

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL – MI  
**CODEVASF**

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA

**ELABORAÇÃO DOS PROJETOS DE ENGENHARIA E ESTUDOS AMBIENTAIS  
DOS SISTEMAS INTEGRADOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NAS  
BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA**

**ETAPA 6 - Elaboração dos Projetos Executivos  
Projeto Executivo da Central de Resíduos - CR**

**XIQUE-XIQUE – UGR 5**

**MARÇO/2012**

## SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO .....	7
2	INFORMAÇÕES GERAIS DO EMPREENDIMENTO .....	8
2.1	Razão Social .....	8
2.2	Endereço .....	8
2.3	Área total do empreendimento .....	8
2.4	Desapropriações .....	8
2.4.1	Nome da propriedade, com área correspondente a desapropriar .....	8
2.4.2	Croquis e planta da área em escala conveniente .....	8
2.4.3	Nome do proprietário e seu endereço .....	8
2.4.4	Valor das terras e das benfeitorias .....	8
2.4.5	Coordenadas geográficas ou UTM .....	8
2.4.6	Memorial descritivo da área .....	8
2.5	Período de Funcionamento .....	8
2.6	Início Previsto para Operação .....	8
2.7	Investimento Total .....	9
2.8	Responsabilidade Técnica .....	9
3	INFORMAÇÕES BÁSICAS DO MUNICÍPIO .....	9
3.1	Localização .....	9
3.2	Clima .....	9
3.3	Solos .....	12
3.4	Vegetação e uso do solo .....	13
3.5	Geologia e relevo .....	16
4	COMPORTAMENTO DEMOGRÁFICO E PROJEÇÃO POPULACIONAL .....	17
4.1	Crescimento populacional do Município de Xique-Xique .....	21
4.2	Taxa de geração de resíduos .....	23
4.2.1	Parâmetros de dimensionamento adotados .....	23
5	MEMORIAL DESCRITIVO .....	28
5.1	Concepção e justificativa da unidade .....	28
5.1.1	Caracterização da unidade .....	28
5.2	Características do local de implantação .....	33
5.2.1	Critérios de seleção de glebas .....	33
5.2.2	Local de implantação da CR .....	34
6	ETAPAS DE PROJETO .....	35
6.1	Sequência executiva da Central de Resíduos .....	35
6.2	Características operacionais e dimensionamento das células de resíduos .....	37
6.2.1	Dimensionamento das células de resíduos .....	37
6.2.2	Dimensionamento das valas de RSS .....	38
6.2.3	Sistemas de drenagem superficial .....	39
6.3	Sistema de Tratamento de líquido lixiviados, drenos de chorume e gases .....	41
6.3.1	Dimensionamento dos drenos de chorume .....	41
6.3.2	Cálculo da vazão de chorume .....	42
6.3.3	Dimensionamento do sistema de tratamento .....	45
6.4	Memória de cálculo dos sistema de tratamento da CR .....	47
6.5	Sistema de drenagem e coleta de gás .....	50
6.5.1	Dimensionamento e método construtivo dos drenos de gases .....	50
6.6	Resíduos e construção e demolição (RCD) .....	51
6.7	Pátio de compostagem .....	51
6.7.1	Dimensionamento do pátio .....	51
6.7.2	Estruturas operacionais .....	51

6.7.3	Critérios operacionais do pátio de compostagem .....	55
6.7.4	Impactos da Unidade .....	56
7	CÁLCULO DE ESTABILIDADE DE TALUDES.....	57
7.1	Considerações gerais.....	57
7.2	Resultados .....	58
7.3	Conclusões .....	61
8	MEMORIAL DE CÁLCULO ESTRUTURAL .....	61
8.1	Considerações .....	61
8.2	Dimensionamento da sapata corrida .....	61
8.2.1	Pelo Método das bielas .....	61
8.2.2	Carga por metro sobre a sapata .....	61
8.3	Dimensionamento da sapata isolada .....	62
8.3.1	Pelo mesmo método das bielas.....	62
8.3.2	Cálculo da carga sobre sapata isolada.....	62
8.4	Dimensionamento dos pilares .....	63
8.5	Dimensionamento das cintas de travamento .....	64
9	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....	64
9.1	Considerações gerais.....	64
9.2	Objetivo .....	64
9.3	Apresentação.....	64
9.4	Controles geológicos e geotécnicos .....	65
9.5	Controles topográficos .....	65
9.6	Equipamentos.....	65
9.7	Segurança.....	66
9.8	Segurança do trabalho nas atividades de construção civil .....	66
9.9	Regulamento interno .....	67
9.10	Manutenção .....	67
9.11	Retirada das instalações.....	67
9.12	Canteiro de obras .....	67
9.12.1	Custos de Serviços .....	67
9.12.2	Placas Indicativas das Obras .....	67
9.12.3	Luminárias de Sinalizações .....	68
9.12.4	Providências Relativas ao Trânsito .....	68
9.13	Execução das obras civis.....	68
9.14	Serviços preliminares .....	68
9.14.1	Limpeza do terreno e escritório de madeira.....	68
9.14.2	Locação da obra .....	69
9.14.3	Terraplenagem .....	70
9.15	Acessos .....	71
9.16	Pavimentação.....	73
9.17	Execução da guarita de acesso e administração.....	74
9.17.1	Fundações .....	74
9.17.2	Superestrutura.....	75
9.17.3	Alvenaria .....	79
9.17.4	Cobertura.....	80
9.17.5	Esquadrias.....	81
9.17.6	Revestimento .....	83
9.17.7	Piso.....	84
9.17.8	Instalações Prediais de Água Fria .....	85
9.17.9	Instalações Prediais de Esgoto.....	86

9.17.10	Pintura .....	87
9.17.11	Limpeza .....	87
9.18	Balança rodoviária .....	88
9.18.1	Obra civil da balança rodoviária .....	88
9.19	Corte no terreno .....	89
9.20	Instalação da geomembrana .....	90
9.20.1	Preparação da Superfície .....	90
9.20.2	Ancoragem .....	90
9.20.3	Instalação .....	90
9.20.4	Emendas .....	91
9.20.5	Controle de Qualidade da Instalação .....	92
9.20.6	Verificação da Qualidade Assegurada da Instalação .....	93
9.20.7	Drenagem de Águas Pluviais .....	93
9.20.8	Caixa de Passagem .....	94
9.21	Drenos de chorume .....	95
9.22	Drenos de gás .....	95
9.23	Pátio de compostagem .....	95
9.24	Cerca .....	96
9.25	Poços de monitoramento .....	97
9.26	Instalações Elétricas .....	99
9.27	Memorial de cálculo elétrico .....	101
9.27.1	Introdução .....	101
9.27.2	Critérios de dimensionamento de um circuito .....	101
9.27.3	Critérios de dimensionamentos .....	103
9.27.4	Características elétricas das subestações .....	104
9.27.5	Medição tarifária .....	105
9.27.6	Regime de trabalho .....	105
9.27.7	Características especiais de carga .....	105
9.27.8	Motores .....	105
9.27.9	Considerações .....	105
9.28	Sistema de abastecimento de água .....	105
9.29	Paisagismo .....	106
9.30	Critérios de levantamento, medição e pagamento .....	106
9.30.1	Desmatamento e limpeza do terreno .....	106
9.30.2	Escavação mecânica inclusive transporte até 50 metros .....	106
9.30.3	Escavação e carga mecanizada .....	107
9.30.4	Carga de material de qualquer categoria em caminhões .....	107
9.30.5	Transporte de material de qualquer categoria em caminhões inclusive descarga .....	108
9.30.6	Aterro Compactado .....	109
9.30.7	Reaterro de valas .....	109
9.30.8	Escavação de valas .....	109
9.30.9	Transporte de material de qualquer natureza em carrinho de mão – carga natural – transporte de material de qualquer natureza em caçamba estacionária. ....	110
9.30.10	Edificações .....	110
9.30.11	Cercamento .....	110
10	ACESSOS E FECHAMENTO DA ÁREA .....	110
10.1	Acessos .....	110
10.2	Cerca viva .....	111
10.3	Fechamento da área .....	111
11	DESCRIÇÃO DE MÁQUINAS E VEÍCULOS .....	111

11.1	Plano de substituição/manutenção de máquinas e veículos.....	112
11.2	Inspeção diária.....	112
11.3	Lavagem e lubrificação.....	112
11.4	Manutenção preventiva .....	112
12	PROJETO BÁSICO DE MOVIMENTAÇÃO DE TERRA .....	112
12.1	Plano de tratamento de fundações e taludes.....	113
12.1.1	Objetivo.....	113
12.1.2	Limpeza.....	113
12.1.3	Movimento de terra.....	113
12.1.4	Escavação.....	113
12.1.5	Aterros Compactados.....	114
12.1.6	Rebaixamento do lençol freático .....	115
13	AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL .....	115
13.1	Medidas mitigadoras, preventivas, compensatórias e potencializadoras .....	115
13.2	Prognóstico ambiental .....	118
14	PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL .....	118
14.1	Apresentação .....	118
14.2	Monitoramento de águas subterrâneas e superficiais.....	119
14.3	Monitoramento de chorume .....	121
14.3.1	Critérios de coleta .....	122
14.3.2	Parâmetros e frequências de coleta .....	122
14.3.3	Estimativa de custos.....	123
14.4	Programa de monitoramento de emissões gasosas .....	124
14.5	Programa de monitoramento dos níveis de ruídos.....	124
15	PROGRAMAS AMBIENTAIS ESPECÍFICOS .....	124
15.1	Programa de monitoramento geotécnico.....	124
15.2	Programa ambiental de construção e implantação do canteiro de obras .....	125
16	MANUAL DE OPERAÇÃO E MAUTENÇÃO DA UNIDADE.....	125
16.1	Descrição sucinta da concepção do sistema.....	125
16.2	Fluxograma dos processos .....	126
16.3	Descrição das unidades operacionais .....	127
16.3.1	Aterro sanitário.....	127
16.3.2	Unidade de Compostagem.....	135
16.4	Rotina de operação.....	138
16.4.1	Aterro Sanitário .....	138
16.4.2	Unidade de Compostagem.....	139
16.5	Procedimentos e parâmetros das análises laboratoriais .....	140
16.6	Impactos das Unidades .....	140
16.6.1	Aterro Sanitário .....	140
16.6.2	Unidade de Compostagem.....	142
16.7	Manutenção preventiva, preditiva e cuidados necessários para manutenção da higiene e segurança no trabalho.....	143
16.8	Horário de funcionamento e número de funcionários .....	144
16.9	Máquinas e equipamentos utilizados .....	144
16.10	Instruções detalhadas para as partidas iniciais das unidades referentes a processos de tratamento.....	145
16.10.1	Aterro Sanitário .....	145
16.10.2	Unidade de Compostagem.....	145
16.11	Diagrama de decisão e de procedimentos dos processos operacionais nas situações normais e emergenciais – Plano de emergência .....	145
16.11.1	Diagrama de decisão e procedimentos nas situações normais .....	145

16.11.2	Plano de Emergência.....	146
16.12	Procedimentos básicos no caso de acidentes com veículos, incêndio, vazamentos de líquidos lixiviados, ruptura de taludes, descarga de resíduos perigosos, entre .....	149
16.13	Listagem dos órgãos públicos, com endereço e número de telefone, para serem acionados no caso de acidentes na unidade.....	149
16.14	Planos de monitoramento.....	149
16.14.1	Monitoramento de águas superficiais e subterrâneas .....	149
16.14.2	Monitoramento de chorume .....	150
16.14.3	Monitoramento geotécnico.....	150
16.15	Manutenção e Inspeção da Central de Resíduos .....	150
16.15.1	Manutenção do sistema viário .....	151
16.15.2	Paisagismo.....	151
16.15.3	Manutenção do sistema de drenagem e tratamento de chorume .....	151
16.15.4	Manutenção de máquinas e equipamentos .....	151
16.15.5	Manutenção do sistema de monitoramento geotécnico .....	152
16.15.6	Manutenção do sistema de drenagem pluvial .....	152
16.16	Condições adversas.....	152
16.16.1	Período chuvoso .....	152
16.17	Sinalização.....	152
17	PROJETO PAISAGÍSTICO .....	153
17.1	Objetivo .....	153
17.2	Metodologia.....	153
17.2.1	Módulos de plantio .....	154
17.2.2	Especificações das espécies vegetais .....	155
17.3	Medidas operacionais de execução.....	155
17.3.1	Preparo do terreno.....	155
17.3.2	Roçada .....	155
17.3.3	Controle das formigas cortadeiras.....	155
17.3.4	Abertura das covas e espaçamento de plantio .....	156
17.3.5	Adubação.....	157
17.3.6	Plantio e replantio .....	157
17.3.7	Colocação de cobertura morta .....	157
17.3.8	Irrigação.....	158
17.4	Espécies recomendadas para a implantação do cinturão verde .....	158
17.5	Manutenção da área.....	159
17.5.1	Primeiro ano de manutenção.....	159
17.5.2	Segundo ano de manutenção .....	159
17.5.3	Terceiro ano de manutenção .....	160
17.6	Cronograma físico.....	160
17.7	Planilha de custo do projeto paisagístico. ....	160
18	PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO.....	161
18.1	Encerramento das atividades.....	161
19	USO FUTURO DA ÁREA .....	162
20	CUSTO DO PROJETO .....	162
22	EQUIPE TÉCNICA .....	163
	RELAÇÃO DE ANEXOS.....	165

## 1 APRESENTAÇÃO

A FLORAM Engenharia e Meio Ambiente Ltda, em atendimento ao contrato nº 0.05-09.0052-00, para a Elaboração dos Projetos de Engenharia e Estudos Ambientais de Obras de Infraestrutura dos Sistemas Integrados de Resíduos Sólidos Urbanos nas Bacias Hidrográficas dos Rios São Francisco e Parnaíba, firmado com a CODEVASF através de processo licitatório, vem apresentar o Projeto Executivo da Central de Resíduos do município de Xique-Xique, referente à ETAPA 6 do referido contrato.

