tipo Rodoviária Eletrônica (já implantada) de capacidade nominal de 60 t (desenho **DES-25**), instalada em estrutura de concreto armado, seguida de rampas de acesso e protegida lateralmente por guarda-rodas.
- ▶ Castelo construído em estrutura de concreto armado (já construído), destinado à instalação de uma caixa de água de fibra de vidro de 5000 litros (reservatório elevado).
- ▶ Dique (desenho **DES-24**) com área construída de  $109,20\text{m}^2$ , a ser destinado à lavagem e lubrificação de veículos.

▪ **Setor 2**

- ▶ Unidade administrativa-laboratório (desenho **DES-22**) com superfície construída de  $383,68\text{m}^2$ , compõe-se de: sala da gerência ( $12,00\text{m}^2$ ), sala de educação ambiental e capacitação ( $13,20\text{m}^2$ ), sala de reuniões ( $10,05\text{m}^2$ ), sala do apoio operacional ( $9,15\text{m}^2$ ), recepção ( $8,20\text{m}^2$ ), copa ( $5,25\text{m}^2$ ), refeitório/cozinha ( $20,79\text{m}^2$ ), almoxarifado ( $10,08\text{m}^2$ ), sanitário feminino ( $6,00\text{m}^2$ ), sanitário masculino ( $6,60\text{m}^2$ ), vestiário/sanitário ( $14,85\text{m}^2$ ), sala do técnico laboratorista ( $7,80\text{m}^2$ ), laboratório ( $71,15\text{m}^2$ ), sala de estocagem de amostras ( $24,75\text{m}^2$ ), sala dos armários dos EPI ( $1,50\text{m}^2$ ), área do chuveiro

de emergência (1,70 m<sup>2</sup>), banheiro feminino (3,07 m<sup>2</sup>) e banheiro masculino (4,78 m<sup>2</sup>).

- ▶ Prédio da oficina (desenho DES-23) com superfície construída de 121,80 m<sup>2</sup>, compõe-se de: almoxarifado (8,28 m<sup>2</sup>), área de trabalho (82,96 m<sup>2</sup>) e sanitário (1,48 m<sup>2</sup>).
- ▶ Castelo construído em estrutura de concreto armado, destinado à instalação de duas caixas de água de fibra de vidro e de 5000 litros cada uma (reservatórios elevados).

### 3.7.10.2 Projetos Estrutural, dos Acabamentos e da Cobertura

#### ▪ Fundações e Estrutura

A fundação será feita em alvenaria de pedra argamassada ou concreto ciclópico executada sobre lastro de concreto de 5 cm de espessura.

As paredes serão construídas em alvenaria armada utilizando blocos de concreto (10 x 20 x 40 cm), assentados com argamassa no traço 1:2:8.

#### ▪ Revestimento superficial e acabamentos

O piso, segundo a destinação do ambiente, poderá ser cerâmico ou de concreto simples com acabamento desempenado.

Todas as alvenarias serão revestidas com chapisco e emboço de argamassa de cimento e areia. O acabamento será feito com pintura látex, a exceção dos sanitários que serão revestidos com tinta acrílica e azulejo.

O teto de todas as edificações, a exceção dos galpões e dos prédios que não possuam fechamento lateral, receberá forro de tábuas de pinho macho-fêmea ou alternativamente de PVC. As portas serão de madeira, pintadas com esmalte sintético.

As esquadrias serão de ferro pintado com esmalte sintético na cor preta, ou alternativamente de alumínio, e serão dotadas de vidros incolores.

#### ▪ Cobertura

Todos os prédios possuirão cobertura em telha colonial apoiadas em estrutura de madeira, a exceção dos galpões onde serão utilizadas telhas de fibro-cimento, ou similar, apoiadas em estrutura metálica ou de concreto pré-moldado.

### 3.7.10.3 Projeto das Instalações Hidrosanitárias

- Instalação hidráulica

O suprimento de água para abastecimento das edificações será feito por gravidade a partir dos reservatórios elevados.

**Nota:** Inicialmente a alimentação desses reservatórios será feita através de carro-pipa até a obtenção da outorga respectiva para a exploração de água subterrânea.

A saída do reservatório possuirá registro de gaveta e união para se efetuar manutenção quando necessário.

Toda rede de água será executada em tubo de PVC soldável. Serão utilizadas conexões apropriadas de fabricação Tigre, Fortilit, ou similar, não se permitindo a utilização de esquentes nas tubulações sob quaisquer pretextos.

A distribuição de água fria dar-se-á pelo interior das alvenarias dos diversos ambientes que façam utilização da água.

Em todos os ambientes o comando geral da rede será executado por meio de registros de gaveta com acabamento, localizado no ponto inicial do ramal de modo a possibilitar o isolamento do compartimento,

quando houver manutenção do sistema, permitindo sua execução sem o fechamento da água de toda a edificação.

- Esgotamento sanitário

O sistema de esgoto sanitário receberá os despejos provenientes dos equipamentos sanitários e conduzirá através de rede utilizando-se de tubulações e caixas de passagens para o destino final, constituído de fossa séptica, filtro e sumidouro, ou alternativamente de biodigestores.

As tubulações e conexões do sistema de esgoto sanitário serão em PVC para esgoto, ponta e bolso de fabricação Tigre, Fortilit, ou similar.

As conexões do sistema de esgoto deverão ser encaixadas utilizando-se anéis apropriados e com ajuda de lubrificantes indicados pelo fabricante dos materiais adquiridos.

As bacias sanitárias deverão ser auto-sifonadas, assim como os demais equipamentos sanitários, tais como: lavatórios, ralos e mictórios. As pias deverão ser sifonadas através de utilização de sifões apropriados.

As caixas de inspeção serão em alvenaria de tijolo maciço revestidas internamente com argamassa de cimento e areia no traço 1:4 tendo o fundo executado em meia-calha de modo a não permitir a formação de depósito.

A caixa de gordura deverá ser executada obedecendo aos mesmos critérios acima, possuindo septos para separação de gordura.

As águas residuárias provenientes do dique de lavagem e da oficina antes de serem lançadas no terreno ou encaminhadas para a estação de tratamento de efluentes líquidos (ETE) serão conduzidas para um sistema composto de caixas d'areia e separadores de água e óleo.

#### **3.7.10.4 Projetos das Instalações Elétricas, de Telefonia e de Iluminação**

##### ▪ Instalação Elétrica dos Prédios

A alimentação de energia elétrica dos prédios da CTR-Industrial dar-se-á, a partir dos quadros de distribuição, proteção e manobra denominados de Quadros de Força e Luz (QFLs), através dos circuitos de iluminação e força.

Os circuitos de iluminação e força deverão ser divididos e distribuídos com o objetivo de atender às características operacionais dos locais, bem como minimizar a queda de tensão dos circuitos. Todos os circuitos serão comandados (distribuição, proteção e manobra) através do quadro (QFL).

Tais circuitos de iluminação e força serão protegidos e manobrados através de disjuntores termomagnéticos, que terão a função de proteger os circuitos, em geral, contra sobrecargas e curtos-circuitos, evitando assim, danificações nos aparelhos e equipamentos elétricos.

Os circuitos de força para os equipamentos especiais (motores, compressores, etc.), serão protegidos e manobrados com chaves magnéticas com partida direta ou tensão reduzida, determinadas de acordo com a potência e finalidade dos mesmos.

Cada quadro de distribuição (QFL) terá um disjuntor geral que protegerá o alimentador e facilitará a manutenção dos circuitos parciais, diminuindo assim, o risco com acidentes.

##### ▪ Instalação Telefônica dos Prédios

O ponto de entrada telefônico que interliga o ramal aéreo do consumidor a rede da concessionária telefônica, será, também, o local onde está previsto a entrada de energia elétrica.

A distribuição telefônica iniciar-se-á a partir da caixa de distribuição, de onde partirão os diversos cabos secundários em tubulações de PVC, para interligarem aos pontos telefônicos



instalados nos prédios da CTR-Industrial de acordo com o padrão da concessionária telefônica.

#### ▪ Sistema Elétrico Externo

A energia elétrica para a CTR-Industrial deverá ser fornecida pela concessionária local AMPLA, que suprirá à central com tensão de distribuição secundária em 220/127V, frequência de 60Hz, se responsabilizando pelo abaixamento da tensão existente próximo ao local.

Todo o conjunto elétrico, que consiste basicamente de transformador, postes de concreto, chave corta-circuito fusível, pára-raios de linha, aterramento e ramal aéreo para interligações na rede aérea existente, deverá ser dimensionado e fornecido pela concessionária local AMPLA. Com a finalidade de reduzir os custos com a distribuição do sistema elétrico e evitar ao máximo o percurso subterrâneo em travessia de veículos em geral, será utilizado um sistema misto de distribuição para alimentação dos Quadros de Força e Luz (QFLs) dos prédios da central, conforme a seguir:

**Rede Aérea:** rede de distribuição aérea trifásica com neutro, em cabos de alumínio nu tipo ASC, sustentadas por armações

secundárias com isoladoras de roldana, fixadas aos postes de concreto.

**Ramal Subterrâneo:** derivando dos postes de concreto até os QFLs nos prédios, serão instalados alimentadores, que interligarão os QFLs à rede aérea de baixa tensão (B.T.), prevendo a proteção mecânica dos alimentadores, para o trecho vertical até a caixa do poste com tubulação de ferro galvanizado e para o trecho subterrâneo com tubulação de PVC rígido, considerando para as descontinuidades e mudanças de direção, caixas de passagem de alvenaria com tampa de concreto.

#### ▪ Sistema de Iluminação Externa

A iluminação externa será executada com lâmpadas a vapor de sódio, com potência nominal de 150W, instaladas em luminárias de alumínio, suportadas por braços de iluminação galvanizados ou similares. Como acessórios necessários ao perfeito funcionamento dessas lâmpadas, está previsto para cada luminária, um reator e um ignitor, com características compatíveis com a lâmpada e o sistema supridor de energia elétrica.

Para o acionamento das luminárias está prevista a instalação de relés fotoelétricos para comando individualizado por luminária. Esses

relés serão instalados em bases específicas, em série com o sistema elétrico e a lâmpada.

### 3.7.10.5 Projeto Paisagístico

A seguir apresentam-se as etapas a serem seguidas para a implantação do projeto paisagístico da CTR-Industrial (desenho **DES-02 - Tratamento Paisagístico**).

#### ▪ Objetivos e Justificativas

O projeto paisagístico, a ser inicializado desde a fase de implantação do empreendimento, visa, através do plantio de espécies nativas locais, a recomposição vegetal do terreno e o tratamento paisagístico da central, notadamente, das áreas situadas no entorno das suas edificações.

O enriquecimento de espécies nativas vegetais será implantado em diferentes áreas com vistas à criação de cinturões verdes e de corredores ecológicos entre alguns dos fragmentos da Mata Atlântica existentes no local. Cabe destacar que tais áreas poderão exercer a função de barreira física à propagação dos ventos, estabelecendo, por extensão, proteção acústica.

#### ▪ Procedimentos

Nos locais onde não haja interferência direta das obras para implementação da estrutura da CTR-Industrial, as operações de plantio das áreas a serem reflorestadas, inclusive do cinturão verde, poderão ter início junto às obras de implantação do empreendimento. Nos demais locais, o projeto terá início tão logo estas obras estejam finalizadas.

A etapa de implantação do cinturão verde deverá ser realizada em tempo pré-estabelecido e a manutenção deverá estender-se até a fase em que a espécie atinja a altura desejável de uma cerca-viva.

A implantação das áreas a serem reflorestadas dar-se-á início nos primeiros cinco anos da fase de operação.

#### ▪ Abrangência

O tratamento paisagístico abrangerá praticamente todas as áreas livres do empreendimento, incluindo a própria área da CTR-Industrial, as áreas administrativas, as vias de acesso, de circulação e passeios.

#### ▪ Metodologia

Para a implantação do cinturão verde, será adotado como metodologia, o plantio de espécie vegetal de rápido crescimento. Já nas áreas de reflorestamento será adotado o restabelecimento de cobertura vegetal arbórea nativa, com o emprego de modelo sucessional e utilização de proporções adequadas entre os grupos ecológicos das espécies pioneiras, secundárias e climáx. Seguirá a premissa de um reflorestamento heterogêneo, com espaçamento propício de modo a garantir um rápido recobrimento do solo.

As áreas de circulação interna e os locais próximos às edificações serão beneficiados com tratamento paisagístico através da utilização de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas.

### 3.8 IMPLANTAÇÃO DA CTR-INDUSTRIAL

Face às condicionantes da geração diferenciada dos resíduos industriais, tanto qualitativa como quantitativa, se impôs uma instalação e uma conseqüente operação da CTR-Industrial de Macaé em etapas, sendo que as mesmas muitas vezes poderão chegar a ser concomitantes, com o objetivo de não permitir a paralisação das atividades das unidades

contempladas. Tais etapas consistirão basicamente na implantação do empreendimento e posteriores expansões ao longo do tempo.

#### 3.8.1 Etapa de Implantação

Na etapa de implantação pretende-se viabilizar a implantação de toda a infraestrutura básica da CTR-Industrial, dando condições de operação funcional e adequada a todas as unidades, conforme a seguir:

- colocação de placas informativas do empreendimento e da sua implantação;
- construção dos acessos internos (inclusive sinalização), cercas, aceiros e portões;
- construção das instalações fixas, isto é, execução de todas as edificações (portaria, balança, escritórios, administração, oficinas, laboratórios, etc.), dotadas de todas as instalações hidro-sanitárias, elétricas e telefônicas;
- instalação da rede de abastecimento de água (com caixa d'água elevada), de abastecimento de energia elétrica e telefônica, bem como do sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários;

- execução da terraplenagem de conformação (cortes e aterros) com a execução de todos os pátios e platôs;
- implantação do sistema de drenagem superficial;
- execução em cava das bacias e células industriais, devidamente impermeabilizadas e dotadas de todos os sistemas necessários à operação dessas unidades;
- preparo do terreno destinado à instalação dos aterros de inertes (execução da bacia, do dique, da impermeabilização de base e, da drenagem de fundo);
- construção dos galpões;
- execução do sistema de drenagem de percolado e da estação de tratamentos de efluentes líquidos não-oleosos;
- construção do sistema separador de água e óleo (SAO), dos sistemas de encapsulamento e biopilha;
- implantação das placas de identificação das diferentes unidades assim como do EPI a ser utilizado;
- implantação da barreira vegetal.

**Nota:** Cabe destacar que, embora para todas instalações destinadas ao recebimento/tratamento dos resíduos será construída uma única unidade nesta primeira etapa, a vida útil das mesmas é variável (mínimo um ano) conforme pode ser observado no **Quadro 3.38**.

### 3.8.2 Etapa de Expansão

A etapa denominada de expansão, como já citado anteriormente, será executada ao longo do tempo. Nesta etapa será ampliado basicamente o número das bacias e das células industriais, e a área ocupada pelos galpões (modulares em 5 m). Para tal, serão preparados os platôs e pátios demandados pela ampliação citada dotados de todos os sistemas necessários, tais como, drenagem superficial, revestimento vegetal (gramado de taludes) e ampliação das vias de circulação internas.

Nesta etapa será feito o reflorestamento proposto visando a criação de corredores ecológicos entre os fragmentos da Mata Atlântica existentes dentro da área do empreendimento e a implantação de trilhas ecológicas destinadas ao monitoramento e visitação destas áreas (desenho **DES-26**).

Na formação de bosques e matas dar-se-á preferência ao plantio de essências nativas locais. Os bosques deverão ser o mais heterogêneos possíveis para evitar a vulnerabilidade das espécies ao ataque de pragas e doenças, bem como as espécies selecionadas deverão ter como característica básica boa adaptação edafoclimáticas, e ao mesmo tempo dar um caráter paisagístico ao local através do uso de espécies com alternância de floradas com espécies atrativas, recuperando desta forma a fauna outrora existente.

### **3.8.3 Cronograma de Implantação - Vida Útil**

Os cronogramas de implantação das diferentes unidades que fazem parte da CTR-Industrial, a vida útil das mesmas e a evolução da capacidade dos aterros de inertes em função do tempo, estão apresentados no **Quadro 3.38**, no **Quadro 3.39** e no **Quadro 3.40**.

**Quadro 3.38 - Cronograma de Implantação das Unidades do CTR-Industrial - Município de Macaé-RJ**

Ano	Quantidade ou Metragem Total Implantada													
	Bacia 1	Bacia 2	Bacia 3A	Bacia 3B	Bacia 4	Bacia 5	Bacia 6	Célula I	Célula II	Célula III	Galpão I	Galpão II	Galpão III	Galpão IV
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10 x 15m	10 x 10m	10 x 10m	10 x 10m
2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	10 x 15m	10 x 10m	10 x 10m	10 x 10m
3	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	10 x 15m	10 x 10m	10 x 10m	10 x 10m
4	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	10 x 20m	10 x 10m	10 x 10m	10 x 10m
5	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	10 x 20m	10 x 10m	10 x 10m	10 x 10m
6	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	10 x 20m	10 x 10m	10 x 10m	10 x 10m
7	2	1	1	1	1	2	2	3	2	1	10 x 20m	10 x 10m	10 x 15m	10 x 10m
8	2	2	1	1	1	2	2	3	3	1	10 x 20m	10 x 10m	10 x 15m	10 x 10m
9	2	2	1	1	1	2	2	3	3	1	10 x 20m	10 x 10m	10 x 15m	10 x 10m
10	2	2	1	1	1	2	2	4	3	1	10 x 25m	10 x 15m	10 x 15m	10 x 10m
11	2	2	1	1	1	3	3	4	4	1	10 x 25m	10 x 15m	10 x 15m	10 x 10m
12	3	2	2	2	1	3	3	5	4	1	10 x 25m	10 x 15m	10 x 20m	10 x 10m
13	3	2	2	2	1	3	3	5	5	1	10 x 25m	10 x 20m	10 x 20m	10 x 10m
14	3	2	2	2	1	3	3	6	5	1	10 x 30m	10 x 20m	10 x 20m	10 x 10m
15	3	2	2	2	1	3	3	6	6	1	10 x 30m	10 x 20m	10 x 20m	10 x 10m
16	3	2	2	2	1	3	3	7	6	1	10 x 30m	10 x 25m	10 x 25m	10 x 10m
17	4	3	2	2	1	4	4	7	7	1	10 x 30m	10 x 25m	10 x 25m	10 x 10m
18	4	3	2	2	1	4	4	8	8	2	10 x 35m	10 x 30m	10 x 25m	10 x 10m
19	4	3	2	2	1	4	4	9	9	2	10 x 35m	10 x 30m	10 x 25m	10 x 10m
20	4	3	2	2	1	4	4	9	10	2	10 x 35m	10 x 35m	10 x 25m	10 x 10m

**Notas:**

Bacia 1 = água oleosa

Bacia 2 = borra oleosa

Bacia 3A = resíduos metálicos contaminados com graxas, óleos, solventes, e tintas; sucata ferrosa; tambores

Bacia 3B = equipamentos de proteção individual; resíduos contaminados com graxas, óleos, solventes e tintas; e tambores não metálicos

Bacia 4 = terra diatomácea

Bacia 5 = borras de tintas

Bacia 6 = embalagens de produtos químicos e de tintas

Célula I = provenientes das indústrias: granalha de ferro, lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias, eletrodos de solda, e microesferas de vidro

= provenientes do município, denominados de resíduos especiais: lâmpadas fluorescentes, pilhas comuns, baterias de celular, baterias automotivas e, baterias

Célula II = água raz contaminada com graxa, borras de fosfato, borras de tinta, soluções ácidas e, solvente sujo (thinner)

Célula III = resíduos de laboratório

Galpão I = provenientes das indústrias: granalha de ferro, lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias

Galpão II = água raz contaminada com graxa, borras de fosfato, soluções ácidas e, solvente sujo (thinner)

Galpão III = resíduos de laboratório

Galpão IV = óleo gerado no SAO

**Quadro 3.39 - Capacidade Volumétrica e Vida Útil por Camadas do Aterro de Inertes I - Município de Macaé - RJ**

Camada	Cotas (m)	Altura do Aterro (m)	Area camada (m <sup>2</sup> )		Espessura Camada (m)	Volume (m <sup>3</sup> )		Vida Útil (Anos)	
			Inferior	Superior		Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado
1	22-24	2	280	1.715	2	1.995	1.995	0,91	0,91
2	24-28	6	1.715	3.609	4	10.647	12.642	4,87	5,78
3	28-32	10	3.388	5.186	4	17.149	29.791	5,21	10,98
4	32-36	14	4.885	6.863	4	23.495	53.286	4,88	15,86
5	36-40	18	6.506	8.692	4	30.396	83.683	4,47	20,33

**Quadro 3.40 - Capacidade Volumétrica e Vida Útil por Camadas do Aterro de Inertes II - Município de Macaé - RJ**

Camada	Cotas (m)	Altura do Aterro (m)	Area camada (m <sup>2</sup> )		Espessura Camada (m)	Volume (m <sup>3</sup> )		Vida Útil (Anos)	
			Inferior	Superior		Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado
1	23-24	1	299	795	1	547	547	0,25	0,25
2	24-28	5	795	3.076	4	7.742	8.289	3,24	3,49
3	28-32	9	2.932	5.175	4	16.215	24.503	5,06	8,55
4	32-36	13	4.933	6.984	4	23.835	48.338	5,19	13,74
5	36-40	17	6.619	8.929	4	31.096	79.434	4,77	18,51
6	40-44	21	8.406	5.688	4	28.189	107.622	3,45	21,96



## 3.9 ATIVIDADES RELATIVAS À CONSTRUÇÃO

Objetivando definir as orientações e diretrizes que permitam nortear a execução das atividades relativas à construção da CTR-Industrial apresentam-se a seguir, e sem prejuízo das já citadas ao longo da descrição do empreendimento, as especificações técnicas das obras e serviços envolvidos.

### 3.9.1 Canteiro de Obras

O planejamento do canteiro de obras apresentado a continuação, tendo como premissa - ordem, segurança e limpeza -, visa obter a melhor utilização do espaço físico, bem como a disposição mais eficiente possível de materiais, ferramentas e máquinas.

#### 3.9.1.1 Instalações do Canteiro

O canteiro de obras a ser instalado numa plataforma que posteriormente será ocupada pelo prédio da administração da CTR-Industrial (desenho DES-03) deverá constar, conforme mostrado no desenho DES-04, dos seguintes espaços:

- portão de acesso e cerca;

- áreas de vivência e de apoio
- vias de circulação;
- área para armazenamento de materiais e baias de agregados;
- área para produção de argamassa e concreto;
- área destinada à guarda e manutenção preventiva de equipamentos e veículos.

#### 3.9.1.2 Isolamento do Canteiro

Para evitar a entrada de animais e pessoas estranhas nos locais de trabalho, a área do canteiro deverá ser isolada com cerca de 6 fios de arame farpado presos a mourões de concreto.

Na entrada principal será mantida uma guarita onde haverá sempre um vigia que controlará o movimento de entrada e saída de veículos e pessoas. Nela ficarão disponíveis os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) das pessoas autorizadas à visita do local.

### 3.9.1.3 Caminhos de Serviço

Definem-se como caminhos de serviço, as vias internas construídas para permitir o trânsito de equipamentos e veículos com a finalidade de assegurar acessos às praças de trabalho, estruturas, e demais instalações previstas no canteiro de obras.

Essas vias deverão possuir condições técnicas de tráfego e de drenagem tão somente necessárias à utilização racional dos equipamentos e veículos sendo obedecidas as normas e padrões do DNIT para obras similares, no que se refere a desmatamento, destocamento e limpeza de faixa, aterros, reforço do subleito, áreas de empréstimo e revestimento superficial, drenagem, etc.

### 3.9.1.4 Quadro de Funcionários

Em função dos serviços e obras contemplados para a implantação da CTR-Industrial está prevista a relação de funcionários apresentada no **Quadro 3.41**.

**Quadro 3.41 - Quadro de Funcionários**

Atividade	Número de Funcionários
Obras de terraplenagem	12
Construção dos prédios e galpões	9
Instalação de equipamentos	4
Outros	5

### 3.9.1.5 Área de Vivência e de Apoio

As áreas de vivência e de apoio serão instaladas dentro das condições necessárias e aprovadas pelo órgão competente, observando as condições mínimas citadas a seguir.

#### ▪ Alojamentos

O dormitório para operários solteiros deverá ter no mínimo 3 m<sup>2</sup>/pessoa considerando agrupamento com beliche, armários individuais e área de circulação. Serão fornecidos todos os móveis, utensílios, etc. necessários ao seu pleno funcionamento.

Haverá um local próprio, coberto e dotado de tanques, para a lavagem e secagem das roupas dos trabalhadores.

#### ▪ Sanitários e Vestiários

As instalações sanitárias, dimensionadas em função do número de operários, deverão constar de:

- ▶ 2 sanitários considerando um sanitário para cada grupo de 20 trabalhadores (o fornecimento de papel higiênico é obrigatório);
- ▶ 3 chuveiros considerando um chuveiro para cada grupo de 10 trabalhadores;
- ▶ 3 torneiras considerando um lavatório para cada grupo de 10 trabalhadores.

As áreas mínimas a serem observadas para as instalações sanitárias serão as seguintes:

- ▶ vaso sanitário: 1,00 m<sup>2</sup>
- ▶ chuveiro: 0,80 m<sup>2</sup>
- ▶ lavatório: 0,60 m<sup>2</sup>

Para os vestiários deverá ser prevista uma área mínima de 1,5 m<sup>2</sup> por trabalhador e deverão constar de armários individuais e bancos com largura mínima de 0,30 m.

#### ▪ Refeitório

O refeitório deverá atender as especificações a seguir:

- ▶ ter área mínima de 1,0 m<sup>2</sup> por operário, comportando 1/3 dos operários em cada turno;
- ▶ dispor de área para lavagem de utensílios;
- ▶ ser instalado bebedouro na proporção de 1/25 operários;
- ▶ ser instaladas mesas (com tampo impermeável) e bancos ou cadeiras.

### 3.9.1.6 Oficina e Sistemas de Controle

Haverá um galpão coberto para guarda e manutenção preventiva, exclusive reparos, de equipamentos e veículos.

Toda água que tenha entrado em contato com óleo será captada e canalizada através de uma vala, que margeará o galpão, protegida com grade metálica, até uma caixa de areia e desta caixa até um poço de acumulação, tudo por gravidade. Sempre que o poço atingir 3/4 de sua capacidade, a mistura água-óleo deverá ser removida de seu interior por uma empresa devidamente credenciada pelo INEA.

As estopas utilizadas na manutenção preventiva dos veículos e equipamentos serão armazenadas em recipientes adequados para posteriormente serem recolhidas conjuntamente com os resíduos oleosos.

### **3.9.1.7 Sistema de Abastecimento de Água**

O abastecimento de água do canteiro de obras será feito através de carro pipa, sendo previsto, 60 litros diários de água por trabalhador para consumo nas instalações sanitárias. Já os bebedouros serão abastecidos com água mineral trazida em garrações de 20 litros.

### **3.9.1.8 Sistema de Esgotamento Sanitário**

Os efluentes sanitários do canteiro serão canalizados através de tubulação de PVC até num conjunto de fossa-séptica, filtro-anaeróbio e sumidouro, ou alternativamente até um sistema biodigestor, que deverá ser dimensionado levando em consideração o número de contribuintes (trabalhadores).

**Nota:** Será previsto que o local destinado para os sistemas acima citados seja o mesmo ou fique próximo daquele a ser

utilizado para os esgotos do prédio de administração e laboratórios da CTR-Industrial.

### **3.9.1.9 Sistema de Distribuição de Energia Elétrica**

A demanda de energia elétrica das instalações do canteiro será suprida através de um sistema de geradores ou alternativamente fazendo uso da rede elétrica do Novo Aterro Sanitário. Atenderá a uma demanda de 14 kVA, necessária para o devido funcionamento do canteiro de obras.

As instalações deverão ser executadas de acordo com as normas vigentes e aplicáveis às instalações deste gênero e segundo os padrões da boa técnica construtiva.

### **3.9.1.10 Desmobilização**

No final da obra deverão ser removidas todas as instalações do acampamento, que incluem canteiro, equipamentos, construções provisórias, detritos e restos de materiais, e dever-se-á providenciar a recuperação e urbanização das áreas afetadas por estas instalações.

### **3.9.2 Mão-de-Obra**

A mão de obra a ser empregada durante a fase de construção deverá ser qualificada e preferencialmente oriunda do município de Macaé, de modo a garantir uma contínua e perfeita execução dos serviços e um acabamento esmerado dos mesmos.

Deverão ser previstos, em cada caso específico e em função do serviço a ser executado, o pessoal, equipamentos e materiais necessários à boa execução, administração e condução das obras. Cabe ressaltar que parte desse pessoal poderá vir a ser reaproveitado para a operação da CTR-Industrial.

### **3.9.3 Materiais**

Todo e qualquer material empregado nas obras de implantação da CTR-Industrial será obrigatoriamente de 1ª qualidade.

Deverão ser armazenados de forma que seja assegurada a conservação de suas características e aptidões do seu uso.

A aceitação em qualquer ocasião de um material não será obstáculo para que possa ser rejeitado no futuro, se forem verificados defeitos de qualidade e/ou uniformidade.

De um modo geral para a avaliação da qualidade dos materiais, são válidas todas as prescrições dos fabricantes e as especificações e/ou normas técnicas pertinentes.

### **3.9.4 Equipamentos e Técnicas Construtivas**

#### **3.9.4.1 Equipamentos**

A execução das obras de implantação da CTR-Industrial deverá prever a utilização racional de equipamentos e/ou ferramentas apropriadas, atendendo as condições locais e a produtividade exigida. Poderão ser empregados, dentre outros, tratores de lâminas, escavadeiras hidráulicas, pá-carregadeiras, retro-escavadeiras, caminhões basculantes, motoniveladoras, grade de discos, caminhões irrigadores, rolos compactadores, e compactadores portáteis e manuais ou mecânicos.

Independente das condições particulares ou específicas que se exijam dos equipamentos necessários para executar os serviços e obras, todos eles devem cumprir as seguintes condições:

- Deverão estar disponíveis com suficiente antecedência para o início dos trabalhos e possuírem características compatíveis em relação ao

tipo e volumes de serviços a serem executados no prazo estabelecido no cronograma da obra;

- Deverão apresentar perfeitas condições de funcionamento, e serem adequados aos fins a que serão destinados;
- As manutenções necessárias no decorrer dos serviços deverão ser programadas e realizadas em prazos compatíveis com os planos de execução das obras e de forma a não interferir no prazo final;
- Os equipamentos que se apresentarem, durante a execução da obra, como inadequados à finalidade inicialmente proposta, seja por alteração das condições de trabalhos ou qualquer outro motivo, deverão ser substituídos por outros que com melhores desempenhos atendam às novas condições.

### 3.9.4.2 Técnicas Construtivas

Para a execução dos serviços e obras contemplados para a implantação da CTR-Industrial deverão ser seguidas, dentre outras, as técnicas construtivas citadas a continuação. Cabe destacar que após a elaboração dos respectivos Projetos Executivos as especificações a seguir poderão ser modificadas e/ou complementadas.

#### ▪ Locação da Obra

Todo o conjunto a ser construído deverá ser locado obedecendo aos afastamentos e alinhamentos projetados. O serviço deverá ser executado somente por profissional habilitado (utilizando instrumentos e métodos adequados), que deverá colocar marcos para demarcação dos eixos (estacas de posição com cotas de nível definidas).

A locação deverá englobar todo o perímetro da obra através de gabaritos de madeira. As tábuas do madeiramento do gabarito deverão ser bem fixadas e travadas para resistir à tensão dos fios de demarcação.

Os gabaritos para a implantação das unidades que fazem parte da CTR-Industrial deverão ser executados após o nivelamento do terreno e serão dispostos de forma que permita a circulação de materiais e de operários.

#### ▪ Limpeza e Preparação do Terreno

A definição das áreas a serem limpas, que correspondem àquelas que sofrerão intervenções programadas de escavação e/ou aterramento, será função do cronograma de implantação das unidades que fazem parte da CTR-Industrial (desenho **DES-12 - Uso e Ocupação da Área e**

*Locação de Seções*). Os limites destas áreas poderão se estender, no máximo, 2,0 m além das linhas de demarcação destas intervenções.

A limpeza das áreas consistirá basicamente na remoção de todo material de origem vegetal, na sua maioria composta de pastos, até uma profundidade média em torno de 10 cm. A limpeza incluirá onde necessário, as operações de desmatamento, destocamento e remoção dos detritos de origem vegetal, de forma que a superfície resultante se apresente completamente livre de qualquer material inadequado.

O material removido na operação de limpeza deverá ser transportado para local previsto como bota-fora localizado dentro dos limites do terreno da CTR-Industrial visando seu uso posterior nos serviços de revegetação, porém sempre observando o cronograma de implantação do empreendimento haja vista a capacidade de armazenamento do bota-fora previsto para este material.

No **Quadro 3.42** a seguir apresenta-se a estimativa das áreas que serão preparadas para a implantação das unidades, inclusive dos acessos internos, da CTR-Industrial.

**Quadro 3.42 - Áreas a serem Preparadas**

Setor	Área (m <sup>2</sup> )
1	2.657
2	8.765
2 (ampliação)	1.570
3	10.937
4	29.016
4 (1ª ampliação)	15.505
4 (2ª ampliação)	7.217
5	9.858
6	13.253
7	12.887
8	13.135
9	12.796
9 (ampliação)	13.904
Acesso Principal	7.010
Acessos Secundários	3.880
<b>Total</b>	<b>162.390</b>

**Nota:** O Setor 1 e o Acesso Principal, sendo partes da implantação do Novo Aterro Sanitário, encontram-se já construídos.



#### ▪ Escavações

As escavações serão realizadas dentro dos alinhamentos, greides e dimensões definidas para cada uma das unidades, sendo precedidas das operações de limpeza, destocamento e desmatamento.

Deverão ser tomadas todas as precauções no sentido de preservar as condições naturais do terreno localizado em cotas inferiores e além dos alinhamentos estabelecidos para toda a escavação.

Os materiais aproveitáveis das escavações serão utilizados na construção dos aterros previstos e de outras obras permanentes ou temporárias. Portanto, estes materiais deverão ser transportados e estocados em bota-fora provisório.

#### ▪ Aterros

Deverão ser preferencialmente utilizados solos com matriz argilosa provenientes das escavações previstas.

O lançamento desses solos somente poderá ser feito em locais que se apresentem limpos, esgotados, regularizados e isentos de materiais soltos e julgados inadequados.

Deverão ser lançados com certa inclinação (1% a 3%) de forma a facilitar o escoamento das águas de chuva.

Para a compactação do solo lançado poderão ser empregados compactadores do tipo pé-de-carneiro, com peso superior a 10t ou rolo pneumático com pressão nos pneus de 50 a 90lb/pol<sup>2</sup>.

A espessura das camadas lançadas e compactadas poderá ser definida em pistas experimentais. A princípio, a espessura da camada lançada poderá variar entre 20 e 30 cm (solta).

A compactação deverá ser feita de modo a cobrir uniformemente a área, adotando-se inicialmente oito passadas do rolo pé-de-carneiro ou seis passadas do rolo de pneus. O número de passadas do equipamento de compactação poderá ser alterado em função dos resultados obtidos no início dos serviços.

Se a superfície de qualquer camada do aterro se apresentar muito seca, de tal modo que não assegure boa ligação com a camada sobrejacente, esta deverá ser irrigada e revolvida (ou escarificada) adequadamente até uma profundidade que possa assegurar boas condições de ligação. Se tais superfícies se apresentarem muito úmidas, a camada deverá ser resolvida até apresentar umidade adequada à compactação.

Na eminência de chuva, e antes de períodos prolongados de interrupção dos trabalhos, toda a área lançada e não compactada deverá ser selada de forma a favorecer o escoamento das águas de chuva e, conseqüentemente, diminuir a infiltração e erosão da camada compactada.

#### ▪ Esgotamento das Obras

O esgotamento das obras compreende a retirada de todas as águas que eventualmente venham interferir na execução das obras.

Para tal deverá ser prevista, além do adequado equipamento de bombeamento, a construção de canais, calhas, drenos, poços e demais obras temporárias necessárias à remoção das águas.

Cabe destacar que o método a ser empregado para a retirada da água não deverá interferir, de forma alguma, com os trabalhos que estiverem sendo executados.

#### ▪ Drenagem Superficial

Inicialmente deverão ser locadas as linhas dos drenos previstas para o sistema de drenagem superficial (provisório e definitivo) através do nivelamento dos eixos e linhas de bases da geratriz inferior, da

verificação de pontos de referência de nível, e demais serviços de apoio topográfico necessários à correta execução das obras.

As valetas para execução dos drenos deverão ser devidamente preparadas através de compactação, remoção e substituição de materiais soltos ou inadequados.

Caso haja necessidade de aterro de enchimento para se atingir a cota de assentamento, este deverá ser devidamente compactado em camadas de no máximo 15 cm de espessura.

Para canaletas moldadas "in loco", a sua superfície deverá ser regularizada utilizando réguas e desempenadeiras, de modo a resultar num acabamento uniforme.

#### ▪ Drenagem Subsuperficial

Além dos serviços previstos para a locação das linhas dos drenos, similares aos especificados para a drenagem superficial, a instalação do material drenante deste sistema dar-se-á através das seguintes etapas:

- ▶ Regularização das paredes das valas e apiloamento do seu fundo prevendo-se o caimento necessário ao escoamento das águas a serem drenadas;

- ▶ Colocação de manta de geotêxtil tipo RT-10 da Bidim ou similar (dever-se-á prever uma sobra para o envelopamento da vala);
  - ▶ Preparo do berço da tubulação (camada de brita);
  - ▶ Colocação de tubo dreno tipo PEAD, ou tipo kananet, de 4" de diâmetro ou de concreto armado poroso CA-2 de 400mm de diâmetro;
  - ▶ Preenchimento da vala com brita;
  - ▶ Envelopamento da porção superior do enchimento com brita com a manta geotêxtil; e
  - ▶ Re-aterro e selamento das valas.
- Bacias para Armazenamento/Aterramento dos Resíduos

As bacias destinadas ao armazenamento/aterramento dos resíduos deverão ser executadas nos locais e dimensões previstos para as mesmas. A sua implantação dar-se-á basicamente através da escavação mecânica de cavas, regularização e impermeabilização das suas paredes e assentamento da drenagem de fundo na base das mesmas.

■ Drenagem de Base dos Aterros de Inertes

Para a implantação da drenagem do percolado, na base dos aterros de inertes, deverão ser executados basicamente os serviços a seguir:

- ▶ locação topográfica dos drenos;
- ▶ escavação das valas de drenagem;
- ▶ regularização das superfícies das valas com controle topográfico;
- ▶ lançamento do material drenante (brita, pedra de mão, geotêxtil e tubo dreno para os drenos principais).

■ Aplicação da Geomembrana de PEAD

A instalação da geomembrana deverá ser feita pelo fabricante, ou por instalador com comprovada experiência.

A aplicação da geomembrana dar-se-á diretamente sobre a superfície a ser impermeabilizada isenta de pedras ou outros materiais pontiagudos, bem como qualquer outra saliência ou depressão que possa provocar danos à geomembrana.

A geomembrana será ancorada através de vala preenchida com solo. O re-aterro desse preenchimento deverá ser executado com equipamentos manuais, em camadas de no máximo 15 cm de espessura.

- Uma vez executada a solda na sua totalidade, o instalador deverá fornecer:
  - ▶ um relatório geral contendo a localização das linhas de soldas e dos eventuais reparos;
  - ▶ os certificados dos ensaios realizados; e
  - ▶ a garantia do serviço, informando o prazo de validade da mesma.
- Pavimentação com Solo+Brita

A pavimentação com solo+brita deverá ser executada observando as seguintes etapas:

- ▶ Imediatamente antes do preparo do subleito, o terreno deverá estar livre de toda vegetação ou material orgânico eventualmente existente.
- ▶ A superfície do subleito deverá ser regularizada de modo a obter as cotas do projeto. Será escarificada até uma profundidade de 15

cm e destorroada. Após o destorroamento, dever-se-á proceder com o umedecimento ou secagem, compactação na energia especificada no projeto e acabamento. A compactação será executada com equipamento adequado, de modo a se obter as características especificadas no projeto.

- ▶ A mistura do solo argiloso com a brita deverá ser executada na obra e para ser bem sucedida é de fundamental importância que os seguintes passos sejam obedecidos:
  - secagem e destorroamento da argila;
  - cálculo das proporções em volume do solo e da brita;
  - mistura dos materiais com grade de disco, motoniveladora ou pá carregadeira.
- ▶ Feita a mistura, a aplicação do solo+brita deverá ser feita da seguinte forma:
  - lançamento e espalhamento da mistura de solo+brita;
  - umedecimento ou secagem do material solo+brita (caso o material encontrar-se seco deverá ser molhado com caminhão pipa e homogeneizado com grade de disco. Caso esteja

excessivamente úmido se impõe a secagem ao sol com o revolvimento com grade de disco);

- compactação da mistura com rolo compactador (mínimo de 8 passagens por faixa, da borda da estrada para o seu centro), na umidade ótima;
- acabamento definitivo da superfície.

#### ▪ Tratamento Superficial Betuminoso (CBUQ)

Sobre a base, depois de executada a imprimadura, a mistura será distribuída com acabadora autopropulsionada, com mecanismo adequado para conformá-la aos alinhamentos, perfis e seções transversais de projeto.

A temperatura de aplicação da mistura no momento de aplicação não deverá ser inferior a:

- ▶ no caso de cimento asfáltico, 125 °C;
- ▶ no caso de alcatrões, 75 °C.

O equipamento deverá deslocar-se a uma velocidade que permita a distribuição da mistura de forma contínua e uniforme.

No caso de duas camadas, a segunda será executada antes que a primeira receba tráfego, evitando o emprego de nova imprimadura.

Os trabalhos manuais atrás da acabadora serão reduzidos ao máximo.

Logo após a distribuição da mistura na pista, será iniciada a sua compactação.

A rolagem será iniciada com rolo de pneus com baixa pressão e aumentada à medida que a mistura for sendo compactada, suportando, portanto, maiores pressões.

O acabamento final será feito com rolos tipo tandem. As rodas dos rolos deverão ser molhadas para evitar a sua adesão ao ligante.

A compactação só terminará após atingir o grau fixado no projeto.

Sempre que for necessário fazer correções, estas serão executadas mediante remoção da parte defeituosa em toda a espessura da camada, em área retangular ou quadrada, e substituição por mistura fresca, à temperatura adequada para aplicação, compactando-a até obter a mesma densidade do material adjacente.

Durante todo o tempo necessário à execução das camadas previstas no projeto e até o seu recebimento, a obra deverá ser protegida contra a

ação destrutiva das águas pluviais, trânsito e outros agentes que possam danificá-la.

- Caixas de Passagem

Uma vez concluída a escavação e limpeza das cavas destinadas às caixas, a base de concreto será executada nas dimensões e cotas previstas. As paredes deverão ser alinhadas a prumo, não devendo, no caso de alvenaria de blocos, coincidir as juntas transversais dos mesmos. A argamassa para o rejuntamento da alvenaria e para os revestimentos superficiais deverá ser de areia e cimento no traço 1:4.

- Estruturas de Concreto Armado

Os serviços em concreto armado serão executados em estrita observância às disposições do projeto estrutural. Para cada caso, deverão ser seguidas as Normas Brasileiras específicas, em sua edição mais recente.