De acordo com o Termo de Referência do Edital 023 da CODEVASF, os projetos supra citados devem ser elaborados obedecendo, obrigatoriamente, as seguintes ETAPAS de trabalho:

*Etapas 1 (Diagnóstico das Unidades de Gestão Regional)* – Diagnóstico do sistema de gestão dos resíduos sólidos existente nos municípios que compõem cada UGR, que deverá conter as unidades de manejo de resíduos existente, população, hidrografia, reconhecimento geográfico, geologia, diagnóstico ambiental, localização de jazidas, condições de acessos, reconhecimento e identificação das glebas de terrenos que serão objetos dos estudos de alternativas locais das unidades propostas;

*Etapas 2 (Estudos de Concepção e Viabilidade)* – Apresentação dos estudos de concepção e viabilidade das alternativas locais com descrição da concepção dos projetos com base em pré-dimensionamento das unidades;

*Etapas 3 (Serviço de Campo)* – Levantamentos detalhados topográfico, geotécnico, hidrográfico, jazidas, laboratórios e acessos, nas glebas selecionadas, para subsidiar a elaboração dos projetos básicos, executivos e estudos ambientais.

*Etapas 4 (Elaboração dos Projetos Básicos)* - Elaboração dos projetos básicos de engenharia das alternativas selecionadas na Etapa 2 e com base nos serviços de campo da Etapa 3;

*Etapas 5 (Estudos Ambientais Específicos)* – Elaboração dos estudos específicos ambientais necessários para a obtenção das Licenças Prévia das atividades, nos órgãos ambientais Estaduais.

Todas essas etapas já foram devidamente apresentadas à CODEVASF e, portanto, este relatório contempla apenas as determinações citadas no Termo de Referência para a ETAPA 6 dos trabalhos, relativas ao Projeto Executivo. Sendo assim, este vem por complementar e detalhar as informações apresentadas no projeto básico do empreendimento, apresentando os seguintes elementos e projetos:

- Memorial descritivo do empreendimento;
- Memorial de cálculo e especificações técnicas;
- Manual de operação e manutenção;
- Orçamento detalhado e cronograma físico-financeiro;
- Projeto de construção civil (arquitetônico, estrutural e urbanístico);
- Projeto elétrico;
- Projeto hidráulico e sanitário.

As informações e projetos apresentados nesta etapa culminam no perfeito entendimento construtivo e operacional do empreendimento proposto.

## 2 INFORMAÇÕES GERAIS DO EMPREENDIMENTO

### 2.1 Razão Social

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF  
CNPJ: 00.399.857/0001-26

### 2.2 Endereço

Edifício Deputado Manoel Novaes, Quadra 601  
Conjunto I – Asa Norte, Setor das Grandes Áreas Norte - SGAN  
Brasília – DF  
CEP: 70.830-901

### 2.3 Área total do empreendimento

A área total destinada a instalação da CR é de 129.827,28 m².

### 2.4 Desapropriações.

Por determinação da CODEVASF, segue abaixo relação de itens referentes à desapropriações.

#### 2.4.1 Nome da propriedade, com área correspondente a desapropriar

Área de propriedade da Prefeitura Municipal. Não se aplica desapropriação.

#### 2.4.2 Croquis e planta da área em escala conveniente

Vide planta topográfica do empreendimento apresentada em anexo deste relatório.

#### 2.4.3 Nome do proprietário e seu endereço

Prefeitura Municipal.

#### 2.4.4 Valor das terras e das benfeitorias

Não se aplica. Propriedade da Prefeitura.

#### 2.4.5 Coordenadas geográficas ou UTM

Coordenadas UTM: X: 749.076,00; Y: 8.791.447,00.

#### 2.4.6 Memorial descritivo da área

O memorial descritivo (relatório topográfico) acompanha a planta topográfica apresentada na ETAPA 3 dos trabalhos, referente aos – Serviços de Campo.

### 2.5 Período de Funcionamento

A CR funcionará, preferencialmente, das 8:00 às 18:00 horas de segunda a sábado, exceto domingos e feriados.

### 2.6 Início Previsto para Operação

O início previsto para a operação do empreendimento está condicionado a licitação das obras de implantação dos mesmos, sendo previsto o início da implantação em julho de 2011.



## 2.7 Investimento Total

Os Projetos Básicos e Executivos da Central de Resíduos do município de Xique-Xique estão concluídos, sendo estimado um valor total para a execução das obras de R\$ 4.761.319,98.

## 2.8 Responsabilidade Técnica

A equipe envolvida na elaboração dos estudos e projetos do Sistema Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos nas Bacias Hidrográficas dos Rios São Francisco e Parnaíba é apresentada ao final deste relatório. Sendo a Responsabilidade Técnica, sob o N° da ART MG88709-000012, do Engenheiro Ambiental e Sanitarista Marconi Vieira da Silva, CREA/MG 88709, Visto BA 26.588.

## 3 INFORMAÇÕES BÁSICAS DO MUNICÍPIO

### 3.1 Localização

O município de Xique-Xique está localizado na Região de Xique-Xique, situando-se à margem direita do Rio São Francisco (figura 3.1). Os limites territoriais do município delimitam uma área aproximada de 5.964 Km<sup>2</sup>, fazendo fronteira a Leste com os municípios de Xique-Xique e Xique-Xique, a Oeste com os municípios de Barra e Pilão Arcado, ao Sul com o município de Morpará e ao Norte com o município de Sento Sé.

A sede municipal de Xique-Xique está localizada nas coordenadas 10° 49' 30" S e 42° 43' 30" W, apresentando uma altitude média de 403 m e distando 577 km de Salvador.

Partindo-se da capital, o acesso rodoviário mais curto até a sede municipal de Xique-Xique é realizado através da rodovia federal BR-324 até Feira de Santana (108 km), seguindo então pela rodovia federal BR-116 até o entroncamento para Ipirá (+12 km) e finalmente pela rodovia estadual BA-052 até chegar a Xique-Xique (+457 km), totalizando 577 km em rodovias pavimentadas.

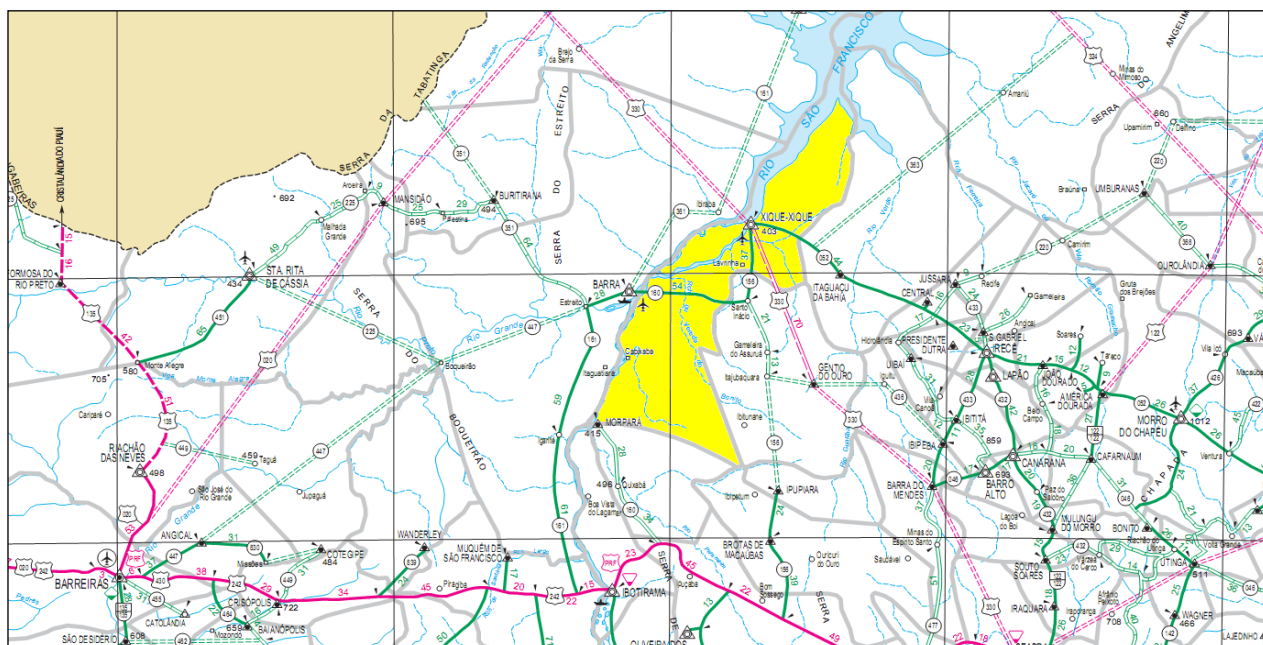


Figura 3.1 – Localização e acesso ao município de Xique-Xique - BA.

Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT, 2002.

### 3.2 Clima

O território de Xique-Xique está integralmente inserido no polígono das secas. O clima caracteriza-se por ser sub-úmido a seco e semi-árido.

Apresenta características de clima quente na época das chuvas e agradável no resto das estações (semi-árido e sub-úmido a seco). O período chuvoso é de novembro a abril, com distribuição anual das precipitações de 500 a 800 mm, tendo sua maior intensidade de novembro a janeiro.

A característica principal da região semi-árida da bacia é o baixo volume precipitado médio, aliado à grande variabilidade espacial e temporal das chuvas em que no chamado quadrimestre chuvoso, acontece uma percentagem significativa do total precipitado, ficando o restante do ano praticamente sem chuva ou com valores bastante reduzidos.

Observando o comportamento da temperatura ao longo dos anos, pode-se perceber que suas variações não são elevadas, mas destacam-se dois períodos anuais diferenciados, sendo que o período com temperaturas médias inferiores a 24°C (maio a setembro) corresponde ao período de seca na região.

Outro fator climático característico da região semi-árida é a alta taxa de evaporação, em torno dos 2000 mm anuais. Com isso, tem-se que a potencial perda de água para atmosfera será sempre maior do que a precipitação. Esse fenômeno é o principal responsável pelo esvaziamento dos açudes de pequeno porte na região. A alta taxa de evaporação na região é fruto de uma série de fatores convergentes (baixa umidade, altos índices de insolação, ventos, vegetação, etc.), fazendo com que seja um dos principais fatores para a baixa disponibilidade de água local.

A região da UGR 5 situa-se numa zona de clima semi-árido, muito quente estépico, tipo BSw'H' segundo a classificação de Köppen, quente e seco, caracterizado pela escassez, irregularidade e má distribuição das precipitações. Seu regime pluviométrico tem duas estações bem definidas.

A partir de 02/04/2008, começou a operar a estação automática de monitoramento de Irecê na região, localizada nas coordenadas de Latitude: -11.3289° e Longitude: -41.8647°, com a disponibilização de dados instantâneos de Temperatura (Máxima e Mínima), Umidade, Pressão, Precipitação e Velocidade do Vento (disponível em <http://www.inmet.gov.br>).

O regime pluviométrico se caracteriza por apresentar um período de chuvas mais intenso de novembro a março, podendo ocorrer chuva nos meses de abril e outubro, variando entre 40 mm a 50 mm/mês, em termos médios. De maio a setembro os índices de precipitação são insignificantes, sendo que o mês de agosto apresenta o menor índice médio de precipitação.

A figura 3.2 apresenta a chuva acumulada no ano de 2009 para a região na qual se insere o município.

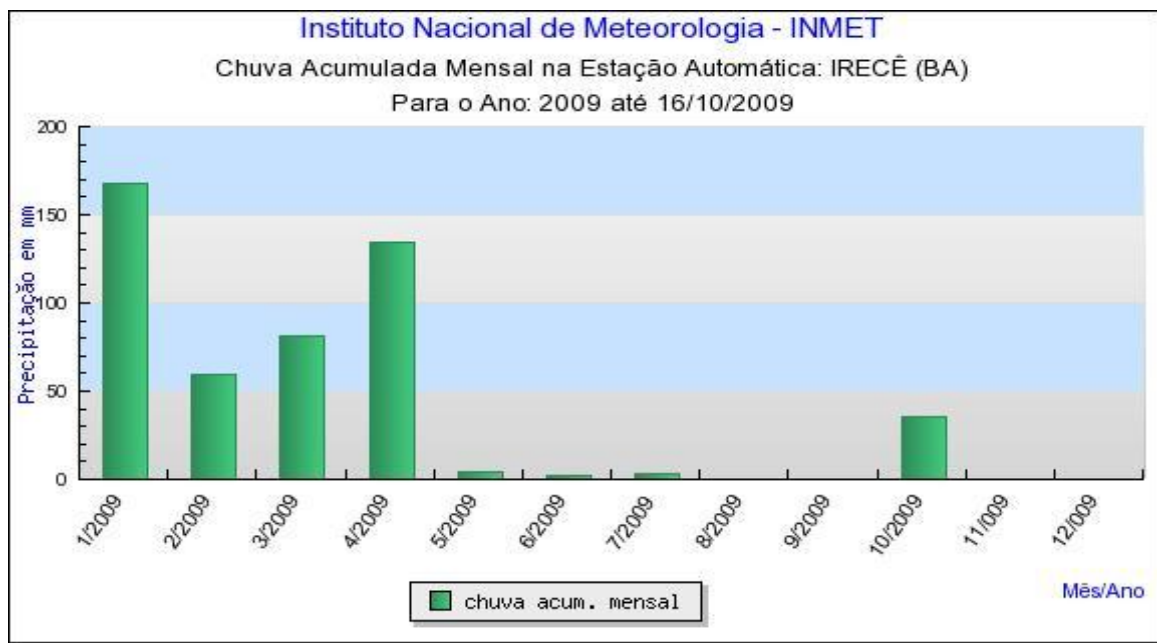


Figura 3.2 – Precipitação acumulada na região.

Fonte: Disponível em <http://www.inmet.gov.br>.