Nenhum conjunto de elementos estruturais poderá ser concretado sem a prévia e minuciosa verificação das fôrmas e armaduras, bem como do exame da correta colocação de tubulações elétricas, hidráulicas e outras que, eventualmente, sejam embutidas na massa de concreto. As passagens das tubulações através de vigas e outros elementos

estruturais deverão obedecer ao projeto, não sendo permitidas mudanças em suas posições, a não ser com autorização do autor do projeto.

Sempre que existir dúvida a respeito da estabilidade dos elementos da estrutura, deverão ser feitas provas de carga para avaliar a qualidade da resistência das peças. O concreto a ser utilizado nas peças terá resistência (fck) indicada no projeto.

- Alvenaria de Blocos de Concreto

As alvenarias de blocos de concreto serão executadas em obediência às dimensões e alinhamentos indicados no projeto. Serão aprumadas e niveladas, com juntas uniformes. Os blocos serão umedecidos antes do assentamento e aplicação das camadas de argamassa.

O assentamento dos blocos será executado com argamassa de cimento e areia, no traço volumétrico 1:4, aplicada de modo a preencher todas as superfícies de contato. As amarrações das alvenarias deverão ser executadas de conformidade com as indicações do projeto. Nas alvenarias de blocos estruturais, deverão ser atendidas as disposições da Norma NBR 8798 - Execução e Controle de Obras em Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto.

Nas alvenarias de blocos aparentes, as juntas serão perfeitamente alinhadas e de espessura uniforme, levemente rebaixadas com auxílio de gabarito. Não deverão ser utilizados blocos cortados na fachada do pano de alvenaria. As vergas e amarrações serão executadas com blocos especiais, a fim de manter fachada homogênea. Os serviços de retoques serão cuidadosamente executados, de modo a garantir a perfeita uniformidade da superfície da alvenaria. Após o assentamento, as paredes deverão ser limpas, removendo-se os resíduos de argamassa.

#### ▪ Alvenaria de Pedras

As alvenarias de pedra serão executadas em obediência às dimensões e alinhamentos indicados no projeto. As pedras serão molhadas antes do assentamento, envolvidas com argamassa e calçadas a malho de madeira até permanecerem fixas na sua posição. Em seguida, as pedras serão calçadas com lascas de pedra dura, com forma e dimensões adequadas. A alvenaria deverá tomar uma forma maciça, sem vazios ou interstícios. No caso de alvenaria não aparelhada, as camadas deverão ser respaldadas horizontalmente.

O assentamento das pedras será executado com argamassa de cimento e areia, no traço volumétrico 1:3. As pedras serão comprimidas até que a argamassa reflua pelos lados e juntas.

#### ▪ Esquadrias

A instalação das esquadrias deverá obedecer ao alinhamento, prumo e nivelamento indicados no projeto. Na colocação, não serão forçadas a se acomodarem em vãos fora de esquadro ou dimensões diferentes das indicadas no projeto. As esquadrias serão instaladas através de contramarcos rigidamente fixados na alvenaria, concreto ou elemento metálico, por processo adequado a cada caso particular, como grapas, buchas e pinos, de modo a assegurar a rigidez e estabilidade do conjunto. As armações não deverão ser torcidas quando aparafusadas aos chumbadores ou marcos.

Para combater a particular vulnerabilidade das esquadrias nas juntas entre os quadros ou marcos e a alvenaria ou concreto, desde que a abertura do vão não seja superior a 5 mm, deverá ser utilizado um calafetador de composição adequada, que lhe assegure plasticidade permanente. Após a execução, as esquadrias serão cuidadosamente limpas, removendo-se manchas e quaisquer resíduos de tintas, argamassas e gorduras.

#### ▪ Ferragens

A instalação das ferragens será realizada com particular cuidado, de modo que os rebaixos ou encaixes para as dobradiças, fechaduras,



chapas-testas e outros componentes tenham a conformação das ferragens, não se admitindo folgas que exijam emendas, taliscas de madeira ou outros meios de ajuste. O ajuste deverá ser realizado sem a introdução de esforços nas ferragens.

As ferragens não destinadas à pintura serão protegidas com tiras de papel ou fita crepe, de modo a evitar escorrimento ou respingos de tinta.

#### ▪ Cobertura

Antes do início da colocação das telhas, o madeiramento deverá ser verificado quanto a eventuais ondulações e irregularidades. Se existentes, serão realizados os ajustes necessários. O assentamento das telhas será realizado em duas fases: a preliminar e a definitiva. Na fase preliminar, as telhas serão simplesmente dispostas sobre a estrutura da cobertura. A segunda fase somente deverá ser iniciada após a instalação das peças de funilaria, a saber: calhas, rufos e águas furtadas. As telhas serão alinhadas com auxílio de réguas e linhas, partindo dos beirais em direção às cumeeiras. No encontro com as águas furtadas, cumeeiras e alvenarias, as telhas serão recortadas com precisão, de modo a alinhar os chanfros.

As cumeeiras e espigões serão assentados com argamassa de cimento e areia, no traço volumétrico 1:3. O assentamento das telhas formadas de capas e canal e as telhas de todos os beirais e oitões será realizado da mesma forma. Será vedado o trânsito sobre telhas úmidas. O trânsito sobre telhados concluídos e secos somente será permitido sobre tábuas ou chapas de madeira adequadamente apoiadas nas telhas.

#### ▪ Pisos Cimentados

Sobre o solo previamente nivelado e compactado, será aplicado um lastro de concreto simples, com resistência mínima  $f_{ck} = 9 \text{ Mpa}$ , na espessura indicada no projeto. Essa camada deverá ser executada somente após a conclusão dos serviços de instalações embutidas no solo.

Sobre o lastro de concreto serão fixadas e niveladas as juntas plásticas ou de madeira, de modo a formar os painéis com as dimensões especificadas no projeto. Em seguida será aplicada a camada de regularização de cimento e areia média no traço volumétrico 1:3. A profundidade das juntas deverá alcançar a camada de base do piso. Os caimentos deverão respeitar as indicações do projeto. A massa de acabamento deverá ser curada, mantendo-se as superfícies dos pisos cimentados permanentemente úmidas durante os 7 dias posteriores à execução.

Para se obter o acabamento liso, as superfícies deverão ser desempenadas após o lançamento da argamassa. Em seguida, as superfícies serão polvilhadas manualmente com cimento em pó e alisadas (queima) com colher de pedreiro ou desempenadeira de aço. Para o acabamento antiderrapante, após o desempenho das superfícies, deverá ser passado sobre o piso um rolete provido de pinos ou saliências que, ao penetrar na massa, formará uma textura quadriculada miúda. O acabamento rústico será obtido somente com o desempenho das superfícies. Se for prevista uma cor diferente do cinza típico do cimento, poderá ser adicionado à argamassa de regularização um corante adequado, como óxido de ferro e outros, de conformidade com as especificações de projeto.

#### ▪ Pisos de Placas Cerâmicas

Sobre o lastro de concreto simples já endurecido, anteriormente preparado para a primeira regularização dos pisos, será executado um revestimento com argamassa de cimento e areia no traço volumétrico 1:3. A argamassa será lançada após a definição dos níveis de piso acabado, espalhada entre as guias já preparadas, sarrafeada com régua de madeira ou alumínio, desempenada mas não alisada, constituindo a base para o piso.

Após 2 (dois) dias, no mínimo, da preparação da base, será aplicada sobre toda a superfície uma massa regularizadora especificada pelo fabricante, suficientemente plástica para utilização de desempenadeira de aço. A aplicação desta massa terá a função de se obter uma superfície sem imperfeições, lisa e nivelada, repetindo-se a operação, onde for necessária.

Após o endurecimento da massa de regularização, poderá ser iniciada a colocação das placas, espalhando-se sobre a superfície a ser revestida e no verso das placas a cola específica para o produto, recomendada pelo fabricante. As placas serão colocadas e comprimidas contra a superfície, a fim de garantir a perfeita aderência e impedir a formação de bolhas de ar. As juntas de cada peça serão perfeitamente coincidentes. Os eventuais excessos de cola que possam refluir através das juntas durante a fase de compressão deverão ser removidos com solvente especial.

O máximo cuidado será dado ao alinhamento das juntas, nos dois sentidos, bem como ao aspecto da superfície acabada, que deverá se apresentar perfeitamente plana, sem ondulações ou saliências. A disposição das placas deverá ser planejada com antecedência, a fim de se evitar recortes desnecessários nas paredes, portas, juntas de dilatação, início de escadas e outros locais. Será vedado o trânsito sobre

o piso acabado durante as 48 horas seguintes ao assentamento das placas.

- Chapisco

Toda a alvenaria a ser revestida será chapiscada depois de convenientemente limpa. Os chapiscos serão executados com argamassa de cimento e areia grossa no traço volumétrico 1:4 e deverão ter espessura máxima de 5 mm. Serão chapiscadas também todas as superfícies lisas de concreto, como teto, montantes, vergas e outros elementos da estrutura que ficarão em contato com a alvenaria, inclusive fundo de vigas.

- Emboço (Massa Grossa)

O emboço de cada pano de parede somente será iniciado depois de embutidas todas as canalizações projetadas, concluídas as coberturas e após a completa pega das argamassas de alvenaria e chapisco. De início, serão executadas as guias, faixas verticais de argamassa, afastadas de 1 a 2 metros, que servirão de referência. As guias internas serão constituídas por sarrafos de dimensões apropriadas, fixados nas extremidades superior e inferior da parede por meio de botões de argamassa, com auxílio de fio de prumo.

Preenchidas as faixas de alto e baixo entre as referências, dever-se-á proceder ao desempenamento com régua, segundo a vertical. Depois de secas as faixas de argamassa, serão retirados os sarrafos e emboçados os espaços. A argamassa a ser utilizada será de cimento e areia no traço volumétrico 1:3 ou de cimento, cal e areia no traço 1:2:9. Depois de sarrafeados, os emboços deverão apresentar-se regularizados e ásperos, para facilitar a aderência do reboco. A espessura dos emboços será de 10 a 13 mm.

- Reboco (Massa Fina)

A execução do reboco será iniciada após 48 horas do lançamento do emboço, com a superfície limpa com vassoura e suficientemente molhada com broxa. Antes de ser iniciado o reboco, dever-se-á verificar se os marcos, contra-batentes e peitoris já se encontram perfeitamente colocados. A argamassa a ser utilizada será de pasta de cal e areia fina no traço volumétrico 1:2. Quando especificada no projeto, poder-se-á utilizar argamassa pré-fabricada.

Os rebocos regularizados e desempenados, à régua e desempenadeira, deverão apresentar aspecto uniforme, com paramentos perfeitamente planos, não sendo tolerada qualquer ondulação ou desigualdade de alimento da superfície. O acabamento final deverá ser executado com

desempenadeira revestida com feltro, camurça ou borracha macia. A espessura do reboco será de 5 a 7 mm.

- Gesso (Interiores)

A argamassa de gesso será aplicada diretamente sobre o emboço, ou sobre alvenaria de blocos de concreto. A aplicação será feita em duas camadas: a primeira de argamassa de gesso, cal em pasta e areia fina, traço volumétrico 1:1:4, de cor branca e água de cola; a segunda camada será constituída de argamassa de gesso e cal em pasta no traço volumétrico 1:1 e água de cola.

As duas camadas serão aplicadas com uma desempenadeira, sendo a última alisada com uma colher de modo a se obter uma superfície lisa. Poderá ser dada coloração ao estuque, adicionando-se corante na mistura. Após a secagem total da última camada, será passado um pano umedecido e, em seguida, com uma broxa, dar uma aguada de gesso, para desaparecerem quaisquer irregularidades.

- Azulejos

Antes do assentamento dos azulejos, serão verificados os pontos das instalações elétricas e hidráulicas, bem como os níveis e prumos, a fim

de obter arremates perfeitos e uniformes de piso e teto, especialmente na concordância dos azulejos com o teto.

Os azulejos deverão permanecer imersos em água limpa durante 24 horas, antes do assentamento. As paredes, devidamente emboçadas, serão suficientemente molhadas, no momento do assentamento dos azulejos.

Para o assentamento das peças, tendo em vista a plasticidade adequada, deverá ser utilizada argamassa de cimento e areia no traço volumétrico 1:4. Desde que especificados pelo projeto, poderão ser utilizadas argamassas pré-fabricadas, ou cimentos adicionados com cola adequada ao assentamento de azulejos. As juntas terão espessura constante, não superior a 1,5 mm.

Onde as paredes formarem cantos vivos, estes serão protegidos por cantoneiras de alumínio, quando indicado em projeto. O rejuntamento será feito com pasta de cimento branco e alvaide no traço volumétrico 3:1, sendo terminantemente vedado o acréscimo de cal à pasta. A argamassa de rejuntamento será forçada para dentro das juntas, manualmente. Será removido o excesso de argamassa, antes da sua secagem.

Todas as sobras de material serão limpas, na medida em que os serviços sejam executados. Ao final dos trabalhos, os azulejos serão limpos com auxílio de panos secos.

#### ▪ Pintura

Para a execução de qualquer tipo de pintura, deverão ser observadas as seguintes diretrizes gerais:

- ▶ as superfícies a serem pintadas serão cuidadosamente limpas, escovadas e raspadas, de modo a remover sujeiras, poeiras e outras substâncias estranhas;
- ▶ as superfícies a pintar serão protegidas quando perfeitamente secas e lixadas;
- ▶ cada demão de tinta somente será aplicada quando a precedente estiver perfeitamente seca, devendo-se observar um intervalo de 24 horas entre demãos sucessivas;
- ▶ igual cuidado deverá ser tomado entre demãos de tinta e de massa plástica, observando um intervalo mínimo de 48 horas após cada demão de massa;

- ▶ deverão ser adotadas precauções especiais, a fim de evitar respingos de tinta em superfícies não destinadas à pintura, como vidros, ferragens de esquadrias e outras.

Recomendam-se as seguintes cautelas para proteção de superfícies e peças:

- ▶ isolamento com tiras de papel, pano ou outros materiais;
- ▶ separação com tapumes de madeira, chapas de fibras de madeira comprimidas ou outros materiais;
- ▶ remoção de salpicos, enquanto a tinta estiver fresca, empregando-se um removedor adequado, sempre que necessário.

Antes do início de qualquer trabalho de pintura, preparar uma amostra de cores com as dimensões mínimas de 0,50 x 1,00 m no próprio local a que se destina. Deverão ser usadas as tintas já preparadas em fábricas, não sendo permitidas composições, salvo se especificadas pelo projeto. As tintas aplicadas serão diluídas conforme orientação do fabricante e aplicadas na proporção recomendada. As camadas serão uniformes, sem corrimento, falhas ou marcas de pincéis.

Os recipientes utilizados no armazenamento, mistura e aplicação das tintas deverão estar limpos e livres de quaisquer materiais estranhos ou

resíduos. Todas as tintas serão rigorosamente misturadas dentro das latas e periodicamente mexidas com uma espátula limpa, antes e durante a aplicação, a fim de obter uma mistura densa e uniforme e evitar a sedimentação dos pigmentos e componentes mais densos.

Para pinturas internas de recintos fechados, serão usadas máscaras, salvo se forem empregados materiais não tóxicos. Além disso, deverá haver ventilação forçada no recinto. Os trabalhos de pintura em locais desabrigados serão suspensos em tempos de chuva ou de excessiva umidade.

- Gramados

O plantio de gramado poderá ser realizado por três processos usuais:

- ▶ placas: após a colocação da terra de plantio, normalmente uma camada de 5 a 10 cm de espessura, as placas serão assentadas por justaposição. No caso de serem aplicadas em taludes de inclinação acentuada, cada placa será piqueteada, a fim de evitar o seu deslizamento;
- ▶ estolões (grama repicada): o plantio de estolões obedecerá aos espaçamentos indicados nas especificações do projeto. No caso de plantio por estolões ou por placas, os gramados receberão

após o plantio uma camada de terra de cobertura, de espessura aproximada de 2 cm, a fim de regularizar preencher os interstícios entre as placas ou estolões. Colocada a terra de cobertura, proceder-se-á à sua compactação. No caso de taludes de grande declive, não será utilizada a camada de cobertura. Neste caso, recomenda-se a aplicação de adubo à base de NPK líquido;

- ▶ hidrossemeadura: neste caso não será necessária a aplicação da terra de plantio. A composição de adubos e mesmo o consorciamento de espécies diversas seguirá as proporções indicadas nas especificações do projeto.

- Plantio de Árvores e Arbustos

A época mais apropriada para o plantio é o período das chuvas. O plantio será realizado, de preferência, em dias encobertos e nas horas de temperatura mais amena, até às 10 horas manhã ou após às 17 horas da tarde.

Na véspera do plantio, as mudas receberão rega abundante. Durante o plantio, as embalagens e acondicionantes, como latas, sacos de papel ou plásticos, serão cuidadosamente removidos, de modo a afetar o raizame das mudas.

O colo da planta, situado no limite entre as raízes e o tronco, será ajustado de forma a ficar localizado ao nível do terreno. O tutor será assentado antes do preenchimento total da cova, de modo a evitar danos no torrão durante o assentamento. Completado o preenchimento da cova, a terra será compactada com cuidado, a fim de não afetar o torrão. Após o plantio das mudas, deverá ser formada ao redor das covas uma bacia ou coroa destinada a reter a água das chuvas ou regas. As covas serão localizadas a uma distância mínima de 2 m entre si ou àquela especificada no projeto.

Cada árvore será fixada a um tutor de madeira ou bambu de 2 m de altura, de modo a evitar abalos pelo vento. O amarrilho será efetuado com fios de rafia ou barbante (jamais de arame), interligando a planta e o tutor por uma laçada folgada, em forma de 8.

Logo após o plantio, tanto no caso de ervas como no de árvores, as mudas deverão ser submetidas à rega abundante. As regas posteriores, efetuadas até a pega das plantas, serão sempre abundantes para assegurar a umidificação das camadas de solo inferiores ao raizame e evitar a sua má formação, originada de desvios do raizame em busca de umidade. A rega das árvores, caso o plantio não tenha sido efetuado em época de chuva, será diária, por um período mínimo de dois meses após o plantio.

### 3.9.5 Acompanhamento dos Serviços

#### ▪ Terraplenagem

Serão feitos levantamentos diários de estaca em estaca das seções de corte e de aterro. Essas informações serão confrontadas com as seções do projeto e com os volumes previstos para aquele dia de trabalho e o resultado dessas comparações serão documentados em boletins semanais de produção, buscando assim corrigir possíveis correções nas produções das frentes de serviço.

#### ▪ Pavimentação

Seguirá a mesma metodologia de acompanhamento adotada para a Terraplenagem, com especial atenção voltada para a produção/aquisição do material destinado à formação da plataforma e seu revestimento (solo+brita e pavimentação asfáltica).

#### ▪ Acompanhamento Tecnológico

Será montado laboratório no canteiro de obras para a execução dos seguintes ensaios.



► Laboratoriais:

- ensaio normal de compactação e caracterização (inclusive granulometria);
- limite de plasticidade e liquidez;
- equivalência da areia.

► In situ

- densidade;
- umidade (SPEEDY).

Os resultados desses ensaios serão apresentados em relatórios técnicos, informando o acompanhamento geral das obras e de sua qualidade.

▪ Drenagem e Impermeabilização

Aqui a atenção/exigência será redobrada na qualidade dos materiais (mantas, tubos, material granular, etc.) onde será exigido de cada fornecedor os respectivos certificados de qualidade.

▪ Obras Civis

Aqui a atenção/exigência também será na qualidade dos materiais assim como na execução obedecendo rigorosamente às normas da ABNT.

▪ Áreas de Plantio

A proteção e manutenção das áreas de plantio será por um período de tempo de, no mínimo, de três meses. Após esse período, será verificado o estado geral das áreas plantadas quanto à necessidade de substituição de mudas não vingadas e de restauração de áreas danificadas.

### 3.9.6 Locais de Empréstimo e Bota-fora

Todo o solo a ser empregado para a construção de aterros, inclusive para os serviços de cobertura, terá como origem às escavações previstas para a implantação do empreendimento.

Já o material a ser descartado, inclusive o solo a ser reutilizado como material de cobertura, será disposto dentro dos limites da CTR-Industrial em local previsto como bota-fora.

Nesses bota-foras também será armazenado de forma temporária ou definitiva o solo de origem vegetal.

A ocupação do bota-fora deverá ser feita de forma gradativa acorde aos planos de implantação da CTR-Industrial.

### **3.9.7 Previsão de Tráfego**

Para o transporte até o local destinado à CTR-Industrial dos equipamentos, maquinarias, material de construção, etc., será utilizado o sistema viário existente, isto é, a RJ-106, a BR-101 e uma estrada de terra batida (MC-01, antiga estrada a Conceição de Macabú), perfazendo um total de 22,2km aproximadamente, medidos a partir da cidade de Macaé.

Alternativamente poderá ser utilizada a RJ-169 (Rodovia do Petróleo), a BR-101, e a mesma estrada de terra batida, perfazendo um total de 42,2 km.

O maior volume de tráfego dar-se-á durante a mobilização e desmobilização do canteiro de obras. Esta previsto o deslocamento de 5 carretas aproximadamente, transportando basicamente escavadeiras hidráulicas, rolos compactadores, moto-niveladoras, e tratores de lâmina. Já o transporte do pessoal, ferramentas, matérias de construção, etc, não virá representar um volume significativo.

### **3.9.8 Cronograma de Obras**

No **Quadro 3.443** apresenta-se o cronograma de obras previsto para a implantação da CTR-Industrial.