A temperatura apresenta-se elevada durante o ano todo, com a média anual situando-se em torno de 26° C, com amplitude térmica reduzida nos seus valores extremos (temperatura máxima média de 28° C e mínima média em torno de 24° C). A época em que ocorrem as temperaturas mais elevadas é de outubro e novembro, com temperaturas médias mensais variando entre 29° C a 27° C. No período mais frio, de junho a agosto, as médias mensais variam entre 25° C a 22° C. A variação da temperatura durante o dia é relativamente grande com elevação constante até a noite, começando a cair a partir da meia noite.

Os ventos dominantes são ventos alíseos que emanam do centro anticiclônico semifixo do Atlântico Sul e alcançam a foz do rio São Francisco, penetrando no vale com direção Noroeste, no verão, e com direção Sudoeste no inverno. Segundo dados do Ministério de Minas e Energia, 2005, predominam os ventos com velocidade média de 2 a 4 metros por segundo no verão e 5 metros por segundo no inverno.

A insolação média anual é de 2900 horas de luminosidade. A umidade relativa do ar apresenta-se bastante regular, situando-se a média anual em torno de 62%.

Registra-se forte evaporação, em conseqüências da conjugação de altas temperaturas, grande insolação e baixa umidade do ar. A evaporação varia entre 1.200 e 2.900 mm por ano e a nebulosidade, expressa em décimos de céu encoberto, apresenta uma média de 7.

Outra importante fonte de informações sobre o clima regional é a publicação “Balanço Hídrico do Estado da Bahia”, publicado pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais do estado da Bahia (SEI, 1999). Com dados de 437 postos pluviométricos e estações meteorológicas, apresenta dados tendo como objetivo o subsídio para a análise do balanço hídrico.

Para a região de Irecê, a figura 3.3 sintetiza os valores médios anuais de precipitação, temperatura e evapotranspiração, sob diferentes períodos de observação. Observa-se que a temperatura média anual é de 24,8 °C, enquanto a precipitação média atinge 492,6 mm e a evapotranspiração média anual 1.346,2 mm, o que caracteriza a semi-aridez da região da bacia do São Francisco.

**Balanço hídrico mensal e anual. Município: Irecê. Estação: Jaguaraci. Período: 1943 - 1983**

**Altitude: 450 m. Latitude: 10° 54'. Longitude: 41° 35'. CAC: 125 mm**

**Tipol. Climática: Koppen - BSwh; Thornthwaite e Mather - Dda' a' (semi-árido)**

Meses	T (°C)	EP (mm)	P (mm)	P-EP (mm)	Neg. Acum.	ARM (mm)	ER (mm)	DEF. (mm)	EXC. (mm)	Índice de Aridez	Índice de Umidade	Índice Hídrico
Jan	25.8	134.9	85.9	-49.0	0.0	0.0	85.9	49.0	0.0	36.3	0.0	-21.8
Fev	25.7	118.2	64.3	-53.9	0.0	0.0	64.3	53.9	0.0	45.6	0.0	-27.4
Mar	25.9	131.3	84.3	-47.0	0.0	0.0	84.3	47.0	0.0	35.8	0.0	-21.5
Abr	25.4	115.4	38.1	-77.3	0.0	0.0	38.1	77.3	0.0	67.0	0.0	-40.2
Mai	24.2	100.7	5.7	-95.0	0.0	0.0	5.7	95.0	0.0	94.3	0.0	-56.6
Jun	23.1	86.2	0.9	-85.3	0.0	0.0	0.9	85.3	0.0	99.0	0.0	-59.4
Jul	22.4	75.3	1.0	-74.3	0.0	0.0	1.0	74.3	0.0	98.7	0.0	-59.2
Ago	23.0	85.9	1.0	-84.9	0.0	0.0	1.0	84.9	0.0	98.8	0.0	-59.3
Set	24.5	104.0	2.4	-101.6	0.0	0.0	2.4	101.6	0.0	97.7	0.0	-58.6
Out	25.7	129.8	22.4	-107.4	0.0	0.0	22.4	107.4	0.0	82.7	0.0	-49.6
Nov	26.0	132.5	92.3	-40.2	0.0	0.0	92.3	40.2	0.0	30.3	0.0	-18.2
Dez	25.6	132.1	94.3	-37.8	0.0	0.0	94.3	37.8	0.0	28.6	0.0	-17.2
<b>Anual</b>	<b>24.8</b>	<b>1346.2</b>	<b>492.6</b>				<b>492.6</b>	<b>853.6</b>	<b>0.0</b>	<b>63.4</b>	<b>0.0</b>	<b>-38.0</b>

Figura 3.3 médias anuais de temperatura, precipitação e evapotranspiração da estação climatológica de Irecê.

Fonte: INMET, 1991.

### 3.3 Solos

O município de Xique-Xique apresenta diversos tipos de solos (Figura 3.4), com destaque para os Latossolos, Planossolos e Neossolos Litolíticos e Quartzarênios, dentre as variedades encontradas predominam as do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico, Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico, Planossolo Solódico eutrófico, Areias Quartzosas distróficas, Solonetz Solodizado, Vertissolo e Solos Aluvias eutróficos, que se dispõe ao longo das planícies fluviais.

No que se refere à aptidão agrícola das terras, a região apresenta solos férteis (caráter eutrófico), originados de rochas básicas, porém rasos, se prestando melhor para o pastoreio extensivo. Em linhas gerais, as terras da região apresentam aptidão restrita a regular para lavouras e pastagens naturais ou plantadas, não tem aptidão para silvicultura e apresentam potencial regular a restrito para irrigação, à exceção de algumas porções isoladas de solos.

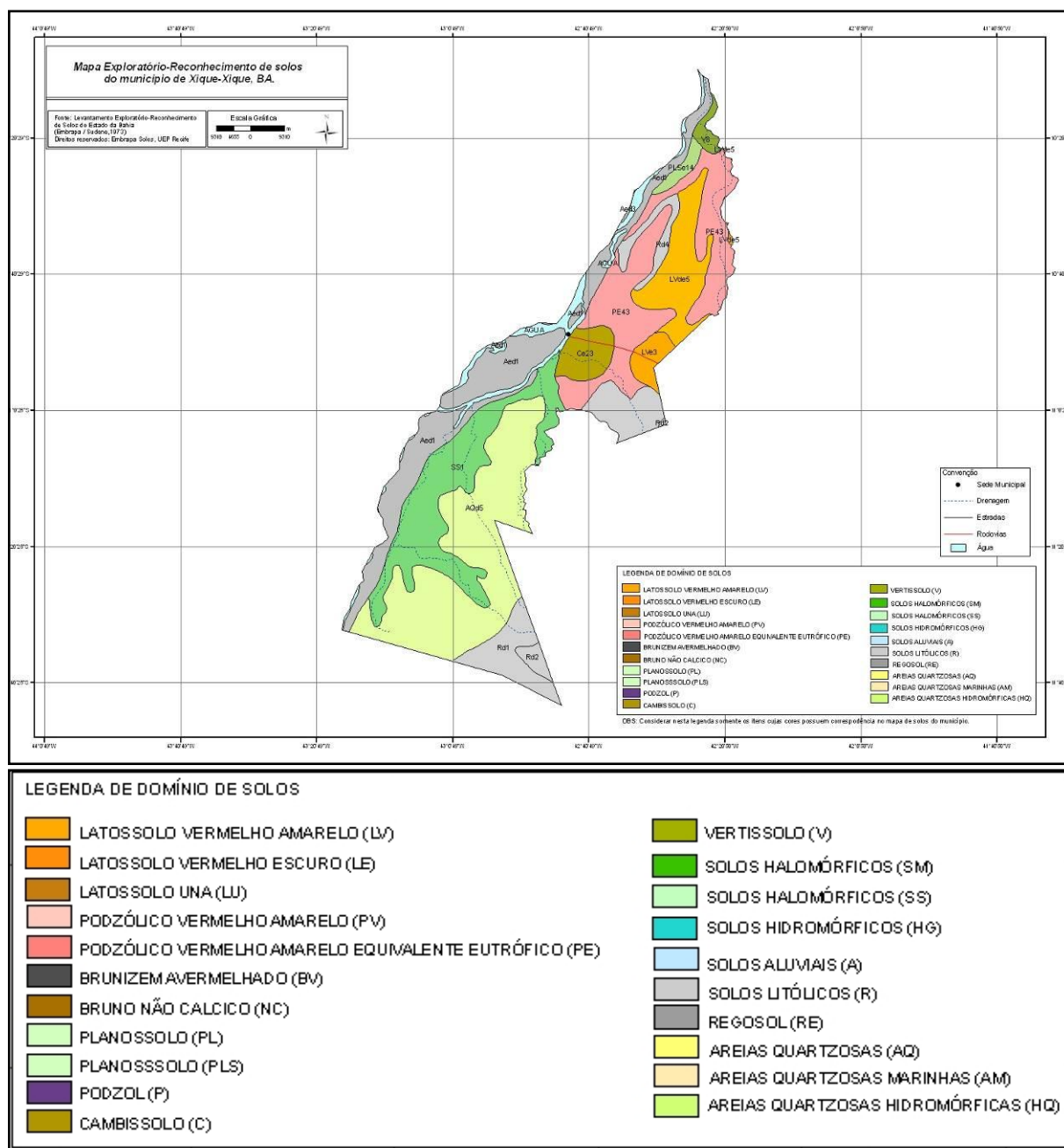


Figura 3.4 - Mapa exploratório de Reconhecimento de solos do município de Xique-Xique/BA.

Fonte: Embrapa Solos, UEP Recife, 2006.

### 3.4 Vegetação e uso do solo

A vegetação da região do município de Xique-Xique encontra-se degradada em função do tipo de colonização existente na região, onde as formações florestais naturais deram lugar a áreas de agricultura e pecuária. Porém, os pequenos fragmentos ainda existentes possuem vegetação típica de Savana-Estépica (Caatinga), que é uma fitofisionomia característica do semi-árido brasileiro, estendendo-se do Piauí até o Norte do Estado de Minas Gerais. Caracteriza-se pela adaptação às condições climáticas regionais, envolvendo altas temperaturas, baixa umidade relativa e frequentemente com dois períodos de seca anuais: um com longo déficit hídrico seguido de chuvas intermitentes e outro com seca curta seguido de chuvas torrenciais, que podem não ocorrer por vários anos.

Especificamente na região de estudo, identifica-se a subdivisão Savana-Estépica Florestada que é um subgrupo de formação caracterizado por micro e/ou



nanofanerófitos, com média de 5 m, excepcionalmente ultrapassando os 7 m de altura, mais ou menos densos, com grossos troncos e esgalhamento bastante ramificado em geral provido de espinhos e/ou acúleos, com total deciduidade na época favorável. Caracterizada sobretudo pelos gêneros *Cavanillesia* e *Chorisia* da família Bombacaceae, *Schinopsis* e *Astronium*, pertencentes à família Anacardiaceae, *Acacia*, *Mimosa*, *Cassia* e outros da família Leguminosae.

Também ocorre na região de estudo, a subdivisão Savana-Estépica Arborizada que é um subgrupo de formação que apresenta as características florísticas semelhantes a Savana-Estépica Florestada, porém os indivíduos que o compõem são mais baixos. Na caatinga do semi-árido dominam os ecótipos: *Spondias tuberosa* (Anacardiaceae), sendo o gênero de dispersão amazônica, mas a espécie dessa depressão endêmica; *Comuniphora leptophloeos* (Burseraceae), o gênero de dispersão afro-amazônica, mas a espécie também endêmica; *Cnidoscolus phyllacanthus* (Euphorbiaceae) com família de dispersão Pantropical, porém com de ecótipo endêmico; *Aspidosperma pyrifolium* (Apocynaceae), o gênero com dispersão andino-argentina, mas de ecótipo endêmico; e vários ecótipos do gênero *Mimosa* (Leguminosae Mimosoideae) que muito bem caracterizam grandes áreas do sertão nordestino.

A região também é caracterizada pela ocorrência de Áreas de Tensão Ecológica (Vegetação de Transição) que comunidades indiferenciadas onde as floras se interpenetram constituindo as transições florísticas ou contatos edáficos, que ocorre entre duas ou mais regiões ecológicas ou tipos de vegetação. Os contatos podem ser na forma de encraves (cada mosaico de vegetação guarda a sua identidade florística e fisionômica sem se misturar, permitindo a definição da formação ou subformação dominante) ou ecótonos (identidade florística passa a ser a nível de espécies, não se determinando a dominância de uma região sobre a outra).

Podem ocorrer endemismos que melhor as identificam. As áreas de tensão ecológica são, às vezes, coincidentes com o contato de duas formações geológica e com faixas de transição climática. Regionalmente, ocorre a Zona de Tensão Ecológica entre a Savana Estépica (Caatinga) e a Floresta Estacional (TN), no caso específico a formação Floresta Estacional Decidual, e Savana e Floresta Estacional Decidual. A figura 3.5 mostra os principais vegetais e atividades predominantes no município.