Quadro 3.43 - Cronograma de Implantação da CTR-Industrial

Descrição		Mês 1						Mês 2						Mês 3					Mês 4				Mês 5				Mês 6				Mês 7			
Semanas ==>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1. Serviços Gerais																																		
2. Caminhos de Serviço e Canteiro de Obras																																		
3. Sistema Viário Interno (Pavimentação Solo+Brita)																																		
4. Drenagem Provisória																																		
5. Terraplenagem e Movimentação de Terra																																		
6. Drenagem Subterrânea e/ou Subsuperficial																																		
7. Impermeabilização e Drenagem da Base dos Aterros de Inertes																																		
8. Impermeabilização das Lagoas de Acumulação dos Aterros de Inertes																																		
9. Impermeabilização e Drenagem das Células Industriais e Bacias																																		
10. Sistemas de Proteção Superior das Células Industriais e Bacias																																		
11. Sistemas de Tratamento de Resíduos																																		
12. Prédios e Galpões																																		
13. Sistema Hidrosanitário Externo aos Prédios e Galpões																																		
14. Sistema Elétrico/Telefônico Externo aos Prédios e Galpões																																		
15. Pavimentação Asfáltica e Proteção das Plataformas (Brita)																																		
16. Drenagem Superficial Definitiva																																		
17. Tratamento Paisagístico e Revestimento Vegetal (Grama)																																		
18. Monitoramento Ambiental e Geotécnico																																		

## 3.10 ATIVIDADES RELATIVAS À OPERAÇÃO

As atividades relativas à operação da CTR-Industrial, apresentadas a continuação, foram divididas em dois grupos denominados de Atividades de Controle e de Atividades Operacionais.

### 3.10.1 Atividades de Controle

Dentre as atividades de controle previstas para a operação da CTR-Industrial, notadamente, podem ser citadas as seguintes:

- segregação, acondicionamento e identificação;
- recebimento (verificação do manifesto) e pesagem;
- armazenamento temporário;
- transporte interno dos resíduos;
- transporte externo dos resíduos;
- combate a incêndios; e
- registros.

#### 3.10.1.1 Segregação, Acondicionamento e Identificação

Prévio ao recebimento dos resíduos na CTR-Industrial de Macaé, será exigido que todos eles estejam devidamente segregados, acondicionados, e identificados na fonte da sua geração como especificado a seguir.

- Segregação

Deverão ser segregados para que não ocorra qualquer contaminação entre resíduos de classes diferentes, assim como a mistura de resíduos incompatíveis ou reativos, conforme relacionado no **Quadro 3.44** (Fonte: U.S. Environmental Protection Agency, Federal Register, Vol. 43 nº 243 pág. 59018, U.S.A. Monday, december 18, 1978).

Quadro 3.44 - Incompatibilidade de Resíduos

GRUPO 1-A	GRUPO 1-B
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lama de acetileno</li> <li>▪ Líquidos fortemente alcalinos</li> <li>▪ Líquidos de limpeza alcalinos</li> <li>▪ Líquidos alcalinos corrosivos</li> <li>▪ Líquido alcalino de bateria</li> <li>▪ Águas residuárias alcalinas</li> <li>▪ Lama de cal e outros álcalis corrosivos</li> <li>▪ Soluções de cal</li> <li>▪ Soluções causticas gastas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lamas ácidas</li> <li>▪ Soluções ácidas</li> <li>▪ Ácidos de bateria</li> <li>▪ Líquidos diversos de limpeza</li> <li>▪ Eletrolitos ácidos</li> <li>▪ Líquidos utilizados para gravação em metais</li> <li>▪ Componentes de líquidos de limpeza</li> <li>▪ Banho de decapagem e outros ácidos corrosivos</li> <li>▪ Ácidos gastos</li> <li>▪ Mistura de ácidos residuais</li> <li>▪ Ácido sulfúrico residual</li> </ul>
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 1-A com os do GRUPO 1-B: Geração de calor, reação violenta	

GRUPO 2-A	GRUPO 2-B
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resíduos de asbestos</li> <li>▪ Resíduos de berílio</li> <li>▪ Embalagens vazias contaminadas com pesticidas</li> <li>▪ Resíduos de pesticidas</li> <li>▪ Outras quaisquer substâncias tóxicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solventes de limpeza de componentes eletrônicos</li> <li>▪ Explosivos obsoletos</li> <li>▪ Resíduos de petróleo</li> <li>▪ Resíduos de refinaria</li> <li>▪ Solventes em geral</li> <li>▪ Resíduos de óleo e outros resíduos inflamáveis e explosivos</li> </ul>
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 2-A com os do GRUPO 2-B: Geração de substâncias tóxicas em caso de fogo ou explosão	

Quadro 3.44 - Incompatibilidade de Resíduos (continuação)

GRUPO 3-A	GRUPO 3-B
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alumínio</li> <li>▪ Berílio</li> <li>▪ Cálcio</li> <li>▪ Lítio</li> <li>▪ Magnésio</li> <li>▪ Potássio</li> <li>▪ Sódio</li> <li>▪ Zinco em pó, outros metais reativos e hidretos metálicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resíduos do GRUPO 1-A ou 1-B</li> </ul>
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 3-A com os do GRUPO 3-B: Fogo ou explosão, geração de hidrogênio gasoso inflamável	

GRUPO 4-A	GRUPO 4-B
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Álcools</li> <li>▪ Soluções aquosas em geral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resíduos concentrados dos GRUPOS 1-A ou 1-B</li> <li>▪ Cálcio</li> <li>▪ Lítio</li> <li>▪ Hidretos metálicos</li> <li>▪ Potássio</li> <li>▪ Sódio</li> <li>▪ SO<sup>2</sup> Cl<sup>2</sup>, SOCl<sup>2</sup>, PCI<sup>3</sup>, CH<sup>3</sup> SICI<sup>3</sup> e outros resíduos reativos com água</li> </ul>
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 4-A com os do GRUPO 4-B: Fogo, explosão ou geração de calor, geração de gases inflamáveis ou tóxicos	

Quadro 3.44 - Incompatibilidade de Resíduos (continuação)

GRUPO 5-A	GRUPO 5-B
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alcools</li> <li>Aldeídos</li> <li>Hidrocarbonetos halogenados</li> <li>Hidrocarbonetos nitrados e outros compostos orgânicos</li> <li>Reativos, e solventes</li> <li>Hidrocarbonetos insaturados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resíduos do GRUPO 1-A ou 1-B</li> <li>Resíduos dos GRUPOS 1-B</li> </ul>
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 5-A com os do GRUPO 5-B:	Fogo, explosão ou reação violenta

GRUPO 6-A	GRUPO 6-B
<ul style="list-style-type: none"> <li>Soluções gastas de cianetos e sulfetos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resíduos do GRUPO 1-B</li> </ul>
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 6-A com os do GRUPO 6-B	Geração de gás cianídrico ou gás sulfídrico

GRUPO 7-A	GRUPO 7-B
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cloratos e outros oxidantes fortes</li> <li>Cloro</li> <li>Cloritos</li> <li>Ácido crômico</li> <li>Hipocloritos</li> <li>Nitratos</li> <li>Ácido nítrico fumegante</li> <li>Percloratos</li> <li>Permanganatos</li> <li>Peróxidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ácido acético e outros ácidos orgânicos</li> <li>Ácidos minerais concentrados</li> <li>Resíduos do GRUPO 2-B</li> <li>Resíduos do GRUPO 3-A</li> <li>Resíduos do GRUPO 5-A e outros resíduos combustíveis ou inflamáveis</li> </ul>
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 7-A com os do GRUPO 7-B:	Fogo, explosão ou reação violenta



- Acondicionamento

Deverão ser acondicionados adequadamente para evitar vazamentos, misturas, contaminações e acidentes. O acondicionamento deverá ser efetuado com o uso de recipientes construídos com materiais compatíveis aos resíduos, e deverão ser estanques e fisicamente resistentes e duráveis.

- Identificação

O recipiente em que foi armazenado o resíduo deverá ser identificado, com dados sobre o local ou equipamento gerador, o nome do resíduo, ou alguma outra identificação que possibilite o rastreamento e, acompanhamento do inventário.

### 3.10.1.2 Recebimento e Pesagem dos Resíduos

Os veículos que irão adentrar na CTR-Industrial serão submetidos a um controle qualitativo e quantitativo (balança), sendo verificada a placa do veículo, sua procedência, o tipo de resíduo transportado e o manifesto da carga.

Para que o controle da entrada de resíduos seja mais efetivo deverá ser feito um cadastro de todos os veículos que irão utilizar a CTR-Industrial,

ficando tal documento sempre disponível na portaria para consulta da Fiscalização ou Órgão Ambiental Competente. Qualquer veículo que conste da relação cadastral terá acesso garantido, desde que não contenha carga inadequada.

O manifesto de carga deverá ter informações sobre os resíduos como nome, quantidade e dados da empresa geradora. O funcionário ou motorista da transportadora deverá se identificar e escrever seu nome e da transportadora e assinar como responsável pelo transporte, e o responsável pela CTR-Industrial deverá, assim que chegar a carga, escrever seu nome e assinar o recebimento e devolver a respectiva via ao transportador/gerador. Tal manifesto (**Anexo 3.7**) deverá atender o disposto na DZ-1310.R-7 - Sistema de Manifesto de Resíduos do INEA, aprovada pela Deliberação CECA nº 4.497, de 03 de setembro de 2.004, e publicada no DOERJ de 21 de setembro de 2004.

Para resíduos de composição desconhecida, será obrigatória uma análise prévia de uma amostra representativa dos mesmos, já seja nas dependências da CTR-Industrial ou em Laboratório devidamente credenciado pelo INEA, para definição das alternativas de tratamento e destinação a serem dadas. Tal caracterização será efetuada em função da composição da massa bruta, através de ensaios laboratoriais ou

catálogos técnicos, além da verificação de uma possível contaminação com outros materiais, tudo isso à luz da NBR 10.004 da ABNT.

### 3.10.1.3 Armazenamento Temporário

O armazenamento temporário, que tem como função a contenção temporária dos resíduos atendendo todas as condições de segurança, deverá ser feito, função do tipo de resíduo, nas bacias e galpões destinados para tal finalidade, à espera de reciclagem, recuperação, reaproveitamento, tratamento, e/ou destinação adequada.

Os galpões, a serem construídos em concreto pré-moldado, não serão fechados lateralmente e possuirão piso do tipo industrial de forma a garantir, respectivamente, a sua ventilação e impermeabilização.

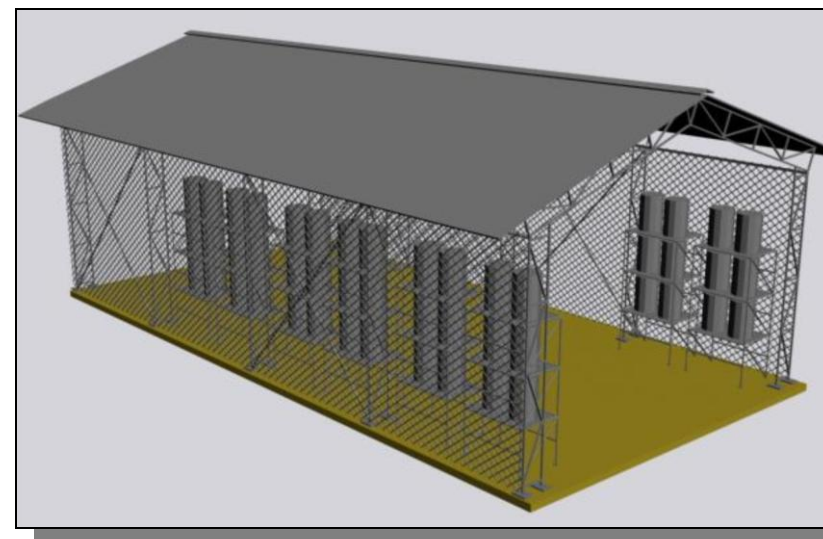


Figura 3.32 - Vista do Galpão Tipo

As bacias de contenção, além de serem construídas com todos os sistemas necessários para sua impermeabilização, drenagem, acesso, sinalização, e praça de operação, serão dotadas de cobertura, metálica móvel (**Figura 3.33**) ou similar para bacias destinadas ao recebimento de resíduos sólidos e, de cobertura plástica (**Figura 3.34**) ou similar para resíduos semi-sólidos e/ou líquidos.

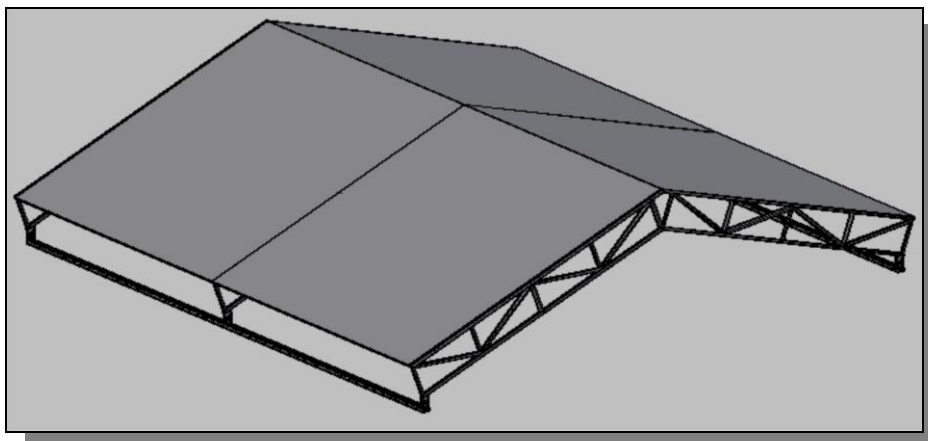


Figura 3.33 - Cobertura Metálica Móvel



Figura 3.34 - Cobertura Plástica

Para todos os casos, o armazenamento deverá ser realizado conforme as condições estabelecidas nas seguintes normas:

NBR 12235 - Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos;

NBR 11174 - Armazenamento de Resíduos Classe II - Não Inertes e III - Inertes.

**Nota:** Para as bacias que receberão resíduos sólidos deverá ser prevista a execução de uma rampa de forma a facilitar o acesso dos veículos das transportadoras para dentro da bacia, **Figura 3.35**. Já para as bacias que receberão resíduos semi-sólidos e/ou líquidos deverá ser prevista a construção (fora da bacia), de uma caixa de acumulação/passagem, devidamente impermeabilizada e dotada de todos os dispositivos necessários, onde será esvaziada a carga (resíduos líquidos) dos veículos das transportadoras e desta caixa ser encaminhada por tubulação e gravidade para dentro da bacia.

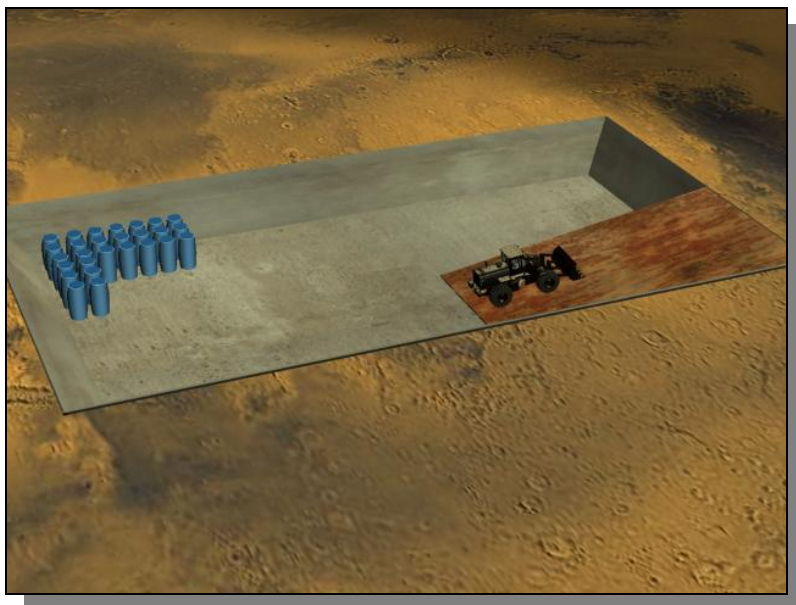


Figura 3.35 - Acesso em rampa à Célula Industrial

### 3.10.1.4 Transporte Interno dos Resíduos

Basicamente, os veículos destinados ao transporte interno dos resíduos, além de encontrar-se em bom estado de conservação, deverão ser adequados para o tipo e quantidade de resíduos a ser transportado. Será exigido que os motoristas estejam devidamente habilitados. Dependendo do tipo de resíduo, será providenciado que o veículo disponha um correspondente kit de emergência para casos de acidentes.

### 3.10.1.5 Transporte Externo dos Resíduos

O transporte a ser feito fora das dependências da CTR-Industrial será realizado por empresas terceirizadas devidamente licenciadas para a prática de tal atividade. Função do tipo de resíduo, será exigido que os resíduos sejam transportados com nota fiscal, cópia do CADRI - Certificado de Aprovação para Destinação de Resíduos Industriais - (se for o caso), ficha de emergência para os resíduos Classe I, e obrigatoriamente com manifesto de carga.

### 3.10.1.6 Combate a Incêndios

O combate a incêndios dever-se-á iniciar com a prevenção a este tipo de acidente. O principal procedimento a ser considerado, é o de manter elementos inflamáveis (madeira, combustíveis, papéis, etc.) afastados de elementos que gerem calor (lâmpadas, chamas de maçarico, etc.).

Porém, mesmo que as medidas preventivas sejam realizadas, na eventual ocorrência de algum acidente que provoque um início de incêndio, este deverá ser combatido principalmente no seu início, dado que neste estágio são muito mais fáceis de controlar e extinguir. Portanto, além de saber como prevenir o fogo é importante saber combatê-lo, já seja com extintores ou com cobertura de terra. Para tal,

no mínimo, a CTR-Industrial deverá possuir, nas dependências da administração, os seguintes tipos de extintores:

- de água pressurizada (10 kg): destinado a fogo em materiais de fácil combustão, com a propriedade de queima em sua superfície e profundidade, e que deixam resíduos;
- de pó químico (6 kg): destinado a fogo em produtos que queimam somente em sua superfície, não deixando resíduos, e a fogo em equipamentos elétricos energizados.

O pronto atendimento de acidentados em casos de incêndio ou explosão pode significar a própria vida do elemento atingido. Portanto, a CTR-Industrial deverá possuir caixa de primeiros socorros, com material adequado, e pessoal devidamente treinado.

**Nota:** Cabe destacar que os prédios do Novo Aterro Sanitário, destinados ao controle de entrada (administração) e pesagem de resíduos, possuem o respectivo Projeto de Segurança Contra Incêndio e Pânico devidamente aprovado junto ao Corpo de Bombeiros.

### 3.10.1.7 Registros

Na CTR-Industrial deverão ser gerados mensalmente documentos que comprovem o recebimento e a destinação dada a cada tipo de resíduo e relatem a ocorrência, ou não, de acidentes.

**Nota:** O gerador e os órgãos ambientais pertinentes poderão verificar, confrontando tal certificado mensal com os manifestos de carga, se todos os resíduos estão sendo devidamente tratados e destinados.

### 3.10.2 Atividades Operacionais

Considerando que as atividades envolvidas com a operação da CTR-Industrial irão depender basicamente do tipo de resíduo a ser recebido, as mesmas foram divididas da seguinte forma:

- operação das bacias e das células industriais;
- operação dos Aterros de Inertes;
- operação da central de sucatas e entulho de obras.

### 3.10.2.1 Operação das Bacias e das Células Industriais

Os resíduos serão dispostos nas Bacias e Células Industriais, já seja a granel ou devidamente acondicionados, fazendo uso de equipamento específico como empilhadeiras, por exemplo, para o caso de recipientes de polietileno e encapsulamento em concreto de pilhas e baterias (Figura 3.36).

**Nota:** A altura máxima do empilhamento será função do tipo de equipamento e recipiente utilizado.

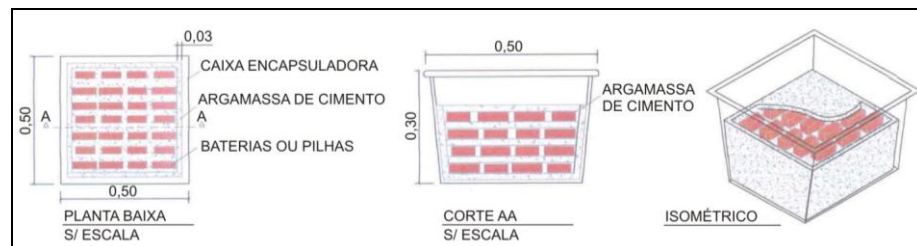


Figura 3.36 - Encapsulamento de Baterias e Pilhas

O avanço horizontal do preenchimento das células dar-se-á sempre de montante para jusante, isto é, dar-se-á a partir do extremo oposto da saída dos líquidos percolados. Já o avanço vertical dar-se-á em função da cota final prevista para a camada de resíduos e da profundidade da bacia.

As frentes de trabalho serão as menores possíveis, possibilitando que não haja interrupção no fluxo normal dos veículos (entrada, descarga e saída).

Em função da quantidade de resíduos recebidos e das dimensões das células em execução, as coberturas dos topos das mesmas serão feitas continuamente, deixando apenas expostas as frentes de lançamentos, as quais por sua vez receberão os recobrimentos sempre que paralisações do lançamento de resíduos ocorrerem por mais de 12 horas.

Essas camadas serão mantidas niveladas e contarão com sistemas de drenagem provisórios para evitar o acúmulo de água em períodos de chuva e conseqüente o aumento da geração de percolados.

Poderão, alternativamente, serem utilizados como material de cobertura materiais sintéticos, como por exemplo, plástico preto de construção civil sem previsão de sua recuperação e/ou mantas de PVC ou de PEAD de pequena espessura, as quais deverão ser removidas para posterior reaproveitamento assim que se inicia a operação de uma nova célula. Esta alternativa será avaliada “in loco”, haja vista que poderá aumentar o volume útil das células.



Por meio de serviços topográficos e cadastramento em planta será feito, ao longo do tempo, o acompanhamento do preenchimento das células de forma se possa ter conhecimento do que foi disposto e a onde.

Será prevista a utilização de planilhas onde constarão basicamente dados tanto qualitativos quanto quantitativos das atividades na frente de disposição e ao serem compiladas, semanal ou mensalmente, serão de valia para aferir a efetiva produção obtida e nas condições em que esta produção se deu.

Essas planilhas, principalmente nas mudanças de turnos, serão instrumentos extremamente valiosos na comunicação das ocorrências entre os encarregados. A nível gerencial, serão instrumentos valiosos de avaliação da produtividade real na frente de serviço.