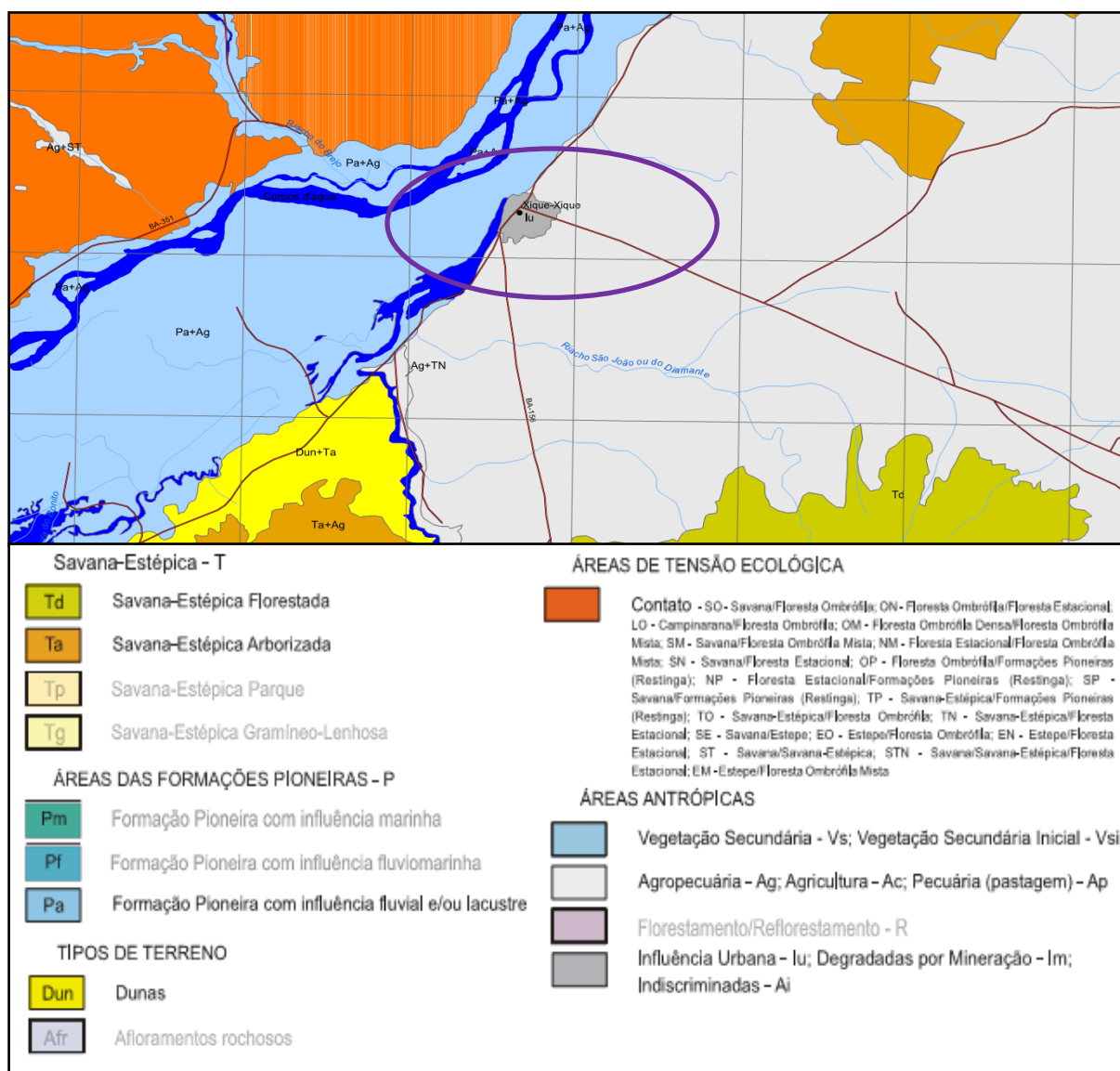


Figura 3.5 - Vegetação e uso do Solo na região de Xique-Xique.

Fonte: Mapa de Cobertura Vegetal dos Biomas, Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2006. Escala original 1: 250.000. Folha SC-23-Z-B (Xique-Xique).

Especificamente na região de estudo, identifica-se a subdivisão Savana-Estépica Florestada que é um subgrupo de formação caracterizado por micro e/ou nanofanerófitos, com média de 5 m, excepcionalmente ultrapassando os 7 m de altura, mais ou menos densos, com grossos troncos e esgalhamento bastante ramificado em geral provido de espinhos e/ou acúleos, com total decidualidade na época favorável. Caracterizada sobretudo pelos gêneros *Cavanillesia* e *Chorisia* da família Bombacaceae, *Schinopsis* e *Astronium*, pertencentes à família Anacardiaceae, *Acacia*, *Mimosa*, *Cassia* e outros da família Leguminosae.

Também ocorre na região de estudo, a subdivisão Savana-Estépica Arborizada que é um subgrupo de formação que apresenta as características florísticas semelhantes a Savana-Estépica Florestada, porém os indivíduos que o compõem são mais baixos. Na caatinga do semi-árido dominam os ecótipos: *Spondias tuberosa* (Anacardiaceae), sendo o gênero de dispersão amazônica, mas a espécie dessa depressão endêmica; *Comuniphora leptophloeos* (Burseraceae), o gênero de dispersão afro-amazônica, mas a espécie também endêmica; *Cnidoscolous phyllacanthus* (Euphorbiaceae) com família de dispersão Pantropical, porém com de ecótipo endêmico; *Aspidosperma pyrifolium* (Apocynaceae), o gênero com dispersão andino-argentina, mas de ecótipo endêmico; e vários ecótipos do

gênero *Mimosa* (Leguminosae Mimosoideae) que muito bem caracterizam grandes áreas do sertão nordestino.

### 3.5 Geologia e relevo

A geologia do município de Xique-Xique é caracterizada pela predominância de litótipos pertencentes à Bacia Sedimentar Proterozóica (Formações Tombador, Caboclo e Morro do Chapéu), além de algumas ocorrências de rochas cristalinas mais antigas, remanescentes do complexo Sobradinho-Remanso, cortados por granitóides sintectônicos, pelo Grupo Colomi e pelo Complexo Barreiro. Aproximadamente 80% da área do município de Xique-Xique encontram-se recoberta por Coberturas Detríticas e Depósitos Aluvionares de idade Tercio-Quaternária.

As rochas mais antigas de idade Neoarqueana (Grupo Colomi e Complexo Barreiro) ocorrem bordejando as rochas sedimentares da Formação Tombador e em segmentos isolados na parte ocidental e próximos ao lago de Sobradinho. Componentes carbonáticos são representados pelo Grupo Colomi, caracterizado por metadolomitos com lentes de magnesita e metacalcários magnesianos, formações ferríferas, quartizitos e metarenitos. O complexo Barreiro caracteriza-se pelos metavulcanitos intermediários, metapelitos, metadolomitos e metacherts.

Formação Tombador é constituída por conglomerados polimíticos com lentes de arenitos conglomeráticos e arenitos mal selecionados na base e quartzoarenitos eólicos com intercalações de arenitos mal selecionados e arenitos conglomeráticos no topo. A Formação Caboclo sobreposta compreende siltitos e argilitos rítmicos e quartzoarenitos, com lentes de laminito algal, calcarenitos, arenitos conglomeráticos e siltitos.

A Formação Morro do chapéu repousa diretamente sobre à Formação Caboclo, em contato erosivo e é caracterizada por arenitos finos a médios.

No contexto das unidades geomorfológicas ocorrentes na região, o relevo do município de Xique-Xique está caracterizado em quase sua totalidade pelas Depressões Periféricas e Interplanálticas que abrangem três unidades geomorfológicas principais: Pediplano Sertanejo, Várzeas e Terraços Aluviais.

O Pediplano Sertanejo configura-se como uma vasta superfície de feições planas e pequena inclinação, que se estende até a Falha de Bendegó. Apresenta-se em três níveis topográficos dispostos de forma concêntrica. O primeiro nível ocupa uma superfície restrita, com uma altitude média em torno de 400 m. O segundo nível abrange a área mais representativa, com altitude média de 450 m e o terceiro é definido pelos relevos residuais que formam os alinhamentos regionais de direção geral Sudeste-Nordeste, cujas altitudes chegam a ultrapassar 600 m.

As áreas de Várzeas são delimitadas pelas campinas planas situadas às margens dos rios que sofrem inundações no período de cheias, sendo bem representativas ao longo do curso do Rio São Francisco.

Os Terraços Aluviais são formações planas de origem sedimentar, constituídas por terrenos predominantemente arenosos, que incluem intercalações de camadas de lamelas compactadas, siltico-argilosas, apresentando-se de forma descontínua e sincopada.

As baixas declividades do relevo da região estabelecem um padrão de drenagem que produz pequena susceptibilidade à erosão, entretanto o processo erosivo é acentuado pela ação antrópica na região, principalmente relacionada ao desmatamento das matas ciliares ao longo do curso do Rio São Francisco, as atividades de pastoreio extensivo e as áreas de agricultura.

Informações mais detalhadas sobre a caracterização física da UGR 5 foi apresentada nos relatórios referente à ETAPA 1 e ETAPA 3 dos trabalhos.



#### 4 COMPORTAMENTO DEMOGRÁFICO E PROJEÇÃO POPULACIONAL

Ao se avaliar o perfil populacional e demográfico do estado da Bahia, observa-se que a região de Irecê (UGR 5) é uma das que apresenta menor população e densidade demográfica em todo o estado. Entre os fatores que influenciam este perfil, às dificuldades históricas de acesso e às condições climáticas, cujas adversidades ocorrem de forma cíclica, são as que mais se destacam. A seca tem sido um fator constante de imigração populacional, em especial o êxodo rural.

O crescimento regional teve impulso, principalmente, a partir da década de 60, notadamente no município de Irecê, seu principal pólo regional. Este crescimento foi reflexo do desenvolvimento agrícola, facilitado pela construção de importantes rodovias como a BA-052 (Estrada do Feijão), a BA-130 e a BR-116. Embora tenha experimentado um incremento demográfico significativo, atraindo população de outras áreas da Bahia e, mesmo de outros estados do Nordeste, o contingente populacional ainda é pouco expressivo, principalmente nos municípios de menor porte. N quadro 4.1 e na figura 4.1 são apresentados dados do histórico populacional dos municípios da UGR 5.

Quadro 4.1 – Histórico populacional dos municípios da UGR 5, segundo dados do Atlas de Desenvolvimento Humano (2003) e IBGE (2007).

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO TOTAL, 1991	POPULAÇÃO TOTAL, 2000	CONTAGEM POPULAÇÃO, 2007
Barra do Mendes (BA)	14.193	13.610	14.054
Barro Alto (BA)	12.059	12.098	13.403
Brotas de Macaúbas (BA)	14.263	13.003	10.922
Canarana (BA)	18.879	21.665	24.436
Central (BA)	18.057	16.792	17.320
Gentio do Ouro (BA)	11.093	10.173	11.326
Ibipeba (BA)	17.725	15.362	16.762
Ibititá (BA)	17.285	17.905	18.614
Ipupiara (BA)	8.034	85.41	8.931
Irecê (BA)	50.908	57.436	62.676
Itaguaçu da Bahia (BA)	13.258	11.309	12.545
João Dourado (BA)	19.211	18.967	20.834
Jussara (BA)	15.862	15.339	14.833
Lapão (BA)	20.913	24.727	25.557
Presidente Dutra (BA)	12.012	13.730	13.822
São Gabriel (BA)	17.884	18.412	18.468
Uibaí (BA)	14.300	13.614	13.719
Xique-Xique (BA)	40.373	44.718	45.700

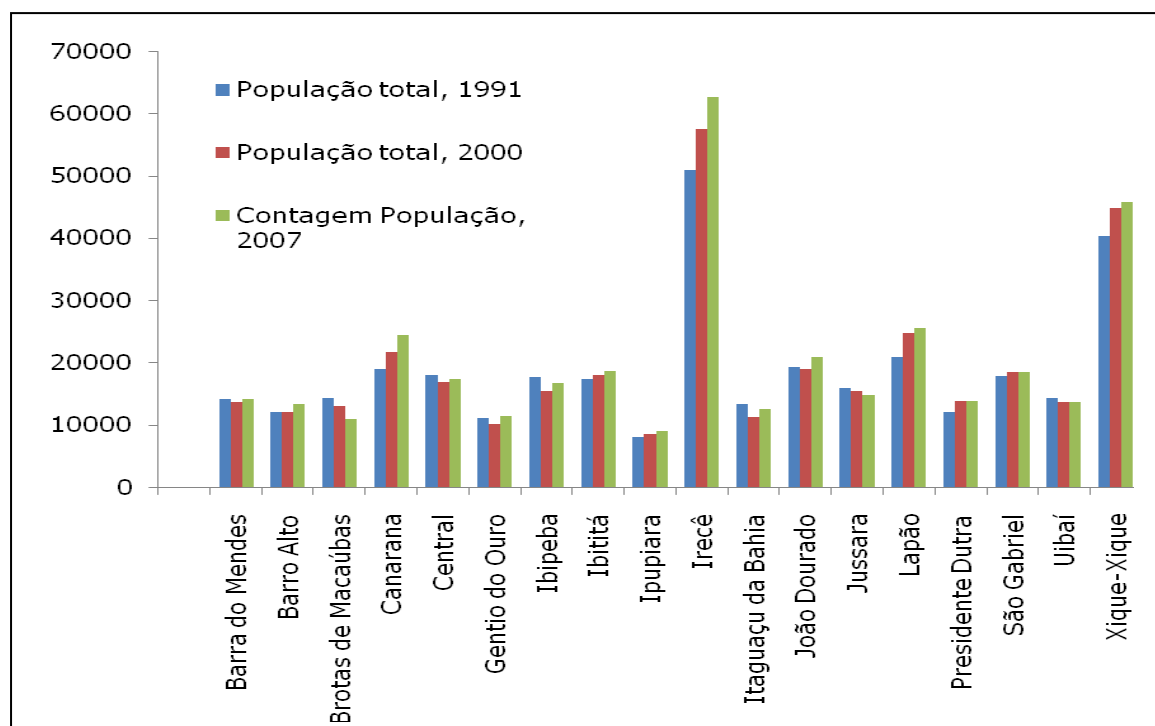


Figura 4.1 – Perfil populacional dos municípios que compõem a UGR 5, segundo dados do censo demográfico e contagem populacional.

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano, 2003; IBGE, 2007.

A distribuição das populações urbanas e rurais nos municípios é apresentada no quadro 4.2. Neste pode-se observar que com exceção dos municípios de Canarana e Lapão, todos apresentaram redução no tamanho da população rural e aumento na população urbana. Este padrão é evidenciado ao se avaliar a taxas de crescimento geométrico. No período avaliado, ou seja, 1991/2000 e 2000/2007, a população urbana apresentou taxa de crescimento geométrico positiva, a exceção de Jussara, onde foi registrada taxa negativa no período 2000/2007 (Quadro 4.3 e figura 4.2). Em relação a população rural, taxas de crescimento geométrico negativas são mais frequentes, sendo as mais expressivas apresentadas por Itaguaçu da Bahia (-4,68%) e Ibipeba (-1,42%) (Quadro 3.4). O município de Irecê, apesar de apresentar taxa de crescimento da população urbana positiva total positiva, teve uma taxa de crescimento da população rural negativa (-9,78) o que pode ser reflexo da emigração da população rural da região.

A urbanização mais expressiva dos municípios de Irecê e Xique-Xique está relacionada à infraestrutura montada para apoio às atividades agrícolas (armazenamento, beneficiamento e comercialização), incluindo atividades financeiras de suporte.

Quadro 4.2 – Perfis populacionais urbano e rural dos municípios da região UGR 5 para os anos de 1991 e 2000.

MUNICÍPIO	URBANA 1991	URBANA 2000	RURAL 1991	RURAL 2000
Barra do Mendes	4817	5579	9376	8031
Barro Alto	2448	5176	9611	6922
Brotas de Macaúbas	2450	3050	11813	9953
Canarana	7549	9755	11330	11910
Central	6621	7637	11436	9155
Gentio do Ouro	4163	4902	6930	5271
Ibipeba	4973	9282	12752	6080
Ibititá	6588	8060	10697	9845
Ipupiara	4102	5184	3932	3357
Irecê	40069	53143	10839	4293
Itaguaçu da Bahia	1530	1987	11728	9322
João Dourado	9336	11441	9875	7526

Quadro 4.2 – Perfis populacionais urbano e rural dos municípios da região UGR 5 para os anos de 1991 e 2000.

MUNICÍPIO	URBANA 1991	URBANA 2000	RURAL 1991	RURAL 2000
Jussara	8547	9865	7315	5474
Lapão	6848	9222	14065	15505
Presidente Dutra	6352	7659	5660	6071
São Gabriel	6997	9811	10887	8601
Uibaí	6818	7880	7482	5734
Xique-Xique	26664	31565	13709	13153

Quadro 4.3 - Taxas de crescimento geométrico urbano nos municípios da UGR 5 nos períodos 1991/2000 e 2000/2007.

MUNICÍPIO	TAXA DE CRESCIMENTO GEOMÉTRICO URBANO (EM %)	
	1991-2000	2000-2007
Barra do Mendes (BA)	1,65	1,84
Barro Alto (BA)	8,68	2,73
Brotas de Macaúbas (BA)	2,46	0,35
Canarana (BA)	2,89	2,39
Central (BA)	1,60	0,68
Gentio do Ouro (BA)	1,83	2,06
Ibipeba (BA)	7,18	0,99
Ibititá (BA)	2,27	0,75
Ipupiara (BA)	2,64	1,07
Irecê (BA)	3,19	1,33
Itaguaçu da Bahia (BA)	2,95	2,70
João Dourado (BA)	2,28	1,87
Jussara (BA)	1,61	-0,65
Lapão (BA)	3,36	1,00
Presidente Dutra (BA)	2,10	1,15
São Gabriel (BA)	3,83	0,55
Uibaí (BA)	1,62	0,35
Xique-Xique (BA)	1,89	0,14

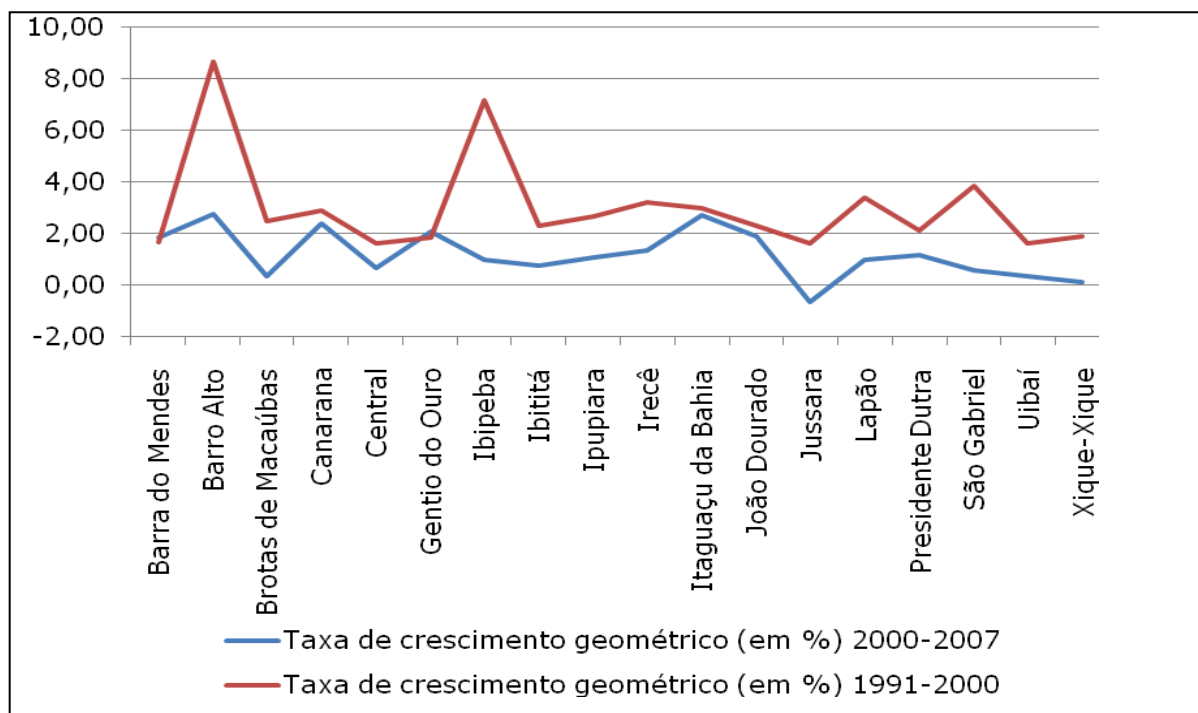


Figura 4.2 - Taxas de crescimento geométrico urbano nos municípios da UGR 5 nos períodos 1991/2000 e 2000/2007.

Quadro 4.4 - Taxas de crescimento geométrico rural nos municípios da UGR 5 nos períodos 1991/2000 e 2000/2007.

MUNICÍPIO	TAXA DE CRESCIMENTO GEOMÉTRICO (EM %)	
	1991-2000	2000-2007
Barra do Mendes (BA)	-2,02	-0,52
Barro Alto (BA)	-3,58	0,61
Brotas de Macaúbas (BA)	-1,89	-3,59
Canarana (BA)	-2,56	1,34
Central (BA)	1,40	0,29
Gentio do Ouro (BA)	-2,99	1,20
Ibipeba (BA)	-7,68	1,81
Ibititá (BA)	-0,92	0,44
Ipupiara (BA)	-1,74	0,04
Irecê (BA)	-9,78	1,17
Itaguaçu da Bahia (BA)	-5,70	1,32
João Dourado (BA)	-2,97	0,71
Jussara (BA)	0,04	-0,24
Lapão (BA)	1,09	0,19
Presidente Dutra (BA)	-2,29	-1,31
São Gabriel (BA)	-2,58	-0,55
Uibaí (BA)	-1,87	-0,22
Xique-Xique (BA)	-0,46	0,77

A fecundidade entre os períodos de 1991 e 2000 descreceu em todos os municípios da região como pode ser observado no quadro 4.5.

Quadro 4.5 - Taxas de fecundidade registradas para a região da UGR 5 nos anos de 1991 e 2000.

MUNICÍPIO	TAXA DE FECUNDIDADE TOTAL 1991	TAXA DE FECUNDIDADE TOTAL 2000
Barra do Mendes	3,89	2,69
Barro Alto (BA)	4,23	2,98
Brotas de Macaúbas	4,24	3,97
Canarana	3,85	2,81
Central	3,59	3,12
Gentio do Ouro	3,72	2,9
Ibipeba	3,85	2,77
Ibititá	4,22	3,09
Ipupiara	3,76	2,85
Irecê	2,86	2,5
Itaguaçu da Bahia	6,04	5,1
João Dourado	4,82	3,03
Jussara	5,94	2,98
Lapão	3,46	3,08
Presidente Dutra	3,22	2,93
São Gabriel	5,04	2,95
Uibaí	3,52	2,65
Xique-Xique	5,21	3,84

Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano - 2003

A densidade demográfica, de acordo com os dados do ano 2000, é baixa, a exceção do município de Irecê com 170,3. Os municípios de Itaguaçu da Bahia e Gentio do Ouro

apresentam as menores densidades da região (quadro 4.6). A média da região é de 29,07 h/Km<sup>2</sup>.

Quadro 4.6 - Municípios da UGR 5 relacionando a área, densidade demográfica e grau de urbanização, segundo dados do Atlas de Desenvolvimento Urbano, 2003.

MUNICÍPIO	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	DENSIDADE DEMOGRÁFICA (HAB/KM <sup>2</sup> )	GRAU DE URBANIZAÇÃO (%)
Barra do Mendes	1.640,6	8,3	40,99
Barro Alto	386,1	31,3	42,78
Brotas de Macaúbas	2.343,5	5,5	23,46
Canarana	657,3	33	45,03
Central	367,9	45,6	45,48
Gentio do Ouro	3.685,8	2,8	48,19
Ibipeba	1.103,6	13,9	60,42
Ibititá	597,2	30	45,02
Ipupiara	1.335,4	6,4	60,70
Irecê	336,8	170,3	92,53
Itaguaçu da Bahia	4.588,3	2,5	17,57
João Dourado	988,0	19,2	60,32
Jussara	796,3	19,2	64,31
Lapão	645,0	38,3	37,30
Presidente Dutra	284,7	48,2	55,78
São Gabriel	1.229,1	15	53,29
Uibaí	518,5	26,3	57,88
Xique-Xique	5.987,5	7,4	70,59
TOTAL	27.491,60		

Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano - 2003

#### 4.1 Crescimento populacional do Município de Xique-Xique

A metodologia empregada para o cálculo da projeção populacional do município, considerando o horizonte de 30 anos de operação da unidade, foi apresentado no relatório da ETAPA 2 – Estudo de Concepção e Viabilidade.

O quadro 4.7 mostra o crescimento populacional do município juntamente com a quantidade de resíduos gerados.

A figura 4.3 sintetiza o crescimento populacional esperado para o município através das metodologias utilizadas sendo que, diante da atual tendência de crescimento do município, adotou-se a curva logarítmica.

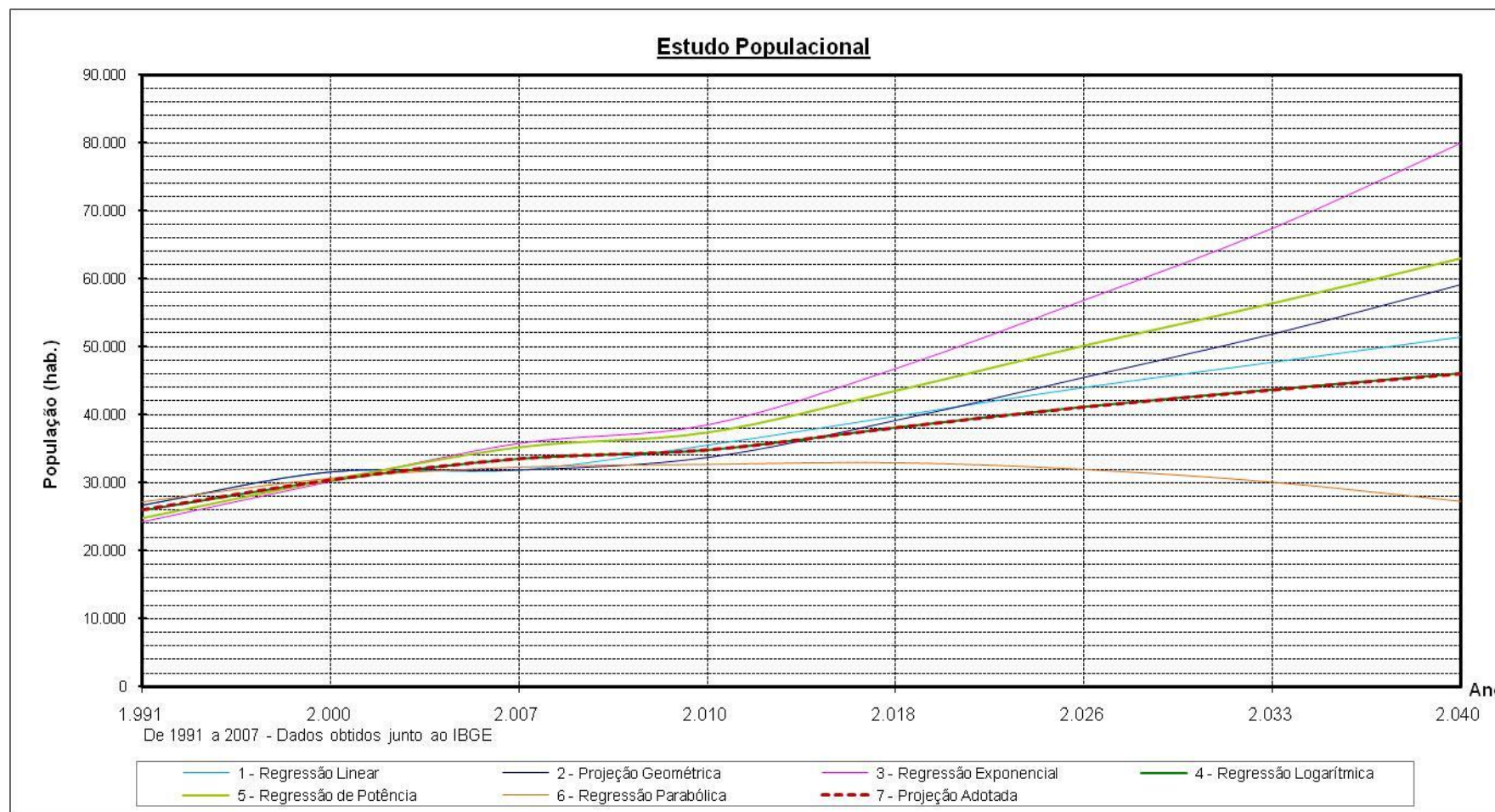


Figura 4.3 - Curvas de crescimento populacional do município de Xique-Xique.