Assim, deverão ser levantadas, dentre outras, as seguintes informações:

- ocorrência ou não de chuva nas últimas 24 horas;
- existência ou não de serviço pendente do dia anterior;
- definição das condições dos acessos e dos pátios de descarga;
- delimitação física donde se encontra a disposição, em relação a toda a célula;

- largura da frente de serviço e da camada de resíduos, altura da rampa em operação e espessura de solo para cobertura;
- volume total de resíduos disposto e;
- volume de terra de cobertura utilizado.

### 3.10.2.2 Operação dos Aterros de Inertes

O método adotado para a disposição dos resíduos nos Aterros de Inertes será o de camadas sobrepostas próximo ao método de meia-encosta, conforme pode ser observado no desenho **DES-12 - Uso e Ocupação da Área e Locação de Seções**.

No início da operação de cada camada, os resíduos serão depositados no encontro com o pé do talude, à montante da base, nas dimensões a serem definidas em função da quantidade de resíduos efetivamente disposta.

Serão espalhados em camadas de 50 a 60cm de espessura fazendo uso de trator esteiras, passando por cima dos mesmos de 4 a 6 vezes, no sentido de baixo para cima. Ressalte-se que o emprego econômico dos equipamentos é função direta da demanda diária de resíduos, sendo recomendados equipamentos de 22 t para demandas de até 700 t/dia,



de 34 t para demandas de até 1.200 t/dia e de 45 t para demandas superiores a 1.500 t/dia (Holand, 1995).

As dimensões das células diárias deverão ser limitadas por piquetes tanto horizontal como verticalmente, de forma a manter as medidas das camadas de acordo com as estabelecidas no projeto.

Após o término da operação diária, os resíduos dispostos e compactados, serão cobertos com material estocado previamente junto à célula, em camada com espessura mínima de 0,15m no platô e 0,10 m no talude, de forma a garantir a perfeita regularização e cobertura dos resíduos.

O serviço de cobertura deverá acompanhar o avanço da frente de disposição de tal forma que tão logo se obtenha a altura da camada prevista no projeto, a massa de resíduos se encontre totalmente coberta pela camada de solo.

Serão corrigidas as depressões apresentadas já seja com os próprios resíduos ou com o material de cobertura. Proceder-se-á a seguir com a regularização e compactação desses locais, de forma a garantir a sua impermeabilização e drenagem superficial.

Finalmente, os taludes resultantes da formação da camada serão protegidos através do plantio de grama e da implantação dos respectivos dispositivos da drenagem superficial.

Após a conclusão da primeira camada, a operação de disposição das camadas restantes seguirá basicamente os passos acima citados, respeitando-se as cotas pré-estabelecidas no projeto. Adicionalmente, em pontos convenientemente locados, serão implantadas pistas de acesso para a execução das camadas subseqüentes.

Cabe ressaltar que não obstante o projeto prever a operação desses aterros sob quaisquer condições climáticas, em condições anormais de chuvas de intensidades extremas, os resíduos poderão ser descarregados na entrada da célula de aterramento e empurrados pelo trator de esteiras para à frente de trabalho. Já em épocas de estiagem deverá ser feito o umedecimento periódico da camada de cobertura com água aspergida por caminhão pipa, a fim de evitar o ressecamento excessivo do solo.

### 3.10.2.3 Operação da Central de Sucatas e Entulho de Obra

A operação da Central de Sucatas e Entulho de Obra da CTR-Industrial consistirá basicamente na disposição dos resíduos em pilhas, no platô destinado para essa finalidade (desenho DES-27), observando o distanciamento mínimo necessário para o trânsito dos equipamentos de carga/descarga e transporte.

Os espaços a serem ocupados por materiais de diferente natureza deverão ser devidamente demarcados. Espaços destinados para um material específico poderão ser remanejados para outros materiais função das quantidades a serem dispostas.

Serão tomados cuidados especiais com relação aos ventos dominantes na região. Para tanto, serão utilizadas cercas móveis para a contenção de plásticos e outros materiais leves que podem ser deslocados pela ação dos ventos.

Em situações anormais de operação (chuvas intensas, etc.) deverá ser utilizada, para a disposição provisória dos resíduos, a porção do platô mais próxima da entrada a esse local nos moldes anteriormente citados.

### 3.10.3 Mão-de-Obra - Operação

No Quadro 3.44.a a seguir apresenta-se a mão-de-obra prevista para operação da CTR-Industrial, inclusive a sua origem/reaproveitamento (sinergismo previsto com a mão-de-obra do Aterro Sanitário).

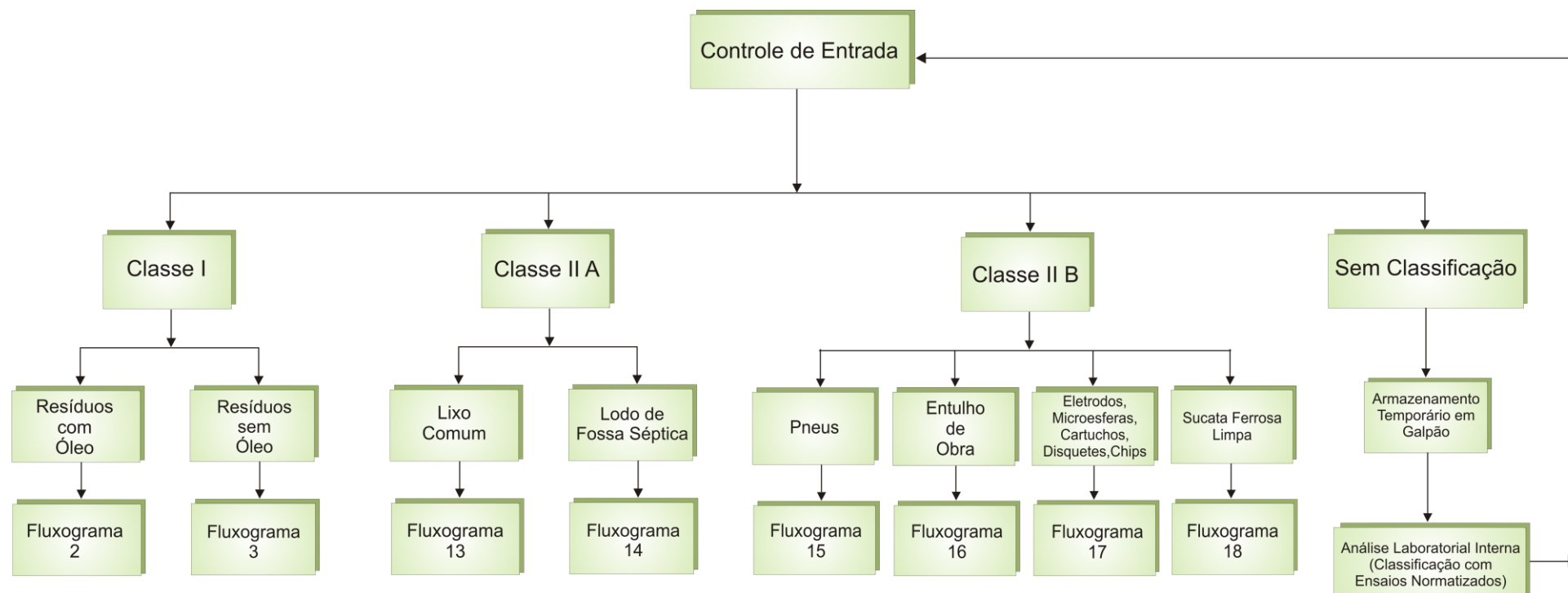
**Quadro 3.44.a - Equipe prevista para a Operação da CTR-Industrial.**

Cargo	Permanente	Eventual	Origem / Reaproveitamento
Engenheiro	1	1	---
Encarregado	2	---	---
Laboratorista	2	1	---
Operador de Balança	1	---	Aterro Sanitário
Operador de ETE	1	1	---
Operador de Empilhadeira	2	---	---
Apontador	1	---	Aterro Sanitário
Operador de trator, pá, etc.	2	1	---
Operador de caminhão	2	---	---
Ajudante / Servente	6	---	---
Vigia / Porteiro	2	--	Aterro Sanitário
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	

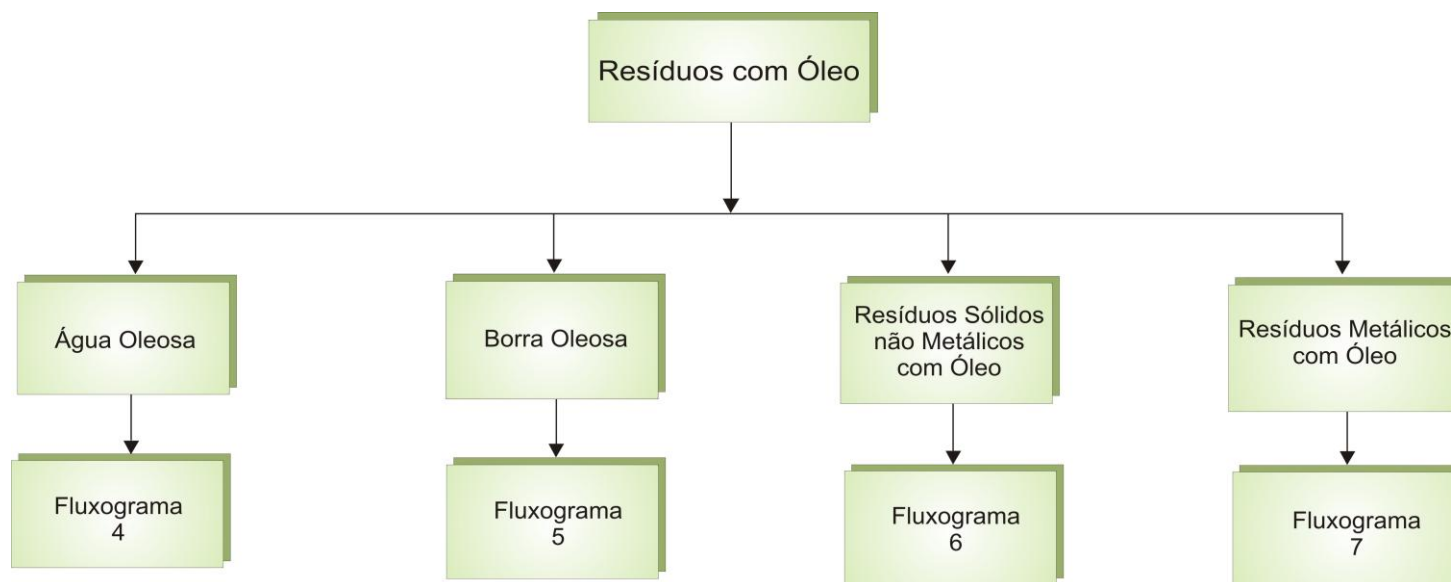
### **3.10.4 Fluxogramas Operacionais**

A seguir mostra-se, por meio de fluxogramas, de como se dará a operação da CTR-Industrial.

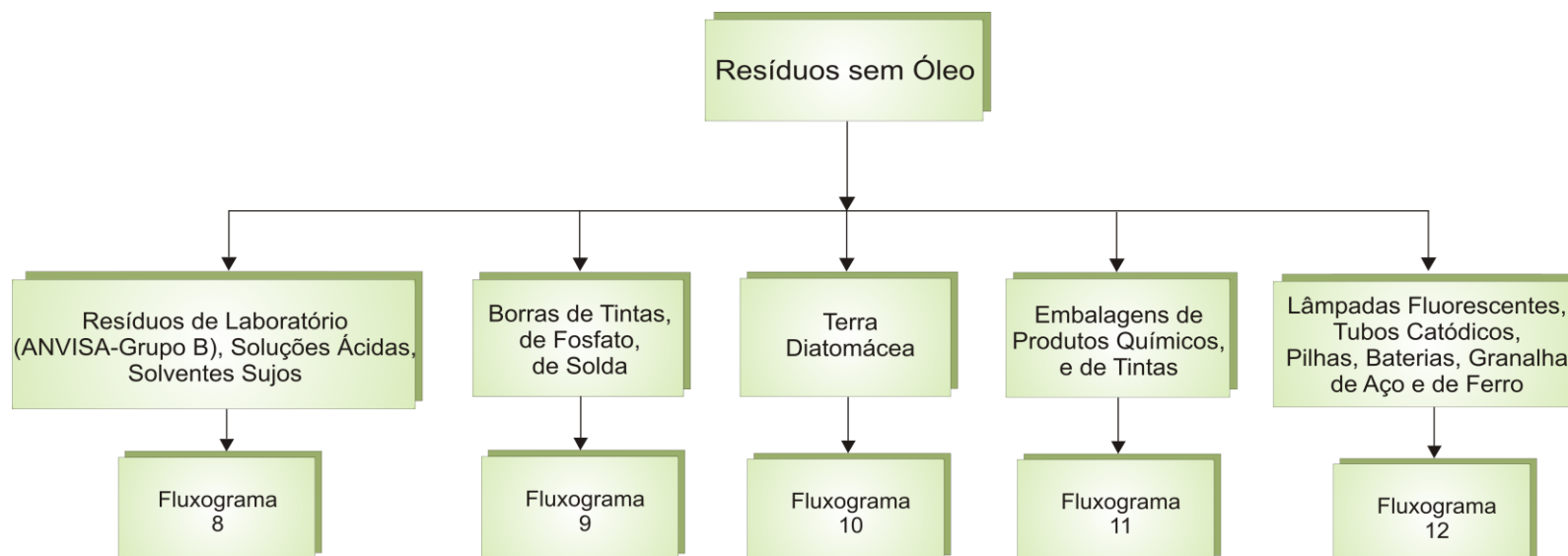
### Fluxograma de Processo 3.1 - Geral



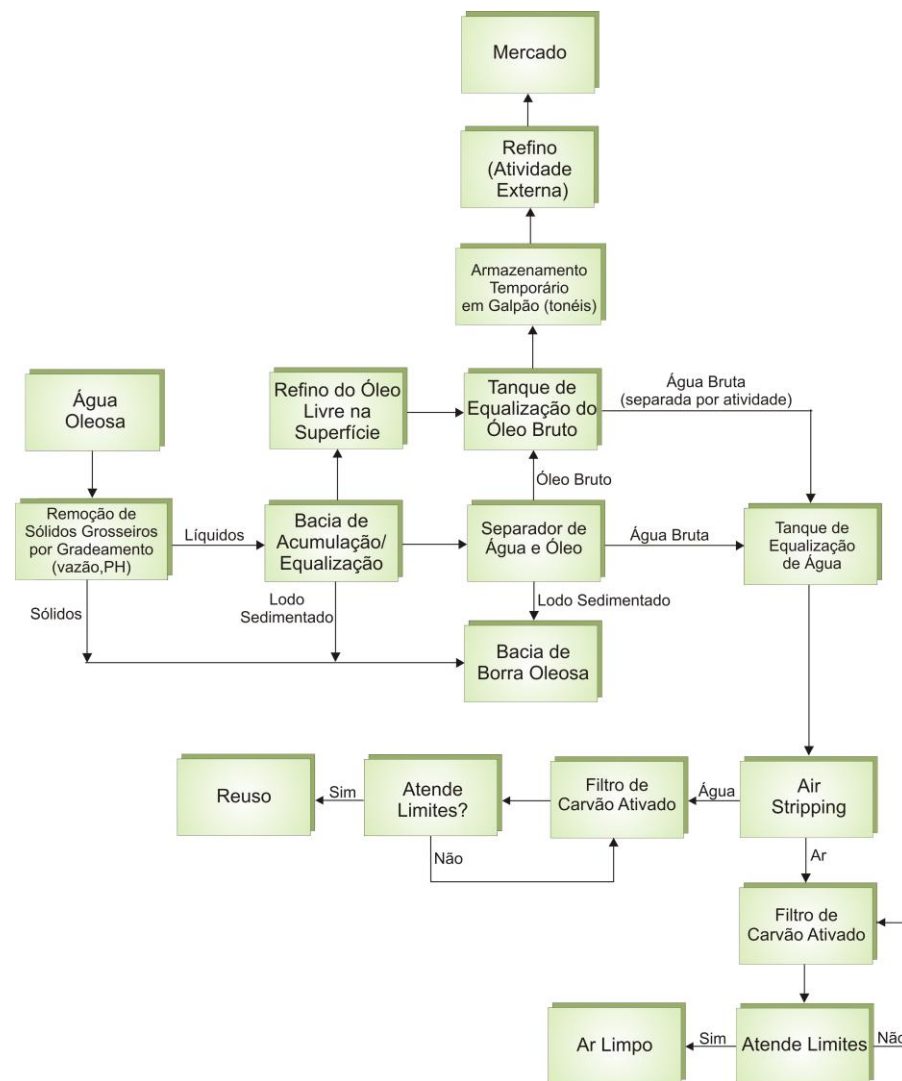
Fluxograma de Processo 3.2 - Resíduos Classe I com Óleo