#### 4.2 *Taxa de geração de resíduos*

Através do estudo de crescimento populacional explicado anteriormente, foi possível estimar a taxa de geração de resíduos no município, considerando uma taxa de geração per capita, determinado pelo Termo de referência da CODEVASF, de 0,65 kg/hab.dia nos primeiros anos de operação.

Observa-se que nos primeiro anos de operação não haverá uma cobertura de 100% de coleta da área urbana do município (quadro 4.7). Mas essa cobertura aumentará ano a ano até os 100% de atendimento.

##### 4.2.1 *Parâmetros de dimensionamento adotados*

Diante da necessidade da compactação e cobertura diária dos resíduos dispostos por material impermeabilizante, no quadro 4.8 é apresentado o volume necessário para esse procedimento. Ressalta-se que o volume diário de cobertura corresponde, como especificado na literatura especializada, à 20% do volume total dos resíduos coletados no dia. Isso corresponde à uma camada de 20 centímetros de material impermeabilizante para o devido confinamento e proteção dos resíduos.

A massa específica adotada para efeito de cálculo foi, como determinado pela CODEVASF, de 0,7 ton/m<sup>3</sup>.

Os resíduos dos serviços de saúde (RSS), serão dispostos em vala séptica específica e devidamente projetada para tal finalidade. Para o dimensionamento desta, foram adotadas as informações apresentadas no quadro 4.9, sobre a projeção da geração desses resíduos. Para o cálculo da geração desses foi adotado uma massa específica de 0,25 ton/m<sup>3</sup>, como recomendado pela literatura especializada.

Para o cálculo da composição gravimétrica dos resíduos gerados no municípios (quadro 4.10) foi adotado o estudo apresentado no projeto básico do Aterro Sanitário de Irecê (ASRI – Aterro Sanitário Regional de Irecê), que utilizou como estimativas os dados da avaliação qualitativa dos resíduos sólidos de Ibotirama (CONDER, 2007).

O estudo completo de geração de resíduos, crescimento populacional, população atendida nos primeiros anos de operação, dentre outros, foram apresentados no Relatório referente à ETAPA 2 dos trabalhos.

Quadro 4.7 – Geração de Resíduos no município de Xique-Xique

Ano	População (hab)	% de atendimento	População Atendida (hab.)	Taxa de Geração (kg/hab/dia)	Geração de RSU (kg/dia)	Massa a coletar RSU (ton/ano)	Volume anual a aterrar (m3)
2.010	34.786	70,00	24.350	0,650	15.827,45	5.777,02	8.252,88
2.011	35.207	85,00	29.926	0,650	19.451,99	7.099,98	10.142,83
2.012	35.625	85,00	30.281	0,650	19.682,85	7.184,24	10.263,20
2.013	36.039	90,00	32.435	0,650	21.082,93	7.695,27	10.993,24
2.014	36.450	90,00	32.805	0,650	21.323,06	7.782,92	11.118,45
2.015	36.857	95,00	35.014	0,650	22.758,93	8.307,01	11.867,16
2.016	37.260	95,00	35.397	0,650	23.008,02	8.397,93	11.997,04
2.017	37.660	100,00	37.660	0,650	24.478,91	8.934,80	12.764,00
2.018	38.056	100,00	38.056	0,650	24.736,63	9.028,87	12.898,39
2.019	38.450	100,00	38.450	0,650	24.992,19	9.122,15	13.031,64
2.020	38.839	100,00	38.839	0,650	25.245,60	9.214,65	13.163,78
2.021	39.226	100,00	39.226	0,650	25.496,92	9.306,37	13.294,82
2.022	39.609	100,00	39.609	0,650	25.746,16	9.397,35	13.424,78
2.023	39.990	100,00	39.990	0,650	25.993,37	9.487,58	13.553,68
2.024	40.367	100,00	40.367	0,650	26.238,58	9.577,08	13.681,54
2.025	40.741	100,00	40.741	0,650	26.481,81	9.665,86	13.808,37
2.026	41.112	100,00	41.112	0,650	26.723,11	9.753,94	13.934,19
2.027	41.481	100,00	41.481	0,650	26.962,50	9.841,31	14.059,02
2.028	41.846	100,00	41.846	0,650	27.200,02	9.928,01	14.182,87
2.029	42.209	100,00	42.209	0,650	27.435,69	10.014,03	14.305,75
2.030	42.569	100,00	42.569	0,650	27.669,53	10.099,38	14.427,68
2.031	42.926	100,00	42.926	0,650	27.901,59	10.184,08	14.548,68
2.032	43.280	100,00	43.280	0,650	28.131,88	10.268,13	14.668,76
2.033	43.631	100,00	43.631	0,650	28.360,43	10.351,56	14.787,94
2.034	43.980	100,00	43.980	0,650	28.587,27	10.434,35	14.906,22
2.035	44.327	100,00	44.327	0,650	28.812,42	10.516,53	15.023,62
2.036	44.671	100,00	44.671	0,650	29.035,91	10.598,11	15.140,15
2.037	45.012	100,00	45.012	0,650	29.257,76	10.679,08	15.255,83
2.038	45.351	100,00	45.351	0,650	29.478,01	10.759,47	15.370,67
2.039	45.687	100,00	45.687	0,650	29.696,66	10.839,28	15.484,68
2.040	46.021	100,00	46.021	0,650	29.913,74	10.918,51	15.597,88



Quadro 4.8 – Geração de Resíduos nos municípios abrangidos pela CR de Xique-Xique

Ano	População Atendida (hab.)	Geração de RSU (kg/dia)	Massa a coletar RSU (ton/ano)	Volume anual a aterrar (m3)	Volume material cobertura (m3/ano)	Volume total a aterrar (m3/ano)	Volume total acumulado (m3)
2.010	24.350	15.827,45	5.777,02	8.252,88	1.650,58	9.903,46	9.903,46
2.011	29.926	19.451,99	7.099,98	10.142,83	2.028,57	12.171,39	22.074,85
2.012	30.281	19.682,85	7.184,24	10.263,20	2.052,64	12.315,84	34.390,69
2.013	32.435	21.082,93	7.695,27	10.993,24	2.198,65	13.191,89	47.582,59
2.014	32.805	21.323,06	7.782,92	11.118,45	2.223,69	13.342,14	60.924,73
2.015	35.014	22.758,93	8.307,01	11.867,16	2.373,43	14.240,59	75.165,32
2.016	35.397	23.008,02	8.397,93	11.997,04	2.399,41	14.396,44	89.561,77
2.017	37.660	24.478,91	8.934,80	12.764,00	2.552,80	15.316,80	104.878,57
2.018	38.056	24.736,63	9.028,87	12.898,39	2.579,68	15.478,07	120.356,63
2.019	38.450	24.992,19	9.122,15	13.031,64	2.606,33	15.637,97	135.994,60
2.020	38.839	25.245,60	9.214,65	13.163,78	2.632,76	15.796,53	151.791,14
2.021	39.226	25.496,92	9.306,37	13.294,82	2.658,96	15.953,78	167.744,92
2.022	39.609	25.746,16	9.397,35	13.424,78	2.684,96	16.109,74	183.854,66
2.023	39.990	25.993,37	9.487,58	13.553,68	2.710,74	16.264,42	200.119,08
2.024	40.367	26.238,58	9.577,08	13.681,54	2.736,31	16.417,85	216.536,93
2.025	40.741	26.481,81	9.665,86	13.808,37	2.761,67	16.570,05	233.106,98
2.026	41.112	26.723,11	9.753,94	13.934,19	2.786,84	16.721,03	249.828,02
2.027	41.481	26.962,50	9.841,31	14.059,02	2.811,80	16.870,82	266.698,84
2.028	41.846	27.200,02	9.928,01	14.182,87	2.836,57	17.019,44	283.718,28
2.029	42.209	27.435,69	10.014,03	14.305,75	2.861,15	17.166,90	300.885,18
2.030	42.569	27.669,53	10.099,38	14.427,68	2.885,54	17.313,22	318.198,40
2.031	42.926	27.901,59	10.184,08	14.548,68	2.909,74	17.458,42	335.656,82
2.032	43.280	28.131,88	10.268,13	14.668,76	2.933,75	17.602,52	353.259,34
2.033	43.631	28.360,43	10.351,56	14.787,94	2.957,59	17.745,52	371.004,86
2.034	43.980	28.587,27	10.434,35	14.906,22	2.981,24	17.887,46	388.892,33
2.035	44.327	28.812,42	10.516,53	15.023,62	3.004,72	18.028,34	406.920,67
2.036	44.671	29.035,91	10.598,11	15.140,15	3.028,03	18.168,18	425.088,85
2.037	45.012	29.257,76	10.679,08	15.255,83	3.051,17	18.307,00	443.395,85
2.038	45.351	29.478,01	10.759,47	15.370,67	3.074,13	18.444,81	461.840,66
2.039	45.687	29.696,66	10.839,28	15.484,68	3.096,94	18.581,62	480.422,28
2.040	46.021	29.913,74	10.918,51	15.597,88	3.119,58	18.717,45	499.139,74

Quadro 4.9 – Taxa de geração de RSS no município de Xique-Xique

Ano	% de atendimento	População Atendida (hab.)	Taxa de Geração (kg/hab.dia)	RSSS (kg/dia)	RSSS (m3/dia)	Solo de recobrimento diário (25%)	Total (m3/dia)
2.010	70,00	24.350	0,010	243,50	0,97	0,24	1,22
2.011	85,00	29.926	0,010	303,75	1,22	0,30	1,52
2.012	85,00	30.281	0,010	311,97	1,25	0,31	1,56
2.013	90,00	32.435	0,010	339,17	1,36	0,34	1,70
2.014	90,00	32.805	0,011	348,18	1,39	0,35	1,74
2.015	95,00	35.014	0,011	377,20	1,51	0,38	1,89
2.016	95,00	35.397	0,011	387,05	1,55	0,39	1,94
2.017	100,00	37.660	0,011	417,97	1,67	0,42	2,09
2.018	100,00	38.056	0,011	428,70	1,71	0,43	2,14
2.019	100,00	38.450	0,011	439,63	1,76	0,44	2,20
2.020	100,00	38.839	0,012	450,75	1,80	0,45	2,25
2.021	100,00	39.226	0,012	462,06	1,85	0,46	2,31
2.022	100,00	39.609	0,012	473,58	1,89	0,47	2,37
2.023	100,00	39.990	0,012	485,30	1,94	0,49	2,43
2.024	100,00	40.367	0,012	497,22	1,99	0,50	2,49
2.025	100,00	40.741	0,013	509,36	2,04	0,51	2,55
2.026	100,00	41.112	0,013	521,71	2,09	0,52	2,61
2.027	100,00	41.481	0,013	534,28	2,14	0,53	2,67
2.028	100,00	41.846	0,013	547,07	2,19	0,55	2,74
2.029	100,00	42.209	0,013	560,09	2,24	0,56	2,80
2.030	100,00	42.569	0,013	573,34	2,29	0,57	2,87
2.031	100,00	42.926	0,014	586,82	2,35	0,59	2,93
2.032	100,00	43.280	0,014	600,53	2,40	0,60	3,00
2.033	100,00	43.631	0,014	614,50	2,46	0,61	3,07
2.034	100,00	43.980	0,014	628,70	2,51	0,63	3,14
2.035	100,00	44.327	0,015	643,16	2,57	0,64	3,22
2.036	100,00	44.671	0,015	657,87	2,63	0,66	3,29
2.037	100,00	45.012	0,015	672,84	2,69	0,67	3,36
2.038	100,00	45.351	0,015	688,07	2,75	0,69	3,44
2.039	100,00	45.687	0,015	703,57	2,81	0,70	3,52
2.040	100,00	46.021	0,016	719,35	2,88	0,72	3,60

Quadro 4.10 – composição gravimétrica dos resíduos gerados no município

Ano	População Atendida (hab.)	Massa coletada de RSU - Atendido kg	Orgânico	Papel / papelão	Plásticos	Metais	Vidros	Inertes
			56,09%	8,85%	10,65%	1,47%	0,50%	19,98%
2.010	24.350	15.827,45	8.877,62	1.400,73	1.685,62	232,66	79,14	3.162,32
2.011	29.926	19.451,99	10.910,62	1.721,50	2.071,64	285,94	97,26	3.886,51
2.012	30.281	19.682,85	11.040,11	1.741,93	2.096,22	289,34	98,41	3.932,63
2.013	32.435	21.082,93	11.825,42	1.865,84	2.245,33	309,92	105,41	4.212,37
2.014	32.805	21.323,06	11.960,11	1.887,09	2.270,91	313,45	106,62	4.260,35
2.015	35.014	22.758,93	12.765,49	2.014,17	2.423,83	334,56	113,79	4.547,24
2.016	35.397	23.008,02	12.905,20	2.036,21	2.450,35	338,22	115,04	4.597,00
2.017	37.660	24.478,91	13.730,22	2.166,38	2.607,00	359,84	122,39	4.890,89
2.018	38.056	24.736,63	13.874,78	2.189,19	2.634,45	363,63	123,68	4.942,38
2.019	38.450	24.992,19	14.018,12	2.211,81	2.661,67	367,39	124,96	4.993,44
2.020	38.839	25.245,60	14.160,26	2.234,24	2.688,66	371,11	126,23	5.044,07
2.021	39.226	25.496,92	14.301,22	2.256,48	2.715,42	374,80	127,48	5.094,28
2.022	39.609	25.746,16	14.441,02	2.278,54	2.741,97	378,47	128,73	5.144,08
2.023	39.990	25.993,37	14.579,68	2.300,41	2.768,29	382,10	129,97	5.193,47
2.024	40.367	26.238,58	14.717,22	2.322,11	2.794,41	385,71	131,19	5.242,47
2.025	40.741	26.481,81	14.853,65	2.343,64	2.820,31	389,28	132,41	5.291,07
2.026	41.112	26.723,11	14.988,99	2.365,00	2.846,01	392,83	133,62	5.339,28
2.027	41.481	26.962,50	15.123,27	2.386,18	2.871,51	396,35	134,81	5.387,11
2.028	41.846	27.200,02	15.256,49	2.407,20	2.896,80	399,84	136,00	5.434,56
2.029	42.209	27.435,69	15.388,68	2.428,06	2.921,90	403,30	137,18	5.481,65
2.030	42.569	27.669,53	15.519,84	2.448,75	2.946,81	406,74	138,35	5.528,37
2.031	42.926	27.901,59	15.650,00	2.469,29	2.971,52	410,15	139,51	5.574,74
2.032	43.280	28.131,88	15.779,17	2.489,67	2.996,04	413,54	140,66	5.620,75
2.033	43.631	28.360,43	15.907,36	2.509,90	3.020,39	416,90	141,80	5.666,41
2.034	43.980	28.587,27	16.034,60	2.529,97	3.044,54	420,23	142,94	5.711,74
2.035	44.327	28.812,42	16.160,89	2.549,90	3.068,52	423,54	144,06	5.756,72
2.036	44.671	29.035,91	16.286,24	2.569,68	3.092,32	426,83	145,18	5.801,37
2.037	45.012	29.257,76	16.410,68	2.589,31	3.115,95	430,09	146,29	5.845,70
2.038	45.351	29.478,01	16.534,21	2.608,80	3.139,41	433,33	147,39	5.889,71
2.039	45.687	29.696,66	16.656,85	2.628,15	3.162,69	436,54	148,48	5.933,39
2.040	46.021	29.913,74	16.778,62	2.647,37	3.185,81	439,73	149,57	5.976,76

## 5 MEMORIAL DESCRITIVO

### 5.1 *Concepção e justificativa da unidade*

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define da seguinte forma os aterros sanitários: "aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza os princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou à intervalos menores se for necessário."

A Central de Resíduos contempla uma unidade que possui as instalações de Aterro Sanitário (AS) e Unidade de Compostagem (UC), com toda a infra-estrutura necessária a operação conjunta dessas.

Para o dimensionamento de um aterro sanitário, vários são os critérios e parâmetros a serem utilizados. Estes são levantados, dentre outros, com base na geração de resíduos, topografia do terreno, nas condições geológicas e geotécnicas, escolha do método de aterramento dos resíduos, etc.

As três formas tradicionalmente utilizadas para o aterramento dos resíduos são: método da trincheira ou vala, método da rampa e método da área.

O método da trincheira ou vala consiste na abertura de valas onde os resíduos são dispostos, compactados e posteriormente cobertos com camada de solo. É um método comumente utilizado em municípios de pequeno porte pois oferece baixo custo de implantação e operação e simplicidade operacional.

O método da rampa, conhecido também como método da escavação progressiva, consiste na escavação da rampa, onde o resíduo é disposto, compactado e posteriormente coberto.

O método da área é empregado onde a topografia da área é muito plana e as condições geológicas e/ou hidrológicas são desfavoráveis à utilização dos métodos anteriores.

Dentre os três métodos apresentado acima, o método da área será adotado para o município de Xique-Xique. Como apresentado nos relatórios referentes à ETAPA I (diagnóstico) e ETAPA III (topografia e ensaios de campo), a estrutura geológica e pedológica da região na qual se insere o município inviabiliza o método da trincheira pois a camada impenetrável possui uma média de apenas 3,15 metros de profundidade. Além disso, por ser uma região topograficamente muito plana, descarta-se também a possibilidade do método da rampa. Diante do exposto, a única alternativa tecnológica viável para a disposição dos resíduos gerados no município é o método da área.

Diante do exposto, a única alternativa tecnológica viável para a disposição dos resíduos gerados no município é o método da área. Esta foi discutida e aprovada junto à CODEVASF.

A necessidade desse empreendimento é justificada tanto pela atual Política Nacional de Resíduos sólidos, regulamentada pela Lei Nº 12.305 de agosto de 2010, como também por se tratar de um importante instrumento para o gerenciamento dos serviços de limpeza pública, propiciando a destinação adequado dos resíduos urbanos, geração de empregos e proteção do meio ambiente.

#### 5.1.1 *Caracterização da unidade*

A Central de Resíduos (CR) de Xique-Xique foi projetada obedecendo a todas as recomendações técnicas, normativas e legais existentes. Além disso, a alternativa tecnológica escolhida para essa unidade foi concebida para atender a todas as exigências

técnicas de maneira completa, integrada e sustentável, baseando-se em conceitos de comprovada eficiência sob os aspectos técnico, econômico, financeiro e ambiental.

A Central de Resíduos de Xique-Xique é composta pelas seguintes unidades para tratamento e disposição final de resíduos:

- Aterro Sanitário para o recebimento dos resíduos domiciliares gerados no município classificados como Classe II, conforme NBR 10.004/2004;
- Unidade de Compostagem para recebimento dos resíduos orgânicos, de poda de árvores e capina;
- Valas Sépticas para recebimento dos resíduos de serviços de saúde, respeitando as condições previstas na Resolução Conama nº 358/2005 para disposição final;
- Pátio para recebimento de resíduos de construção civil classe A (estabelecido pela Resolução Conama nº 307/2002) para utilização como material de cobertura diária dos resíduos e na construção e manutenção de acessos internos.

O presente projeto se refere ao Projeto Executivo de implantação da CR, a ser implantado por etapas, durante o horizonte de projeto de trinta anos (2010 a 2040), sendo as etapas distribuídas da seguinte forma:

- 1ª ETAPA (2011/2015): cinco anos de operação;
- 2ª ETAPA (2016/2020): cinco anos de operação;
- 3ª ETAPA (2021/2025): cinco anos de operação;
- 4ª ETAPA (2026/2030): cinco anos de operação.
- 5ª ETAPA (2031/2035): cinco anos de operação.
- 6ª ETAPA (2036/2040): cinco anos de operação.

A concepção geral das estruturas dessa unidade, obras civis e outros, foram fundamentadas no princípio da qualidade ambiental, sustentabilidade, simplicidade e operacionalidade. Em função disso, através da comparação entre as alternativas mais utilizadas para o aterramento de resíduos, foi escolhida aquela que melhor maximiza o uso das condições naturais locais vistas à preservação ambiental.

Essa unidade é caracterizada pela presença das seguintes instalações:

- Unidades operacionais:

- células de resíduo domiciliar;
- células de resíduo hospitalar;
- impermeabilização de fundo e superior das células;
- sistema de coleta e tratamento dos líquidos percolados;
- sistema de coleta e queima do biogás;
- sistema de drenagem e afastamento das águas pluviais;
- sistemas de monitoramento ambiental, topográfico e geotécnico;
- pátio de compostagem.

- Unidades de apoio:

- cerca e barreira vegetal;

- estradas de acesso e de serviço;
- balança rodoviária e sistema de controle de resíduos;
- guarita de entrada e prédio administrativo.

#### 5.1.1.1 Células de resíduos urbanos

A área destinada à recepção dos resíduos urbanos e resíduos dos serviços de saúde possui dupla camada impermeabilização que visa a proteção ambiental dos solos e águas subterrâneas com relação aos líquidos lixiviados.

Sendo uma primeira camada de argilo-mineral compactada com espessura de 50 cm, e uma segunda camada sobreposta de polietileno de alta densidade – PEAD, de 2 mm de espessura.

Para a proteção mecânica da manta PEAD, foi considerado uma cobertura de solo de 50 cm para as valas de resíduos urbanos. Essa camada é necessária em função da movimentação de veículos e tratores na frente de trabalho da operação do aterro, o que não ocorre para as valas de RSS. A cobertura diária dos resíduos será realizada por uma camada de 20 cm solo.

#### 5.1.1.2 Vala de resíduos RSS

Para a disposição dos resíduos oriundos dos serviços de saúde foi projetado sistema de valas sépticas para o recebimento desses. A vala séptica possuirá a base impermeabilizada com dupla camada de proteção, sendo a de fundo em argila compactada com espessura de 50 cm e a superior de manta de PEAD de 2 mm.

As valas, como mostrado em detalhes na prancha 08 no ANEXO 2 deste relatório, foram dimensionadas para a recepção de todos os RSS gerados ao longo da vida útil do empreendimento. Deverão ser abertas gradativamente de acordo com a necessidade. Em função da quantidade gerada e das características desses resíduos, as valas foram projetadas visando etapas de operação em intervalos reduzidos de 6 em 6 meses. Foi projetada também uma cobertura móvel para a vala em operação.

A cobertura móvel da vala de RSS em operação será em estrutura metálica e cobertura com lona de forma a não comprometer a descarga dos veículos. Após encerrada a 1ª etapa e aberta nova vala, esta estrutura deverá ser transferida para a nova vala, e assim sucessivamente.

A cobertura diária dos RSS será feita com uma camada de 20 cm de solo sem compactação. A cobertura final dos RSS será composta por uma camada de 10 cm de solo, seguido por manta PEAD de 2,00 mm. Por cima da manta será aplicada uma camada de 25 cm de solo argiloso e, por fim, mais uma camada de 20 cm de solo vegetal para composição vegetal com a plantação de gramíneas.

Toda a área destinada às valas de RSS será cercada com cerca de mourões de concreto de 6 fios.

#### 5.1.1.3 Drenagem de chorume

Para coletar os lixiviados das células de resíduos, foi projetado na base do aterro um sistema de drenagem do tipo espinha de peixe, com drenos principais e secundários, que conduzirão os líquidos até a estação de tratamento.

Toda a base do aterro foi projetada já com uma declividade de 1,5% para facilitar o escoamento do chorume, sendo que tanto o dreno longitudinal quanto o transversal possuirão esta declividade. Estes serão compostos será coletado por drenos PEAD



perfurados de 100 mm. A base dos drenos será apoiada em manta geotêxtil não tecido RT 21, conforme quadro 4.1, e cobertos por camada de brita nº 4.

Quadro 4.1 - Especificações técnicas do geotêxtil

	ESPECIFICAÇÃO DE ACORDO COM NORMAS		RT 21
	Resistência a tração Grab ASTM D 4632		
Propriedades Mecânicas	Tração na ruptura - L	N	1550
	Alongamento (min) - L	%	60
	Tração na ruptura - T	N	1320
	Alongamento (min) - T	%	70
	Resistência a tração Faixa Larga ABNT NBR 12824		
	Valor de ruptura - L	kN/m	21
	Alongamento - L	%	50 a 65
	Valor de ruptura - T	kN/m	19
	Alongamento - T	%	60 a 75
	Rasgo Trapezoidal ASTM D 4533		
	Valor de ruptura - L	N	560
	Valor de ruptura - T	N	520
	Puncionamento - ASTM D 4833	N	700
	Puncionamento CBR - ABNT NBR 13359	kN	4,1
Propriedades Hidráulicas	Permissividade - ASTM D 4491	s <sup>-1</sup>	1,2
	Fluxo de água	l/s/m <sup>2</sup>	46
	Permeabilidade normal	cm/s	3,5x10 <sup>-1</sup>
	Abertura aparente - AOS (O <sub>95</sub> ) MAX. ASTM D 4751	mm	0,16
	MIN	mm	0,09

L - Direção longitudinal à fabricação

T - Direção transversal à fabricação

#### 5.1.1.4 Drenagem de gases

Para a drenagem dos gases gerados pela decomposição anaeróbia da matéria orgânica presente na massa de resíduos, foi projetado um sistema para conduzi-los até a superfície do aterro. Os drenos possuirão seção circular de 600 mm preenchida por brita nº 04. A formação desses será feita com a utilização de um tubo metálico (tubo guia) que será içado conforme elevação das camadas de resíduos.

Os gases coletados serão queimados através de estruturas (queimadores) projetados em estrutura de aço. Estes serão apoiados na extremidade final dos drenos.

#### 5.1.1.5 Drenagem Pluvial

Para coletar e conduzir as águas pluviais, impedindo que estas adentrem as áreas operacionais do aterro, foram projetados sistemas de drenagens composto por canaletas de concreto com seções diferenciadas, dimensionadas de em função do balanço hídrico da região. Cada sistema, a depender da necessidade, foram contemplados com estruturas dissipadoras de energia, denominadas enrocamentos.

A drenagem da água pluvial sobre os taludes e bermas do maciço de resíduos será realizado também por seções de concreto meia cana. As águas coletadas serão encaminhadas para bacias de contenção e/ou drenagem natural do terreno de acordo com a topografia da área.

#### 5.1.1.6 *Tratamento de efluentes*

O sistema de tratamento de lixiviados foi concebido e projetado para que o efluente final atenda aos padrões de lançamento em corpos hídricos determinados pelo órgão ambiental competente. O sistema é constituído de lagoa anaeróbica, lagoa facultativa e tanque de acumulação, de onde os efluentes serão recirculados.

A recirculação do chorume deverá ser realizada, preferencialmente, com a utilização de um caminhão para transporte de lixiviado, que coletará o efluente tratado do tanque de acumulação e o aspergirá sobre o maciço de resíduos. Ressalta-se que este efluente também poderá ser utilizado para a molhagem dos taludes já conformados.

Os efluentes gerados nas unidades de apoio e administração serão encaminhados para tratamento em um sistema constituído de fossa séptica, filtro anaeróbico e sumidouro. O dimensionamento desses sistemas estão apresentados no 6.4 deste relatório.

#### 5.1.1.7 *Pátio de depósito RCD's*

Foi definida uma área para a destinação e armazenamento dos RCD's classe A, com o objetivo de estocar esse material para a sua utilização na cobertura diária do aterro sanitário e na execução dos acessos internos e pátios de descarga. Por recomendação da CODEVASF, não foi necessário o dimensionamento desse pátio.