### Fluxograma de Processo 3.3 - Resíduos Classe I sem Óleo

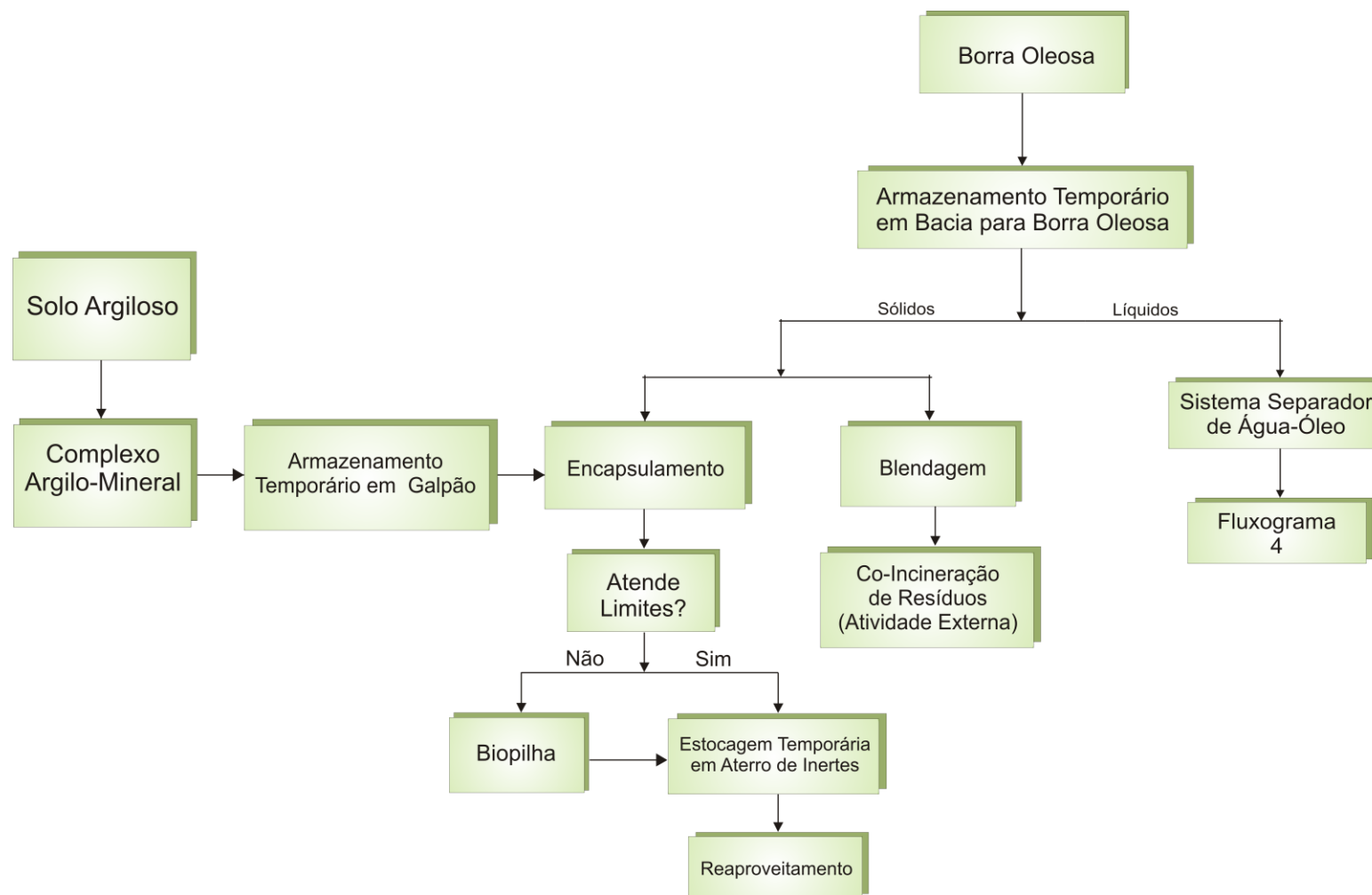


### Fluxograma de Processo 3.4 - Água Oleosa

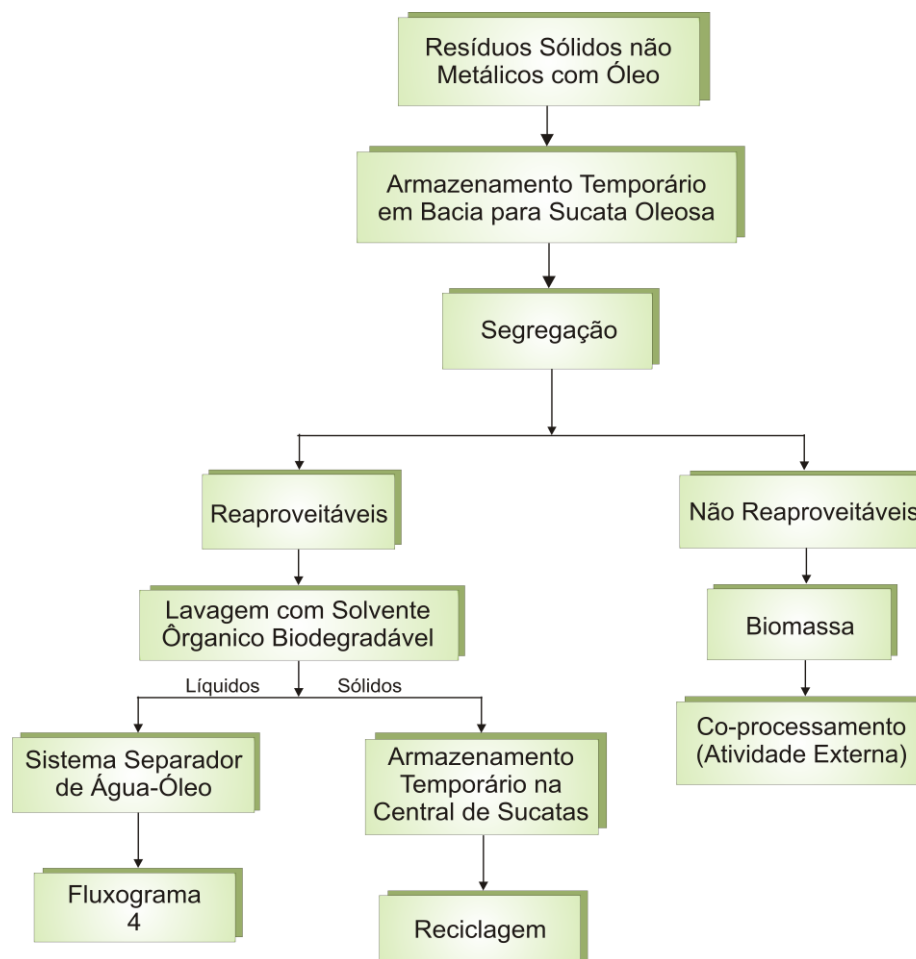




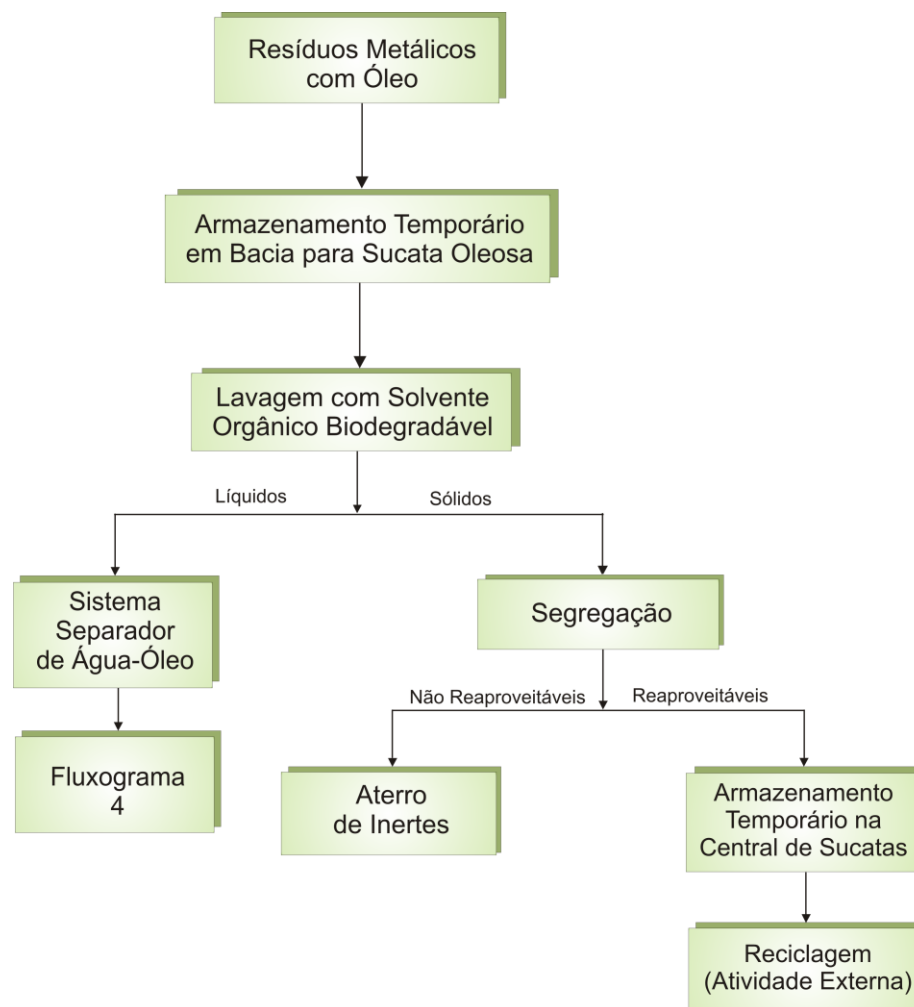
### Fluxograma de Processo 3.5 - Borra Oleosa



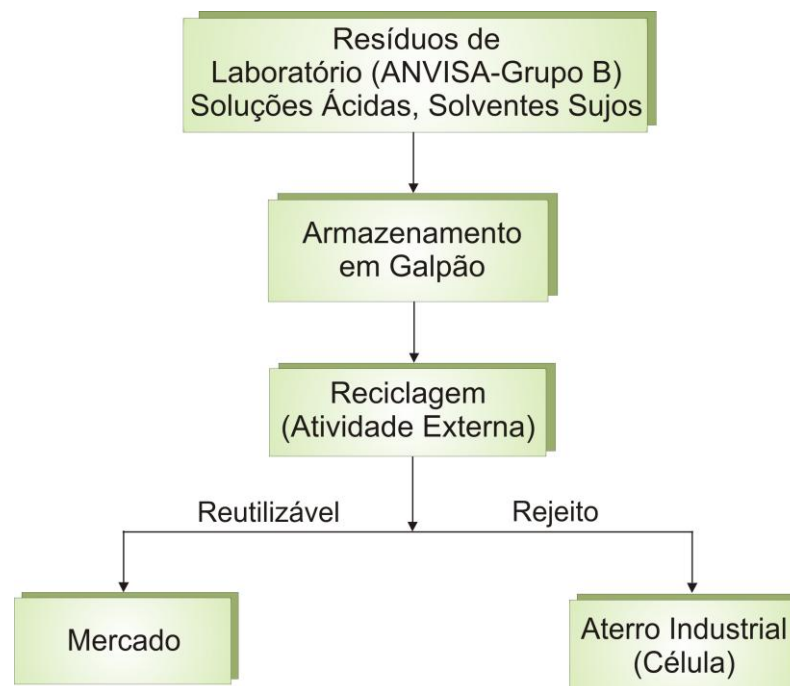
Fluxograma de Processo 3.6 - Resíduos Sólidos não Metálicos com Óleo



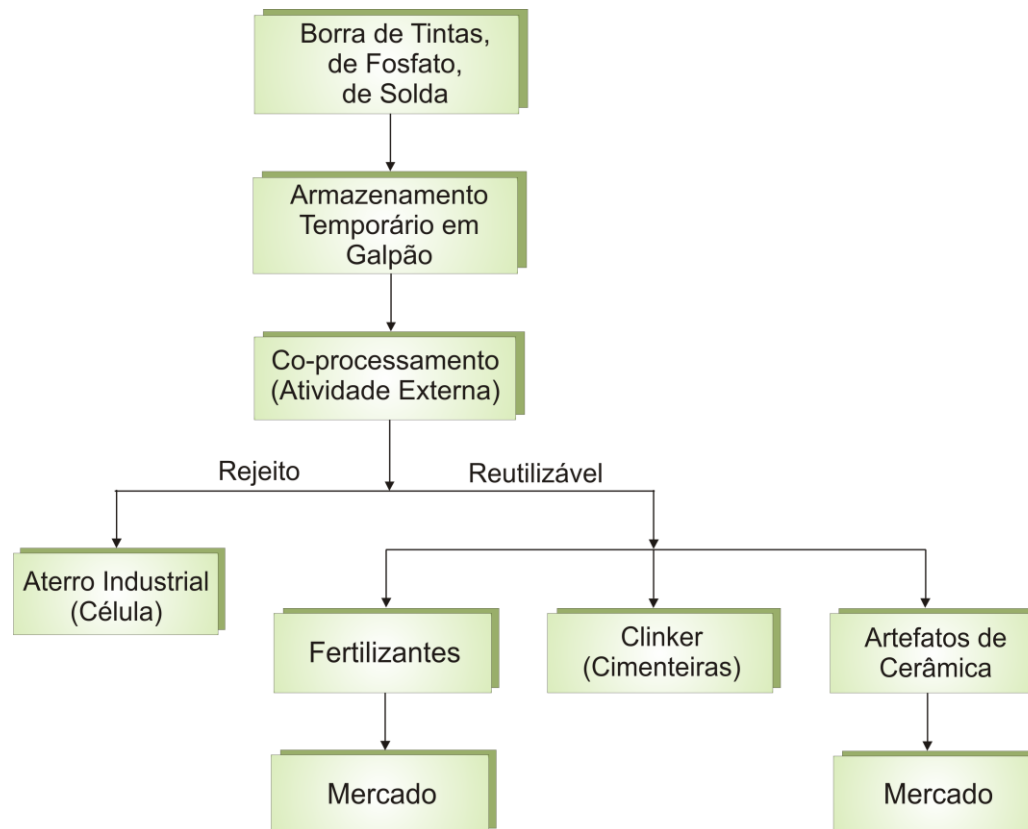
Fluxograma de Processo 3.7 - Resíduos Sólidos Metálicos com Óleo



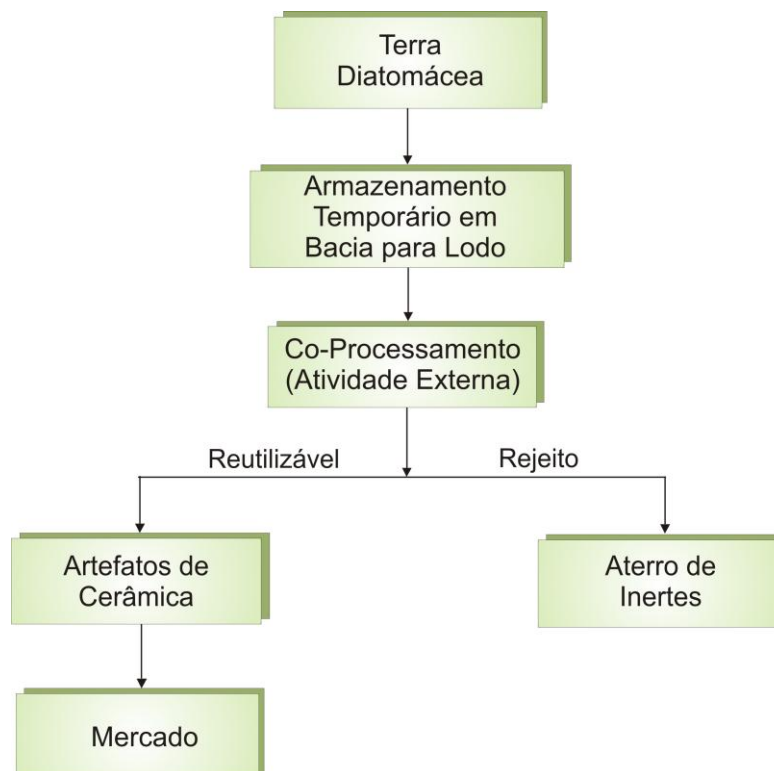
Fluxograma de Processo 3.8 - Resíduos de Laboratório, Soluções Ácidas, Solventes Sujos



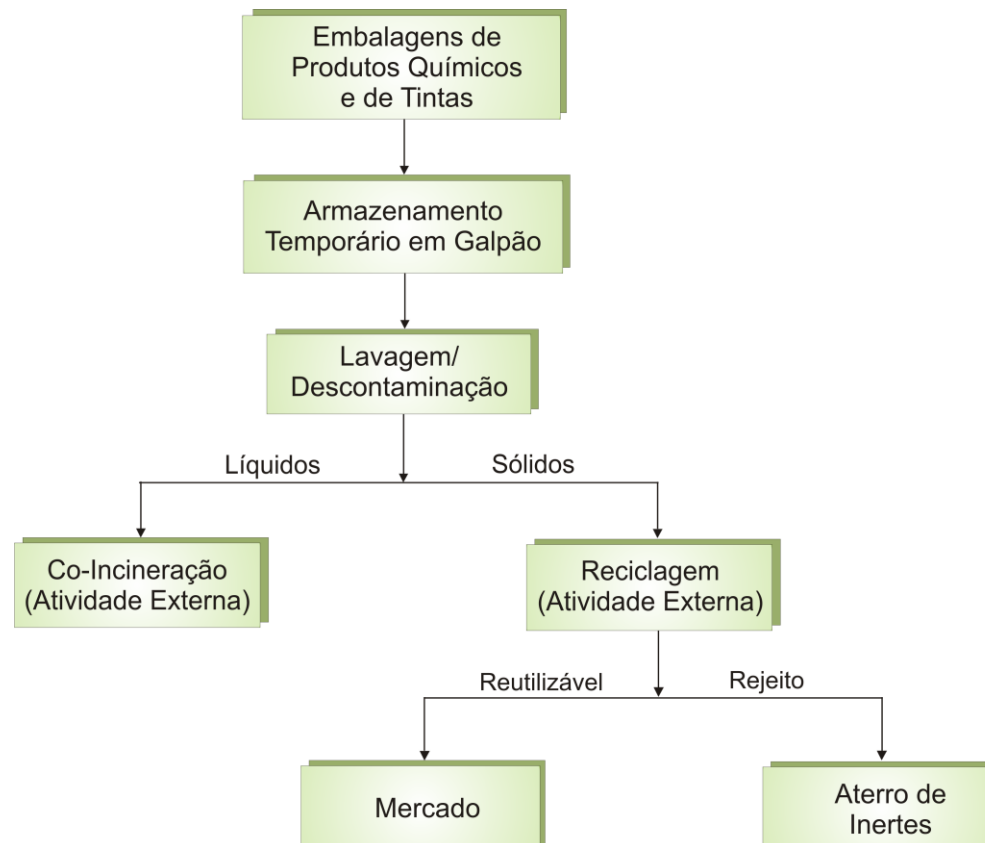
Fluxograma de Processo 3.9 - Borras sem Óleo



Fluxograma de Processo 3.10 - Terra Diatomácea

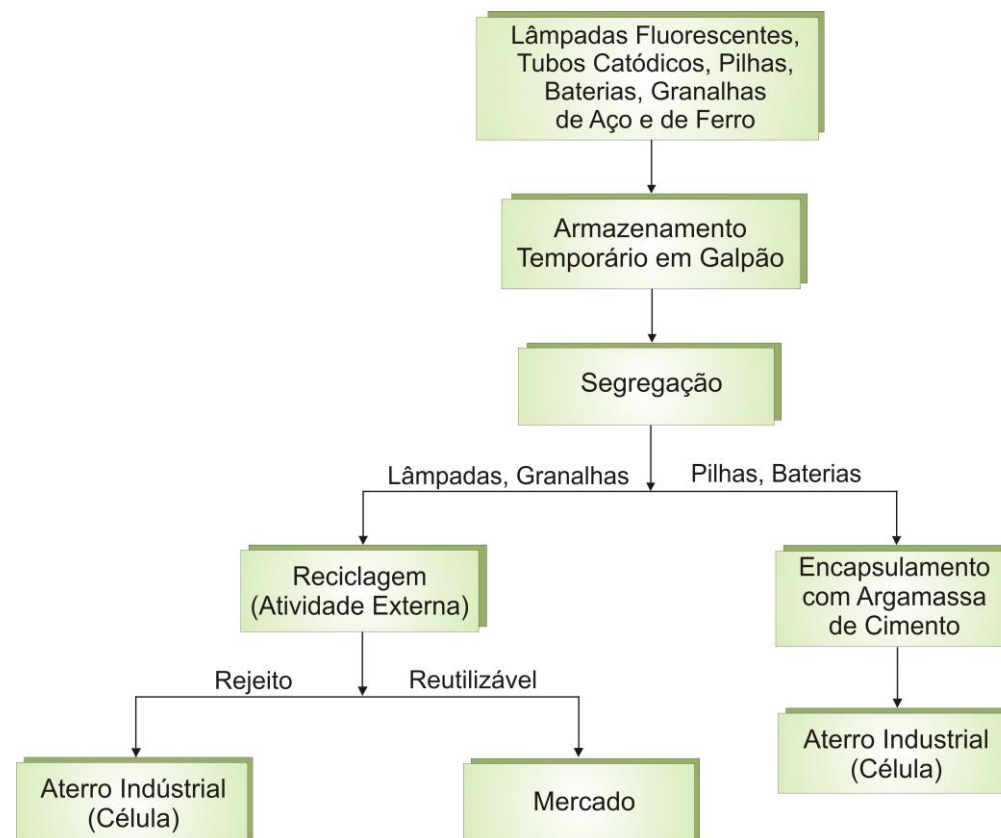


Fluxograma de Processo 3.11 - Embalagens de Produtos Químicos e de Tintas

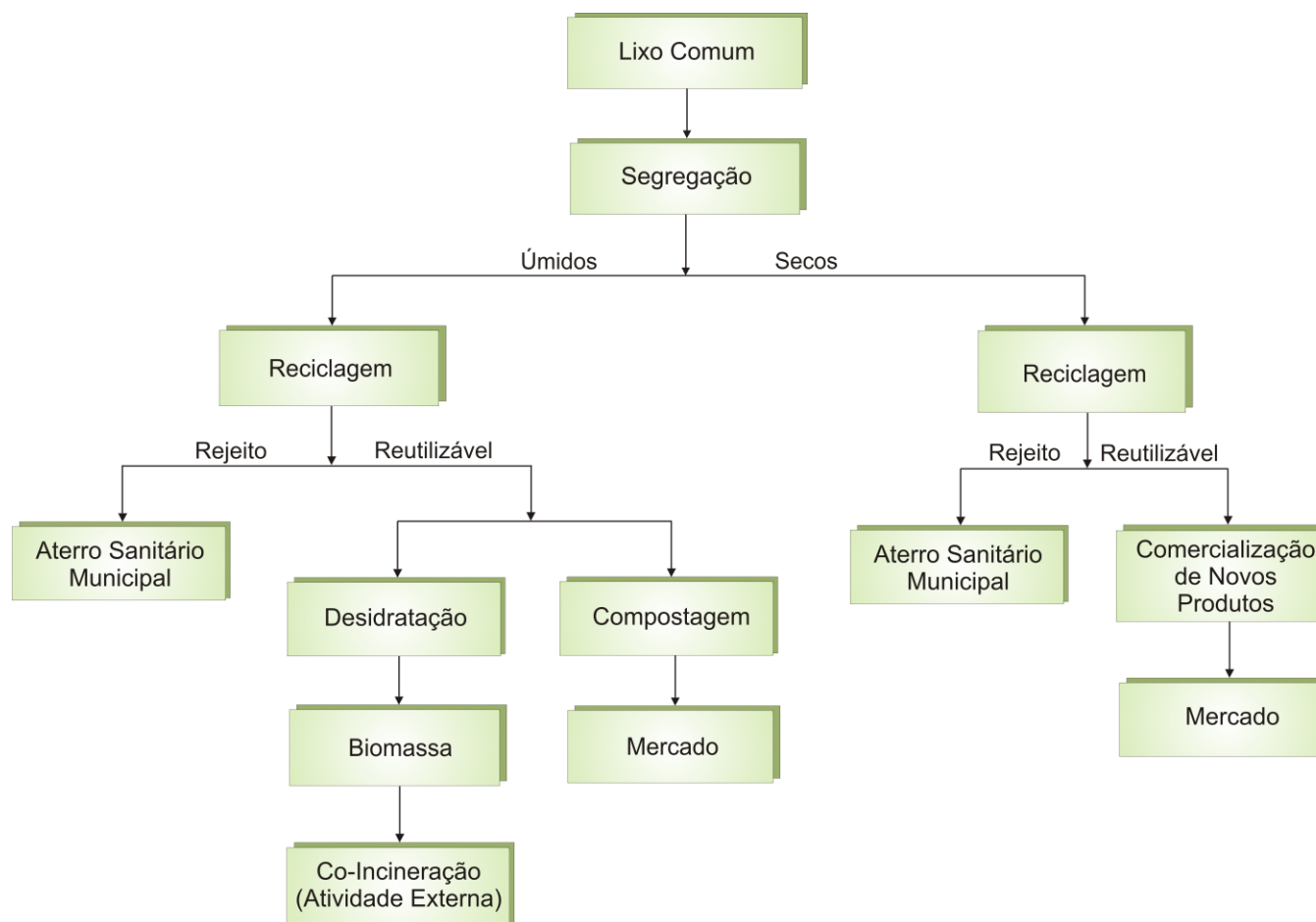




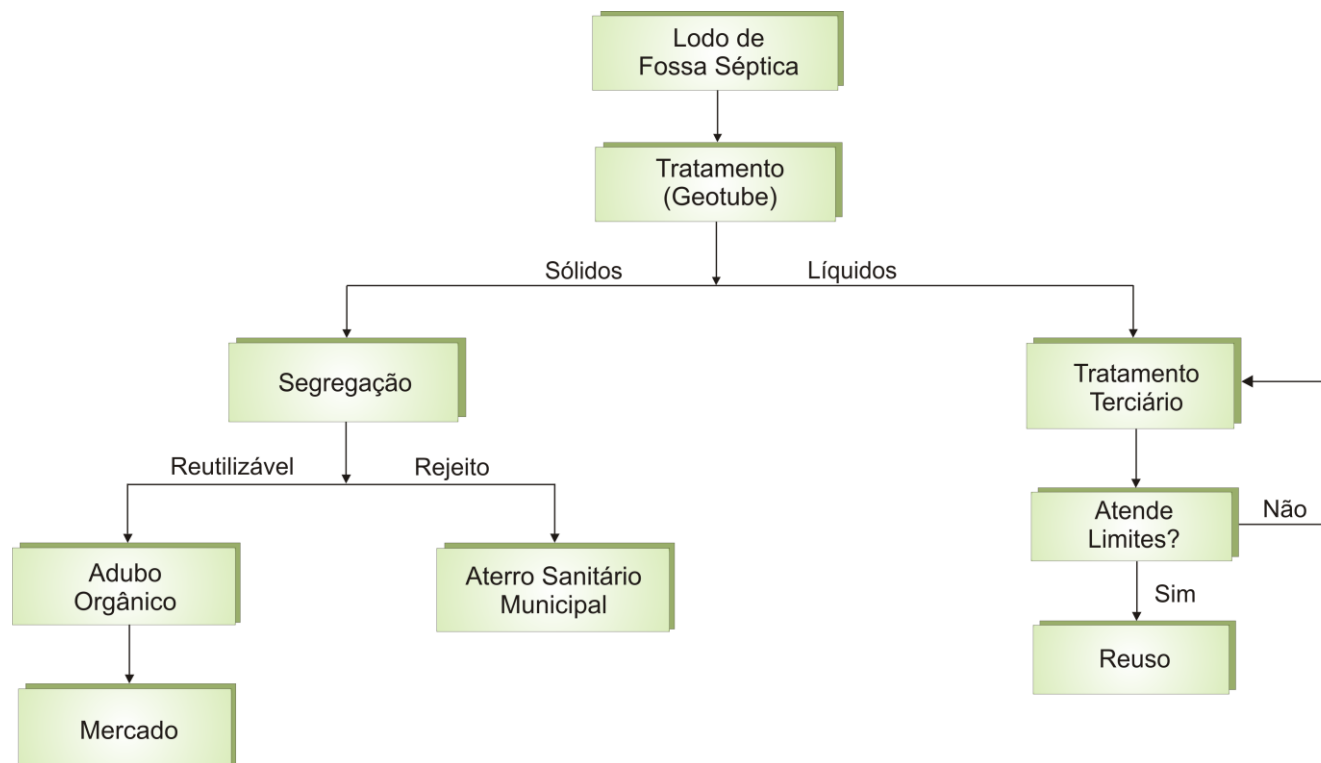
Fluxograma de Processo 3.12 - Lâmpadas Fluorescentes, Tubos Catódicos, Pilhas, Baterias e Granalhas



### Fluxograma de Processo 3.13 - Lixo Comum



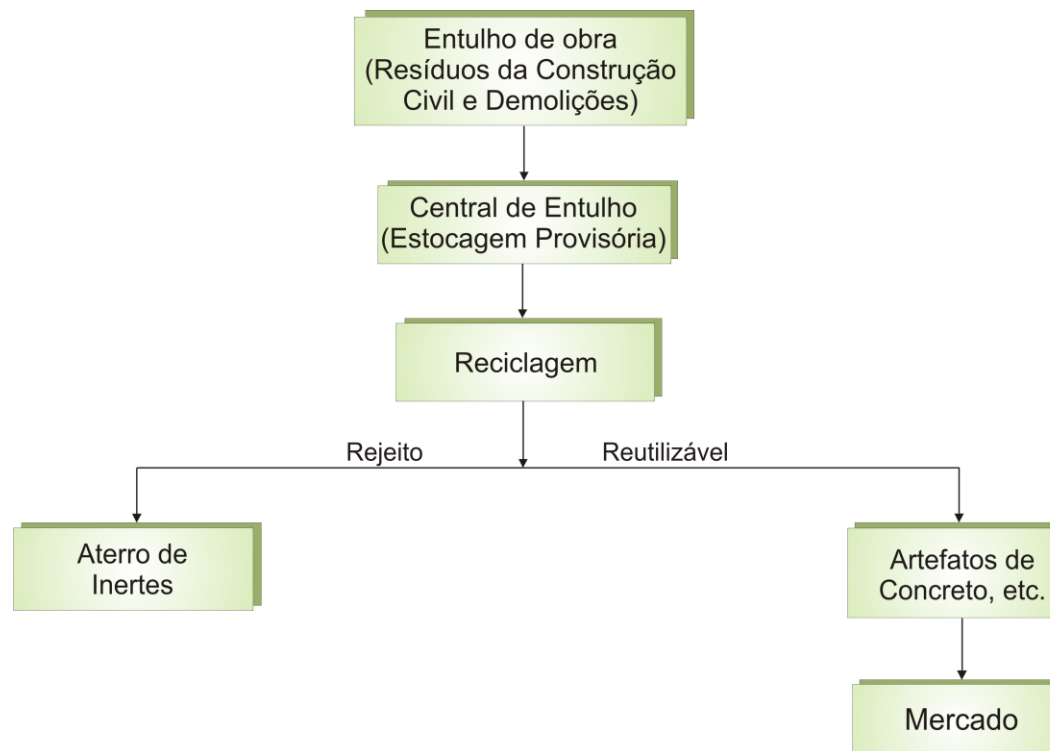
Fluxograma de Processo 3.14 - Lodo da Fossa Séptica



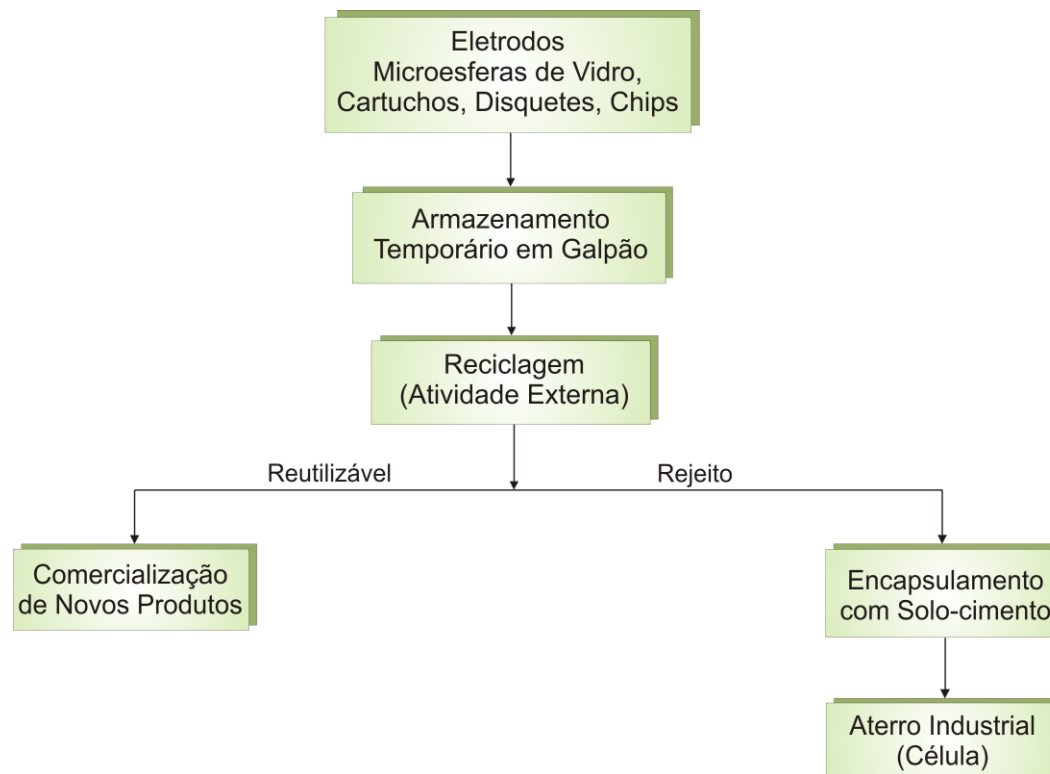
Fluxograma de Processo 3.15 - Pneus



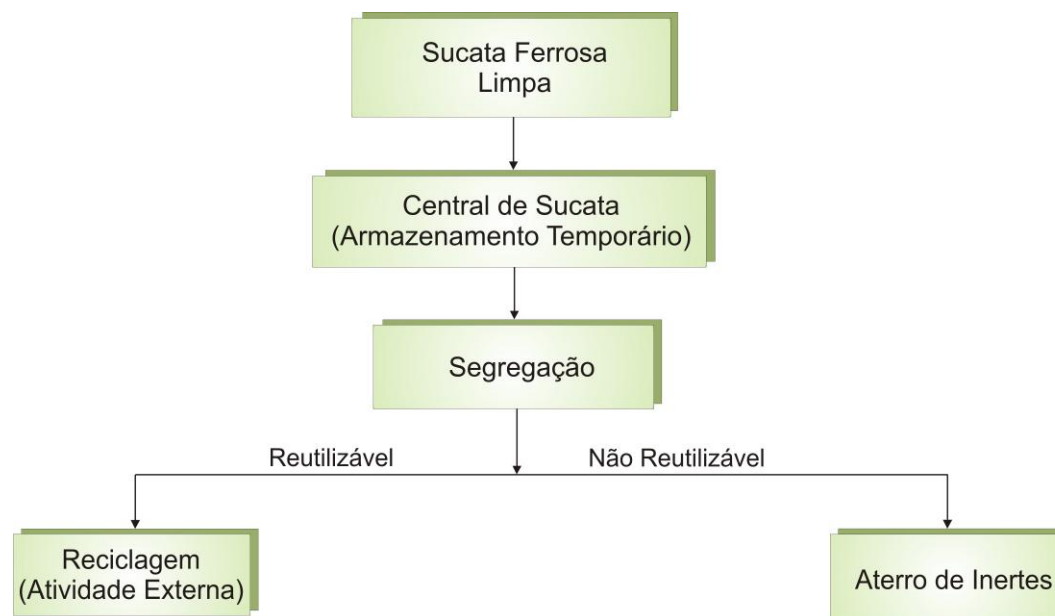
Fluxograma de Processo 3.16 - Entulho de Obra



Fluxograma de Processo 3.17 - Eletrodos, Micro-esferas de Vidro, Cartuchos, Disquetes, Chips



Fluxograma de Processo 3.18 - Sucata Ferrosa Limpa



Quadro 3.45 - Poços de Monitoramento da Água Subterrânea

### 3.11 ATIVIDADES RELATIVAS AO MONITORAMENTO

A seguir são apresentadas as atividades a serem desenvolvidas para o monitoramento ambiental e geotécnico da área ocupada pela CTR-Industrial em decorrência das atividades e serviços envolvidos com a implantação e operação desse empreendimento. Destaca-se que esses itens estão descritos detalhadamente no Capítulo 9 - Programas Ambientais.

#### 3.11.1 Monitoramento Ambiental

##### 3.11.1.1 Monitoramento das Águas Subterrâneas

O monitoramento das águas subterrâneas da área de domínio da CTR-Industrial dar-se-á através da análise de amostras coletadas de um conjunto de 09 (nove) poços descritos no Quadro 3.45. Para locação dos poços ver desenho DES-27.

**Nota:** Os poços PM 1, PM 2, PM 3 e PM 4 relacionados no Quadro 3.45, já foram instalados haja vista que fazem parte do programa de monitoramento do Novo Aterro Sanitário.

Poço	Profundidade aproximada (m)	DN (cm)	Local
PM 1	45	100	À montante da CTR-Industrial, numa das porções mais elevadas da área localizada a nordeste da mesma. Este poço será utilizado como referência - “branco”.
PM 2	30	100	A montante da CTR-Industrial, nas porções norte da área e intermediária da divisa da área da CTR-Industrial com a do Aterro Sanitário.
PM 3	15	100	A jusante da CTR-Industrial, na porção norte da área, próximo do canal natural de drenagem.
PM 4	30	100	Na porção noroeste da área, próximo do local onde foram construídas as edificações do Aterro Sanitário.
PM 5	15	100	Na porção oeste da área, próximo do local onde existe uma surgência d’água (“olho-d’água”).
PM 6	15	100	A jusante da CTR-Industrial, na porção sul da área, próximo do canal natural de drenagem e do entroncamento da BR-101 com a MC-01.
PM 7	15	100	A jusante da CTR-Industrial, na porção sul da área, próximo da divisa com a BR-101.
PM 8	15	100	A jusante da CTR-Industrial, na porção sul da área, próximo da divisa com a BR-101.
PM 9	15	100	A jusante da CTR-Industrial, na porção sudeste da área que faz divisa com a BR-101 (limite da área à jusante do canal natural de drenagem).

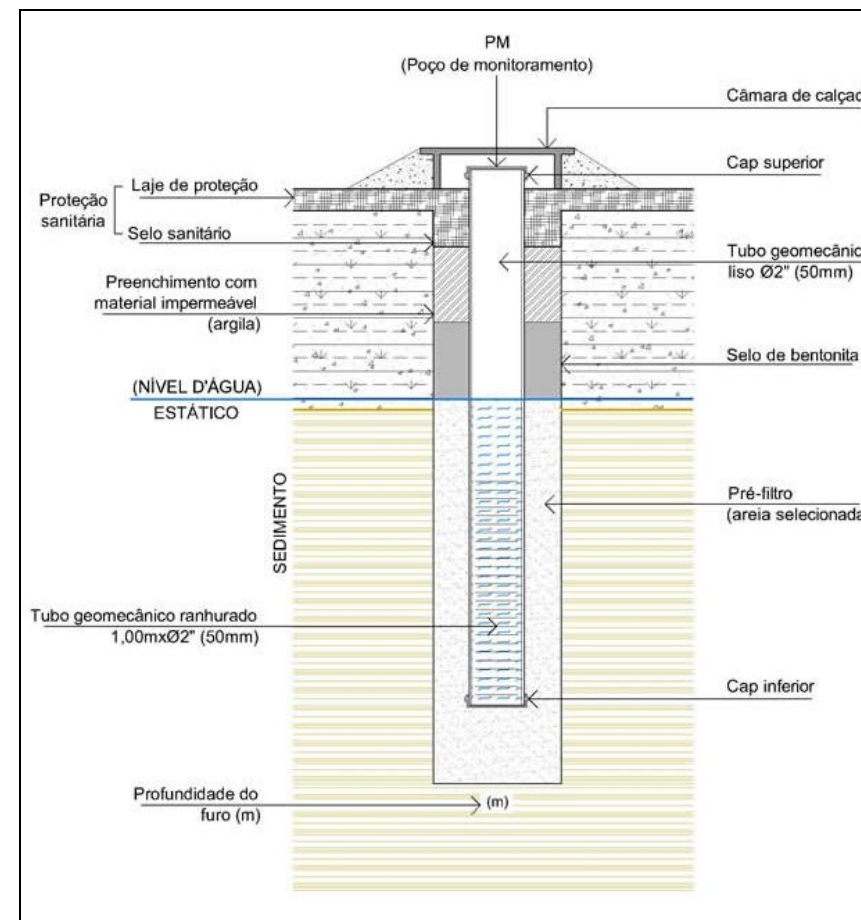


Os poços deverão ser constituídos basicamente pelos seguintes elementos:

- revestimento interno de PVC rígido marrom;
- filtro de PVC envolvido por manta geotêxtil;
- pré-filtro de areia lavada;
- a boca do poço deverá possuir proteção sanitária de cimento;
- tampão removível com um pequeno orifício (respiro);
- sistema de proteção de alvenaria;
- selo de cimento;
- preenchimento entre a parede da perfuração e a superfície externa do tubo de revestimento, com argila.

**Nota:** A construção dos poços, a coleta e acondicionamento das amostras deverão obedecer às diretrizes contidas na norma NBR 13.895/97 - Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem.

Na **Figura 3.37** mostra-se o perfil esquemático típico do poço de monitoramento.



**Figura 3.37 - Poço de Monitoramento - Perfil Esquemático**

Para a definição do programa de monitoramento das águas subterrâneas está sendo proposto que sejam coletadas amostras de cada poço (para a realização de ensaios físico-químicos e biológicos), antes, durante e depois da operação da CTR-Industrial com uma frequência inicial de 1 (um) mês.

**Nota:** A frequência das análises poderá ficar mais espaçada função das análises laboratoriais e devida autorização do INEA.

Os parâmetros físico-químicos a serem analisados por laboratório devidamente credenciado pelo INEA são: Nível estático do poço, DBO, DQO, Oxigênio Dissolvido, Turbidez, pH, Temperatura, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Kjeldahl, Carbono Orgânico Total, Cloretos, Cianetos, Sulfato, Fósforo total, Fósforo solúvel, Alcalinidade total, Alcalinidade a Hidróxidos, Alcalinidade a Carbonatos e Bicarbonatos, Dureza total, Condutividade, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos totais, Sólido fixos totais, Sólidos voláteis totais, Cor, Ferro total, Manganês, Fluoreto, Óleos e Graxas, Detergentes, Fenóis, Alumínio dissolvido, Arsênio, Bário, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cobre dissolvido, Cromo total, Cromo Hexavalente, Cromo Trivalente, Mercúrio, Níquel, Potássio, Sódio, Zinco, Coliformes totais, Coliformes Termotolerantes e Sílica dissolvida.

**Nota:** A relação de parâmetros acima indicada poderá sofrer alteração, prévia autorização do INEA, função das características físico-químicas e biológicas apresentadas pelas águas subterrâneas amostradas.

### 3.11.1.2 Monitoramento das Águas Superficiais

Tendo em vista que dentro da área de domínio da CTR-Industrial somente foi evidenciada a presença de uma surgência de água (“olho-d’água”), na porção do canal natural de drenagem que faz divisa com a estrada MC-01, o monitoramento das águas superficiais ficará restrito a esse local e a mais 3 (três) pontos localizados no canal natural de drenagem que margeia a BR-101, próximo dos poços PM-06, PM-08 e PM-09 destinados ao monitoramento das águas subterrâneas.

Sendo assim, os parâmetros a serem analisados são: DBO, DQO, Oxigênio Dissolvido, Turbidez, pH, Temperatura, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Kjeldahl, Carbono Orgânico Total, Cloretos, Cianetos, Sulfato, Fósforo total, Fósforo solúvel, Alcalinidade total, Alcalinidade a Hidróxidos, Alcalinidade a Carbonatos e Bicarbonatos, Dureza total, Condutividade, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos totais, Sólido fixos totais, Sólidos voláteis totais, Cor, Ferro solúvel, Manganês, Fluoreto, Óleos e Graxas, Detergentes, Fenóis, Alumínio dissolvido,

Arsênio, Bário, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cobre dissolvido, Cromo total, Cromo Hexavalente, Cromo Trivalente, Mercúrio, Níquel, Potássio, Sódio, Zinco, Coliformes totais, Coliformes Termotolerantes e Sílica dissolvida.

A frequência de coleta e realização dos ensaios por laboratório devidamente credenciado pelo INEA deverá ser inicialmente mensal. Tal frequência, assim como a relação de parâmetros, poderá ser alterada somente com a devida autorização do INEA.

**Nota:** Considerando que, como parte do programa de monitoramento de águas superficiais do Novo Aterro Sanitário estão sendo feitas análises físico-químicas e biológicas das águas do córrego que atravessa a sede da Fazenda dos Quarenta, essas análises serão utilizadas também para o acompanhamento da qualidade dos corpos hídricos superficiais existentes nesse local.

### 3.11.1.3 Monitoramento dos Efluentes Líquidos

O monitoramento dos efluentes líquidos será feito em todas as unidades destinadas ao tratamento de resíduos líquidos. Para tal serão coletadas amostras antes e após a estação e nelas serão feitas análises físico-

químicas e biológicos com uma frequência inicial mensal, em laboratório devidamente credenciado pelo INEA.

Não obstante os parâmetros a serem analisados dependem das características dos líquidos a serem tratados, e estes por sua vez das características dos resíduos, segue a continuação uma relação de parâmetros que poderá ser depurada, prévia autorização do INEA, uma vez conhecida a real composição dos efluentes líquidos.

DBO, DQO, Oxigênio Dissolvido, pH, Temperatura do ar e do percolado, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Kjeldahl, Carbono Orgânico Total, Cloretos, Cianetos, Sulfato, Fósforo total, Fósforo solúvel, Alcalinidade total, Alcalinidade a Hidróxidos, Alcalinidade a Carbonatos e Bicarbonatos, Dureza total, Condutividade elétrica, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos totais, Sólido fixos totais, Sólidos voláteis totais, Ferro solúvel, Manganês, Sódio, Fluoreto, Óleos e Graxas, Detergentes, Fenóis, Alumínio dissolvido, Arsênio, Bário, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cobre dissolvido, Cromo total, Níquel, Zinco, Cromo Hexavalente, Cromo Trivalente, Mercúrio, Níquel, Potássio, Sódio, Zinco, Sílica dissolvida, Coliformes totais, Coliformes Termotolerantes, *Escherichia Coli*, Benzeno, Tolueno, Tricloroetileno, Xilenos, Cloreto de Vinila e Diclorometano.

### **3.11.1.4 Monitoramento da Qualidade do Ar e da Emissão de Odor**

O plano apresentado a seguir tem por base a Metodologia para Controle de Odores proposta por Galvão Filho, J.B. Assim sendo, esse autor cita que existem duas fases distintas para a solução de um problema de qualidade do ar. A primeira implica na sua definição e a segunda, no seu controle. Para se obter uma visão precisa de onde se está e aonde se deve chegar esta metodologia enfatiza o processo de definição que é de crucial importância para se determinar o grau de controle necessário que torne compatível a utilização do recurso natural ar tanto pela população quanto pela indústria ou, no presente caso, pela CTR-Industrial.

A definição do problema deve abordar os seguintes aspectos:

- avaliar o problema e identificar suas causas;
- determinar as características químicas dos poluentes, bem como quantificar as taxas de emissões; e
- estimar o impacto das fontes poluidoras identificadas e confirmar a relação existente entre as fontes de emissão e a alteração da qualidade do ar, determinando o grau de controle necessário.

A fase do controle de odores, por sua vez, deve estabelecer a estratégia e, então, instalar os equipamentos adequados e aplicar os mecanismos seguros de dispersão. A seguir se deve operar e manter os sistemas de controle da poluição e monitorar os resultados.

Esta proposta de plano de controle é aplicável para o controle das emissões odoríferas da CTR-Industrial de modo geral. Entretanto, cuidados adicionais deverão ser tomados, como, por exemplo, contar com o trabalho de um profissional de controle da poluição que deverá se encarregar de estabelecer a melhor estratégia possível.

#### **▪ Avaliação do Problema**

Os incômodos causados por odor geralmente ocorrerão em períodos de inverno após o entardecer e antes do amanhecer, quando as inversões térmicas acontecem com maior intensidade e frequência. Durante estas horas a atmosfera encontra-se mais estável com turbulência atmosférica limitada. Entretanto, com o intuito de se confirmar as reclamações de odor e se obter amostras representativas, é necessário descobrir na região, com suas condições meteorológicas e topográficas específicas quais são os piores momentos do ano em que ocorrem concentrações odoríferas incomodativas.

Fazer tal verificação é uma tarefa complicada, pois na maioria das vezes, os funcionários, tanto da indústria quanto das agências de controle da poluição, responsáveis pela sua execução, são em número reduzido e somente trabalham durante o clássico período das 8h às 17h. Nesse intervalo de tempo a turbulência é maior e o problema de odor menos intenso. Disso resulta uma verificação inadequada do problema e o conhecimento incompleto de sua significância.

Outra situação muito comum, relacionada com a verificação das reclamações, é a descrição que se obtém das características do odor. Ao invés das descrições feitas através de expressões como “é fedido” ou “cheira mal”, deve-se procurar obter informações que possam melhor precisar as características desse odor - por exemplo, cheiro de “ovo podre” ou de “repolho estragado” - e indicar suas diversas graduações que podem ser: limiar da percepção; levemente perceptível; detectável; facilmente detectável; forte; insuportável.

Mesmo não sendo difícil detectar externamente o odor emitido por uma indústria, pode-se verificar que os odores emitidos pelas várias fontes internas são diferentes entre si. Daí se chegar a níveis de complicação muito grandes, principalmente quando outros odores semelhantes - como o do esgoto doméstico, resíduos oleosos, etc.- encontram-se misturados e adquirem características de percepção completamente

diferentes. A direção e a velocidade dos ventos e a umidade relativa do ar, no campo meteorológico, são fatores importantíssimos e, quanto mais profundo o seu conhecimento mais útil será.

Outro problema importante é o da regulamentação legal do odor, que pode ser tão variado quanto se queira. A maioria dos critérios de qualidade do ar utilizados para poluentes comuns ou tóxicos são expressos em  $\text{mg}/\text{m}^3$ , ppm etc., como é o caso da Resolução CONAMA nº 003 de 28 de junho de 1.990 onde é instituído o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar-PRONAR. No caso dos odores, se expressa através do termo “incomodidade” que é muito subjetivo e sujeito a muitas interpretações.

Apesar de todos os inconvenientes que estas regulamentações apresentam, elas constituem, pelo menos, um ponto intermediário entre as situações de não se ter reclamações e se estar dentro da lei, ou de se ter reclamações - mesmo que sejam poucas - e se estar também dentro da lei.

A dificuldade em se obter uma verificação precisa reside, ainda, no fato de a reclamação do incômodo ser geralmente afetada por fatores não aparentes, como emocional, político e econômico, cujo conhecimento, com certeza, está fora do campo da engenharia, mas deve fazer parte do universo daqueles que exercem a função de administrador ambiental

e que, assim, estarão capacitados para encontrar uma solução adequada para o problema, tanto do ponto de vista da indústria quanto da população envolvida.

▪ Determinação das Características dos Poluentes

O odor emitido por uma indústria é usualmente resultante da mistura de compostos odoríferos, a qual será ainda mais complexa se existirem, nas redondezas outras fontes (no presente caso do Novo Aterro Sanitário, por exemplo). Raramente um único odor é responsável pelo odor percebido pela comunidade. Contudo, conhecendo-se os diferentes tipos de odor a serem emitidos na CTR-Industrial, poder-se-á detectar se o cheiro incomodativo vem dos galpões ou das células de aterramento por exemplo. Técnicas analíticas modernas são capazes de separar e detectar os vários tipos de componentes do odor. Infelizmente estas análises são muito difíceis e caras, o que as torna adequadas somente para a pesquisa mas não para o monitoramento rotineiro.

Existem, no caso das emissões de compostos de odores alguns tipos de monitoramento contínuo muito úteis para se detectar as emissões em tempo real e que servem não só para efetuar sua estimativa em determinado período, mas, principalmente, para descobrir a origem dos seus picos.

De qualquer forma, o engenheiro ambiental responsável pelo problema deverá:

- ▶ obter taxas de emissões de odor;
- ▶ estabelecer padrões ou metas a se alcançar;
- ▶ descrever a magnitude do problema; e
- ▶ demonstrar a eficácia da metodologia de controle.

Durante anos, os cientistas que trabalham com a medição de odor desenvolveram muitos métodos, tais como o do limite da percepção o da intensidade, o do grau de agradabilidade, etc., e estabeleceram para cada uma dessas categorias de medidas, várias maneiras de apresentar o odor aos julgadores do painel - paineiras -, resultando desse procedimento vários valores para uma mesma medida. Por exemplo, a detecção do limite de percepção de odor com a utilização da técnica da seringa (ASTM) pode aparecer com um valor menor do que o verificado através da técnica da dinâmica (olfatômetro dinâmico). No olfatômetro, odores com taxas de vazão maiores são sempre mais fáceis de serem detectados do que aqueles com taxas de vazão menores.

Entretanto, se conhecer os detalhes da técnica de medição usada, será muito útil na hora de se interpretar e se elaborar a conclusão sobre os resultados.

Outros fatores que podem ter significativa importância nas medições são as técnicas utilizadas na coleta da amostra, o material de que é feito o saco de coleta ou o absorvente, a forma de armazenamento da amostra, sua unidade e, até mesmo, a fadiga ou o potencial de sensibilidade de olfato, representativo ou não, da comunidade em questão. Todos esses problemas devem ser encarados e englobados como problemas da amostragem.

A toxicidade química é outra via importante para se conhecer quais características das substâncias envolvidas na formação do odor e relacioná-las através de suas doses (concentração, tempo de exposição e meio de penetração no organismo) com os efeitos sobre a saúde da comunidade envolvida. Por exemplo, o ácido sulfídrico em alta concentração é considerado tóxico e também “incomodativo”, mas é somente incomodativo quando se encontra em baixa concentração. Diferentemente, o dióxido de enxofre só será considerado fora do padrão de qualidade do ar pela sua exposição percebida pela comunidade, por mais de uma hora.

Hoje em dia, com o desenvolvimento das pesquisas, está cada vez mais fácil conhecer as relações entre o odor de uma substância e sua toxicidade.

#### ▪ Mensuramento das Emissões Poluentes

Uma vez identificada a fonte, torna-se necessária a utilização de um modelo de dispersão que confirme a relação existente entre a taxa de emissão dessa fonte e o impacto do poluente na qualidade do ar. Dada a existência de outras fontes de odor similares na região, torna-se imprescindível que o órgão de controle inventarie as emissões dessas fontes e acompanhe, detalhadamente, o cronograma de reduções. Por exemplo, a existência de uma lagoa de tratamento de efluentes líquidos de resíduos domésticos pode ser a fonte mais importante, pois, apesar de sua baixa concentração de odor, pode apresentar uma grande vazão.

Uma vez de posse dos dados de emissão da fonte e dos que se referem à qualidade do ar, só resta viabilizar um modelo de dispersão adequado que possa associar emissão e recepção. Entretanto, esta não é uma tarefa muito fácil para fontes existentes em Macaé pois, se por um lado, elas podem estar causando grandes incômodos à população, por outro os dados de qualidade do ar sequer são imaginados. Só resta realizar o melhor inventário de emissões possível e fazer um levantamento de todos os dados da região: suas condições



meteorológicas, as influências topográficas e as ocorrências microclimáticas observáveis, para depois se escolher e aplicar um modelo de dispersão que se ajuste com os dados de percepção de odor, obtidos através de uma amostra representativa da comunidade. A experiência e a técnica do manuseio de programas de controle da poluição ambiental propiciarão o estabelecimento da relação entre a fonte emissora e a comunidade receptora.

- Estabelecimento das Estratégias de Controle

Após a definição do problema, efetuar o controle do odor de uma indústria, constitui uma tarefa semelhante à realização de qualquer outro tipo de controle. Isto implica na escolha das formas através das quais se possa produzir menores emissões de odores.

Dados como a localização física das unidades da CTR-Industrial e as condições meteorológicas e topográficas implicarão na adoção de estratégias de controle próprias para a CTR-Industrial de Macaé.

Finalmente, é de vital importância que, com o conhecimento das possibilidades de redução de odor através das melhores tecnologias existentes e com o auxílio da modelagem matemática de dispersão dos poluentes odoríferos se obtenha informação acerca do quanto de percepção de odores a comunidade pode suportar, para que se

estabeleça um dado limite máximo nas dependências da CTR-Industrial de forma a poder implantar de forma econômica novas unidades em locais apropriados.

### 3.11.2 Monitoramento Geotécnico

As deformações dos maciços dos Aterros de Inertes serão monitorados através da medição dos deslocamentos vertical e horizontal de um conjunto de marcos superficiais instalados nos locais mostrados no desenho **DES-27**.

Como “Bench Mark” de referência de nível e de posição relativa, serão utilizados marcos instalados fora da área de influência da movimentação dos maciços. Para detalhes do marco superficial ver desenho **DES-28**.

Serão analisados, por meio de gráficos e planilhas, a magnitude dos deslocamentos vertical e horizontal e a velocidade com que se desenvolvem.

O acompanhamento dos dados em planilhas e gráficos mês a mês, ou em menores intervalos de tempo função de eventos condicionantes tais como chuvas intensas, possibilitará a detecção de qualquer fato



anormal que possa comprometer a estabilidade dos Aterros de Inertes e, conseqüentemente, permitirá que se atue preventivamente.

### 3.12 ATIVIDADES RELATIVAS À MANUTENÇÃO

O processo de degradação dos resíduos e as condições atmosféricas adversas podem gerar consequências imprevisíveis na estrutura dos diversos sistemas componentes da CTR-Industrial tendo como consequência malefícios ao meio ambiente.

Para que tal situação não aconteça, pretende-se implantar na CTR-Industrial de Macaé um plano de manutenção constante, que passamos a descrever sucintamente e que se apóia em dois procedimentos básicos:

- Rotinas de Inspeção e
- Medidas Corretivas.

#### 3.12.1 Manutenção dos Sistemas Componentes da CTR-Industrial

##### Acessos

- Por meio de inspeções semanais e/ou após chuvas intensas procurar-se-á detectar a ocorrência de algum dano aos acessos.
- A manutenção corretiva visa manter as características de largura, declividade longitudinal e transversal, pavimentação e drenagem.

##### Cercas

Semanalmente serão vistoriadas todas as cercas, verificando o estado dos fios, dos mourões de concreto, etc. Quando apresentarem alguma irregularidade serão reparadas imediatamente, de forma a que seja sempre mantido o isolamento da área, impedindo o acesso de animais e pessoas não autorizadas.

##### Edificações

As edificações da CTR-Industrial receberão manutenção permanente, tanto preventiva, como corretiva, principalmente das suas instalações hidro-sanitárias, de forma a que sejam conservadas as condições de funcionalidade com higiene e segurança.

## Drenagem superficial

A movimentação dinâmica que ocorrerá na CTR-Industrial poderá provocar recalques ou afundamentos do terreno, afetando muitas das vezes o sistema de drenagem superficial.

Para que esse sistema seja eficiente é fundamental a manutenção das declividades previstas em todos os dispositivos de drenagem executados.

Serão realizadas inspeções mensais e também após chuvas intensas de forma a identificar:

- inversão no sentido de escoamento das drenagens;
- quebra de tubulações, canaletas, etc.;
- recalques nos taludes e bermas;
- erosão e danos à cobertura vegetal.

Toda ocorrência detectada será objeto de providências imediatas de forma a restabelecer-se no menor tempo possível às condições ótimas previstas para o funcionamento da drenagem superficial.

## Drenagem de líquidos percolados

A eficiência do sistema de drenagem de percolados juntamente com uma correta impermeabilização da base das células e dos aterros, são fundamentais para que não ocorram agressões ao meio ambiente pela contaminação do subsolo, do lençol freático e de corpos de água superficiais existentes nas proximidades.

A seguir são listadas as ações básicas para a manutenção de tal sistema:

- ▶ Inspeção visual semanal de todo o sistema de drenagem. A partir dos resultados obtidos serão identificadas e programadas as ações necessárias à manutenção do sistema;
- ▶ Avaliação semanal das condições físicas e operacionais das caixas de passagem e/ou manobra, dentre outras, identificando-se que reparos serão necessários;
- ▶ Avaliação e manutenção de eventuais deslizamentos que possam ter comprometido o sistema de drenagem ocasionando o vazamento dos líquidos percolados através dos taludes.

Com base nas informações levantadas deverão ser elaborados relatórios técnicos mensais, que descreverão as ações desenvolvidas destinadas à manutenção do sistema de coleta e drenagem do percolado gerado na

CTR-Industrial, bem como que modificações devem ser introduzidas, caso necessário, para melhoria de tal sistema.

### **Bacias de Armazenamento Temporário de Resíduos**

A manutenção das bacias de armazenamento temporário de resíduos praticamente resume-se em serviços de conservação, ou seja, manutenção preventiva das obras e demais dispositivos construídos.

Dentre as atividades rotineiras de manutenção podem ser citadas o combate a qualquer início de erosão dos taludes e manter isentas de vegetais as margens bem como de qualquer ponto das bacias. Tal verificação deverá ser feita percorrendo o perímetro de cada bacia.

Dentre as atividades periódicas estão incluídas as de limpeza das bacias, principalmente nas zonas denominadas de mortas onde poderá existir um acúmulo exagerado de resíduos.

O procedimento adotado para a limpeza das bacias deverá seguir a seguinte seqüência:

- A bacia que será limpa sairá temporariamente do circuito sendo desviados os resíduos para a seguinte bacia e;

- A bacia deve ser esvaziada com cuidado, até alcançar a base da mesma, de forma a não danificar as superfícies da mesma.

### **Bacias de Acumulação dos Efluentes Líquidos**

Dentre as atividades rotineiras de manutenção podem ser englobadas as seguintes: combate a qualquer início de erosão dos taludes; manter isentas de vegetais as margens bem como de qualquer ponto das bacias; manutenção dos dispositivos de entrada, evitando a passagem de material flutuante. Tal verificação deverá ser feita percorrendo o perímetro de cada bacia.

Dentre as atividades periódicas estão incluídas as de limpeza das bacias, principalmente nas zonas denominadas de mortas onde existe uma sedimentação exagerada e pode levar a um assoreamento prematuro das mesmas.

### **Cobertura vegetal**

Visando evitar a morte da cobertura vegetal plantada, o que é extremamente perigoso para a CTR-Industrial como um todo, deve-se obedecer a uma rotina de inspeção da mesma que envolve a inspeção de toda a área pelo menos uma vez por mês, a procura de espécies mortas.

Em tal inspeção procurar-se-á cadastrar toda a vegetação existente na CTR-Industrial, respondendo a perguntas do tipo: Nos locais onde existe vegetação ela se apresenta saudável? Notam-se áreas com indícios de mortandade? Existe um padrão no estabelecimento das áreas problemáticas?

A resposta adequada a estas perguntas permitirá cadastrar as áreas com problemas, e nelas executar um programa de análise do material de cobertura.

***Nota:** No plano de correções deverá ser incluído o cadastramento das áreas que precisem de aparcamento, se verificado o crescimento excessivo da grama nesses locais.*

#### Árvores e mudas

As principais ações de manutenção das árvores e mudas a serem plantadas visando o reflorestamento da área, inclusive para a formação de corredores ecológicos, dizem respeito a evitar que as mudas muito pequenas sejam alvo de formigas e que as árvores maiores tenham uma poda regular.

### 3.12.2 Manutenção de Veículos e Equipamentos

Com base no acompanhamento da utilização dos veículos e equipamentos deverá ser aplicada a manutenção preventiva dos mesmos.

Os serviços de manutenção preventiva serão sempre realizados nos horários de não funcionamento da CTR-Industrial.

Em casos de serviços de manutenção ou reparos muito demorados, deverá ser providenciada a imediata substituição do veículo e/ou equipamento.

### 3.13 ATIVIDADES RELATIVAS AO ENCERRAMENTO

É apresentado a configuração final da área e as atividades a serem desenvolvidas após encerramento da CTR-Industrial de Macaé.

#### 3.13.1 Configuração Final da Área

A área, após a implantação da totalidade das unidades previstas e encerramento da operação da CTR-Industrial, apresentará a configuração descrita no **Quadro 3.46** e mostrada no desenho **DES-02** e no **Anexo 3.8**.

**Quadro 3.46 - Configuração Final da Área**

Configuração	Cota (m)	Destinação/Ocupação
Plataforma de 8 m de largura e 887 m de comprimento.	---	Acesso Principal
Plataforma de 6m de largura e 647 m de comprimento.	---	Acessos Secundários
Platô (1.925 m <sup>2</sup> )	28,50	Prédio da Balança
Platô (732 m <sup>2</sup> )	28,50	Prédio do Controle da Entrada de Resíduos
Platô (10.335 m <sup>2</sup> )	35,00	Prédio da Administração e Laboratório, e Galpões
Platô (10.937 m <sup>2</sup> )	40,50	ETE para efluentes líquidos não-oleosos e bacias para terra diatomácea e borras de tintas
Platô (2.250 m <sup>2</sup> )	48,00	Bacias de acumulação de efluentes líquidos não-oleosos
Platô (29.016 m <sup>2</sup> )	51,00	Células para resíduos industriais
Platô (15.505 m <sup>2</sup> )	48,00	Células para resíduos industriais
Platô (7.217 m <sup>2</sup> )	48,00	Células para resíduos industriais
Vale ocupado (13.904 m <sup>2</sup> )	32,00 a 48,00	Aterro de inertes
Platô (12.887 m <sup>2</sup> )	40,00	Central de sucatas e entulho de obras

Configuração	Cota (m)	Destinação/Ocupação
Vale ocupado (13.135 m <sup>2</sup> )	24,00 a 40,00	Aterro de inertes
Vale ocupado (12.796 m <sup>2</sup> )	24,00 a 44,00	Aterro de Inertes
Platô (9.858 m <sup>2</sup> )	52,00	Bacias para água oleosa e resíduos metálicos e não-metálicos oleosos
Platô (13.253 m <sup>2</sup> )	44,00	Sistema separador de água e óleo, encapsulamento, biopilha e bacias para borras oleosas
Área reflorestada (8.777 m <sup>2</sup> )	19,50 a 27,00	Corredor de biodiversidade
Área reflorestada (3.599 m <sup>2</sup> )	18,00 a 32,00	Corredor de biodiversidade
Área reflorestada (13.538 m <sup>2</sup> )	25,00 a 37,00	Reflorestamento da área de preservação permanente
Área reflorestada (12.687 m <sup>2</sup> )	21,00 a 40,00	Reflorestamento - Barreira vegetal
Área reflorestada (8.343 m <sup>2</sup> )	20,00 a 40,00	Reflorestamento - Barreira vegetal
Área reflorestada (12.032 m <sup>2</sup> )	25,00 a 35,00	Reflorestamento - Barreira vegetal

### 3.13.2 Uso Futuro da Área

São propostas a continuação algumas alternativas para o uso futuro da área ocupada pelo empreendimento tendo como premissa fundamental atividades que não coloquem em risco a segurança de pessoas.

- Centro de Pesquisas de Resíduos Sólidos, fazendo uso do laboratório previsto, para o acompanhamento da degradação dos resíduos ali dispostos, do tratamento dos efluentes emanados e do seu possível reaproveitamento.
- Centro de referência de estudos avançados de sementes da Mata Atlântica.
- Centro de práticas de atividades ecológicas, tais como, caminhadas pelas trilhas ecológicas previstas devidamente programadas (observação do reflorestamento executado).

### 3.13.3 Vigilância

Visando impedir a depredação das instalações da CTR-Industrial e dar continuidade às atividades propostas para o uso futuro da área (item 3.13.2) será mantida a vigilância praticada ao longo da operação da CRT-Industrial.

### 3.13.4 Controle Ambiental e Geotécnico

Após o encerramento da CTR-Industrial deverá ser mantido o sistema de monitoramento, bem como a operação e manutenção do sistema de tratamento do percolado, até que ocorra a estabilização da massa de resíduos e seja minimizado o potencial poluidor dos líquidos produzidos na central.

Será necessário, também, o acompanhamento das deformações, da verificação da integridade do sistema de drenagem superficial e do surgimento de processos erosivos, bem como realizar intervenções corretivas, quando necessárias.

### 3.13.5 Controle da Recomposição Paisagística

Encerradas as atividades de operação da CTR, dar-se-á continuidade ao plano de monitoramento da cobertura vegetal implantada e inclusive dos fragmentos florestais já existentes na área, visando prevenir e controlar possíveis danos, em especial desmatamentos ilegais e incêndios.

Nas áreas de reflorestamento o plano de monitoramento engloba vistorias periódicas para controle de pragas, doenças e plantas invasoras competidoras com as espécies implantadas. Com o objetivo de

preservar a vegetação as medidas preventivas a incêndios deverão priorizar a manutenção dos aceiros no entorno dos fragmentos e das demais áreas reflorestadas.

A preservação da cerca-viva implantada no entorno da área do empreendimento será baseada em tratos culturais e fitossanitários, tais como podas e controle de formigas, e em casos de degradação serão executados replantios de mudas para recomposição da cerca.

## ANEXOS



## Anexo 3.1 - Relatório Sobre Levantamento de Resíduos Industriais - Macaé/RJ

## Anexo 3.2 - Distribuição do Tráfego dentro da Cidade de Macaé

### Anexo 3.3 - Relatório da Sondagem Geotécnica

## Anexo 3.4 - Uso e Ocupação da Área

## Anexo 3.5 - Memória de Cálculo do Estudo de Estabilidade

## Anexo 3.6 - Balanço Hídrico - Macaé/RJ

## Anexo 3.7 - Manifesto Estabelecido pelo INEA

## Anexo 3.8 - Configuração Final da Área