#### 5.1.1.8 *Compostagem*

Trata-se de uma instalação onde se processa os resíduos orgânicos para promover a sua bioestabilização por meio de compostagem aeróbia, que é o processo biológico em que os microrganismos transformam a matéria orgânica em um material fisicamente semelhante ao solo, a que se chama composto, e que pode ser utilizado como biofertilizante no solo para produção agrícola.

A unidade de compostagem projetada funcionará com o sistema WINDROW, que consiste na decomposição natural e a céu aberto dos resíduos, com reviramento manual das leiras, com a utilização de pás e enxadas.

Como determinado no Termo de Referência da CODEVASF, a unidade foi projetada com o objetivo de atender a 20% dos resíduos orgânicos (RO) gerados pela população em um horizonte final de 30 anos.

A unidade é contemplada com um pátio de compostagem impermeabilizado, projetado para a permanência de maturação dos resíduos de 110 dias, e um galpão coberto para abrigar o triturador de galhos, peneira manual e cura dos resíduos.

#### 5.1.1.9 *Abastecimento de água*

O local de implantação da Central de Resíduos é desprovido de rede de abastecimento de água de forma que o seu abastecimento deverá ser realizado via caminhão pipa.

Toda a água usada no empreendimento será proveniente de uma caixa em estrutura tubular confeccionada em chapa de aço carbono com capacidade de 10.000 litros.

#### 5.1.1.10 *Demanda Elétrica*

A principal demanda elétrica será para a iluminação das áreas externas da unidade, guarita e unidade administrativa.

O projeto elétrico da unidade, bem como os custos de implantação deste, é apresentado, respectivamente, no ANEXO 3 e 4 deste relatório.



#### *5.1.1.11 Infraestrutura de apoio e pesagem dos veículos*

O projeto da CR foi desenvolvido prevendo o cercamento total da área, placas de identificação, um escritório administrativo com sala de reuniões, vestiários (masculino e feminino), cozinha, refeitório, sanitários (masculino e feminino), almoxarifado, laboratório e estacionamento. Também foi projetado uma unidade (guarita) para o controle do acesso ao aterro e pesagem dos veículos.

O cercamento de todo o perímetro CR será feito com mourões de concreto composto por 11 fios de arame farpado. Esta é necessária para impedir o acesso de pessoas e pequeno animais no empreendimento. Além dessa cerca, haverá também uma cerca viva que contornará toda a área.

A pesagem dos veículos se dará em uma balança eletrônica rodoviária com capacidade de 30 toneladas.

#### *5.1.1.12 Acessos internos*

Os acessos foram dimensionados para permitir o fluxo de veículos leves e pesados nas diversas frentes de serviços e em qualquer condição meteorológica.

O acesso principal ao maciço de resíduos será de pavimentação asfáltica e os demais acessos terão pavimentação de macadame.

#### *5.1.1.13 Balanço de massa*

Foi considerada a relação entre corte e aterro, de modo que o excedente de corte é usado para fazer os aterros. Houve corte e aterro para as valas, o sistema de tratamento de percolados e para as estradas de acesso interno.

Desse modo foram obtidos 117.684,04 m<sup>3</sup> no corte das valas, do sistema de tratamento de percolados e das estradas de acesso interno. O aterro para as valas e o sistema de tratamento estradas de acesso interno foi de 57.458,99 m<sup>3</sup>.

A diferença entre corte e aterro foi obtida um volume de 60.225,05 m<sup>3</sup> que pode ser aproveitado para a cobertura final.

### *5.2 Características do local de implantação*

#### *5.2.1 Critérios de seleção de glebas*

Muitos são os critérios de engenharia utilizados na escolha de áreas para disposição final de resíduos sólidos. Esses critérios estão agrupados em critérios ambientais, critérios que consideram o uso e a ocupação do solo e critérios operacionais, dentre outros. Foram pré-selecionadas três glebas para a implantação da CR.

Para possibilitar a seleção da alternativa mais viável, foram elaboradas matrizes com diversos parâmetros significantes ao empreendimentos que deveriam ser avaliados. A cada parâmetro foram atribuído valores de pontuação. Através da aplicação dos questionários nas áreas pré selecionadas, é selecionada aquela que, avaliando os critérios técnicos, econômicos e ambientais, obteve-se a maior pontuação. As matrizes de avaliação foram adaptadas do modelo apresentado no Termo de Referência e podem ser observadas no relatório da ETAPA 2 dos trabalhos.

Dentre os principais critérios para a escolha de áreas são priorizados, dentre outros:

a) Menor potencial para geração de impactos ambientais:

- estar fora de áreas de restrição ambiental;
- aquíferos menos permeáveis;

- solos mais espessos e menos sujeitos aos processos de erosão e escorregamentos;
  - declividade apropriada;
  - distância de habitações, cursos d'água, rede de alta tensão.
- b) Maior vida útil para o empreendimento:
- máxima capacidade de recebimento de resíduos;
- c) Baixos custos de instalação e operação do aterro:
- menores gastos com infra-estrutura;
  - menor distância da zona urbana geradora dos resíduos;
  - disponibilidade de material de cobertura.
- d) Aceitabilidade social:
- menor oposição da comunidade vizinha.

Informações como propriedade da gleba, distância em relação aos centros urbanos, custo unitário do terreno, existência de cursos d'água e lençol freático evidente, qualidade das vias de acesso, características ambientais do local, estrutura aparente do solo, uso da área na qual foi inserida, dentre outras, foram devidamente e cuidadosamente observadas para a correta seleção das mesmas.

#### *5.2.2 Local de implantação da CR*

A gleba selecionada para instalação da Central de Resíduos de Xique-Xique (figura 5.1 e 5.2) está localizada em área de propriedade do município, a aproximadamente 11,1 km da Prefeitura Municipal (ponto de referência) e a 9,9 km do aglomerado populacional mais próximo da área, correspondente a própria área urbana periférica da cidade. Não há por parte do município nenhum tipo de resistência quanto ao uso do local para o lançamento dos resíduos.

A área tem tamanho aproximado de 20 hectares, sendo utilizáveis em sua totalidade para a implantação da unidade, apesar de que o solicitado foi uma área de 10,25 hectares.

Na área não há evidências de lençol freático superficial e também não há corpos d'água no local até mesmo pelas próprias características da região onde está inserido o município.

A principal via de acesso a área é a BA 225, estrada essa que possui pavimentação asfáltica em bom estado de conservação.

A área em questão está com vegetação rala antropizada com pontos com pastagem e vegetação rasteira.

Nas proximidades da área não há disponibilidade aparente de material mineral para cobertura das células de resíduos, sendo necessárias escavações com máquinas e equipamentos apropriados.



Figura 5.1 e 5.2 – Gleba selecionada para a implantação da CR de Xique-Xique.

Informações mais completas e detalhadas dessa área foram apresentadas no relatório da *ETAPA 3 – Serviços de Campo*.

## 6 ETAPAS DE PROJETO

### 6.1 Sequência executiva da Central de Resíduos

Tendo em vista as premissas de projeto e à necessidade fundamental de se otimizar a utilização de material de corte para a impermeabilização e cobertura dos resíduos sólidos, juntamente com a necessidade de redução dos gastos de implantação, o projeto foi concebido de forma a permitir a construção da unidade por etapas.

Assim estabeleceu-se a implantação e operação do aterro em etapas, com as respectivas obras a serem executadas:

#### 1ª ETAPA – HORIZONTE 2011 A 2015.

- Implantação dos acessos, do fechamento da área e implantação do cinturão verde; implantação do sistema de drenagem de águas superficiais; implantação das instalações de apoio; implantação do pátio de compostagem, implantação do aterro de RCD; preparação da base das células de RSU da 1ª ETAPA; abertura da vala séptica para os RSS; implantação do sistema de coleta e drenagem dos efluentes líquidos; implantação do sistema de coleta de gás; construção do sistema de tratamento do lixiviado e da bacia de acumulação dos efluentes líquidos.

- Operação da 1ª ETAPA do aterro sanitário, com disposição de resíduos sólidos urbanos na célula, disposição de RCD e de RSS nas valas correspondentes. A operação corresponde ao preenchimento de parte da vala com altura de 2,50 metros e o comprimento médio de 194 metros.

- Preparação da base das células da 2ª ETAPA e dos seus sistemas de drenos de efluentes líquidos e de gás e construção do acesso à célula.

#### 2ª ETAPA – HORIZONTE 2016 A 2020

- Operação da 2ª ETAPA do aterro sanitário, com disposição de resíduos sólidos urbanos na célula, disposição de RCD e de RSS nas valas correspondentes. A operação corresponde ao preenchimento do restante da vala com 2,50 metros de altura e comprimento médio de 52 metros, e o início do preenchimento de parte da primeira plataforma com 5 metros de altura e o comprimento médio de 43 metros.

- Preparação da base das células da 3ª ETAPA e dos seus sistemas de drenos de efluentes líquidos e de gás; construção do acesso às células da 3ª ETAPA.

- Conformação final dos taludes das células da 1ª ETAPA, com plantação de grama; construção da berma e do sistema de drenagem superficial do primeiro platô.

### 3ª ETAPA – HORIZONTE 2021 A 2025

- Operação da 3ª ETAPA do aterro sanitário, com disposição de resíduos sólidos urbanos na célula, disposição de RCD e de RSS nas valas correspondentes. A operação da terceira etapa consiste no preenchimento de parte da primeira plataforma com 5 metros de altura e 90 metros de comprimento em média.
- Preparação da base das células da 4ª ETAPA e dos seus sistemas de drenos de efluentes líquidos e de gás; construção do acesso às células da 4ª ETAPA.
- Conformação final dos taludes das células da 2ª ETAPA, com plantação de grama; construção da berma e do sistema de drenagem superficial do segundo platô.

### 4ª ETAPA – HORIZONTE 2026 A 2030

- Operação da 4ª ETAPA do aterro sanitário, com disposição de resíduos sólidos urbanos na célula, disposição de RCD e de RSS nas valas correspondentes. A operação consiste no preenchimento do restante da primeira plataforma com 5 metros de altura e em média 108 metros de comprimento, e o início do preenchimento da segunda plataforma com 5 metros de altura e aproximadamente 14 metros de comprimento.
- Preparação da base das células da 5ª ETAPA e dos seus sistemas de drenos de efluentes líquidos e de gás; construção do acesso às células da 5ª ETAPA.
- Conformação final dos taludes das células da 3ª ETAPA, com plantação de grama; construção da berma e do sistema de drenagem superficial do terceiro platô.

### 5ª ETAPA – HORIZONTE 2031 A 2035

- Operação da 5ª ETAPA do aterro sanitário, com disposição de resíduos sólidos urbanos na célula, disposição de RCD e de RSS nas valas correspondentes. A operação compreende no preenchimento de parte da segunda plataforma com altura de 5 metros de em média 145 metros de comprimento.
- Preparação da base das células da 6ª ETAPA e dos seus sistemas de drenos de efluentes líquidos e de gás; construção do acesso às células da 6ª ETAPA.
- Conformação final dos taludes das células da 4ª ETAPA, com plantação de grama; construção da berma e do sistema de drenagem superficial do quarto platô.

### 6ª ETAPA – HORIZONTE 2036 A 2040

- Operação da 6ª ETAPA do aterro sanitário, com disposição de resíduos sólidos urbanos na célula, disposição de RCD e de RSS nas valas correspondentes. A operação consiste no preenchimento no restante da segunda plataforma com 5 metros de altura e aproximadamente 48 metros de comprimento.
- Conformação final dos taludes das células da 5ª ETAPA, com plantação de grama; construção da berma e do sistema de drenagem superficial do quinto platô.
- Finalizada esta etapa, proceder-se à conformação final dos taludes das células da 6ª ETAPA, com plantação de grama; construção da berma e do sistema de drenagem superficial do quarto (último) platô.
- Construção da cobertura final com uma camada de 70 cm de solo de baixa permeabilidade, seguida de uma camada de 20 cm de solo vegetal.
- Implantação do projeto de uso futuro da área.

Para as fases de operação de todas as etapas, o recobrimento dos resíduos sólidos será efetuado com solo proveniente dos cortes/escavações para a implantação das camadas e/ou da jazida licenciada pelo município.

Ressalta-se que os drenos de coleta de chorume das plataformas superiores serão drenos cegos escavados no próprio lixo com seção quadrada de 0,5 X 0,5 metros, preenchidos com brita nº 4.

## 6.2 Características operacionais e dimensionamento das células de resíduos

Para o acesso às células de resíduos (frente de trabalho) da central de resíduos, serão construídas vias internas provisórias, para cada etapa de implantação, permitindo o acesso dos veículos e equipamentos às frentes de serviço.

Após os serviços de limpeza da área, serão iniciadas as obras de terraplenagem para construção das vias internas de tráfego permanentes e provisórias (que atenderá a primeira etapa), efetuando-se os cortes e os aterros seguindo-se as recomendações básicas indicadas nas Especificações de Serviços do DNIT.

Com a base da célula regularizada e nivelada nas cotas definidas será iniciada a impermeabilização, utilizando-se camada compactada de 50 cm de solo argiloso isento de pedras ou outros materiais pontiagudos, seguindo com a fixação de uma geomembrana de PEAD de 2,00 mm e, por fim, a sobreposição de mais uma camada de 50 cm de solo sobre a geomembrana, com o objetivo de propiciar sua proteção mecânica (não sendo necessário, nessa camada, controle de compactação).

Em seguida tem-se a locação e instalação dos drenos de chorume e de gás, conforme definido nos projetos.

O recobrimento da massa de resíduos sólidos dispostos será executado diariamente ao fim da jornada de trabalho, com o espalhamento de material terroso (solo ou RCD Classe A) com espessura de 20 cm (camada diária).

A final da 1ª etapa de operação, a massa de resíduos já aterrada receberá uma outra camada de 50 cm de argila compactada, que será a base a 2ª etapa.

Caso a frente de serviço que não seja recoberta diariamente, deverá o talude receber cobertura com lençol de plástico preto, tipo filme.

Os taludes externos, após a cobertura final com terra vegetal, receberão plantio de grama através do plantio manual de sementes.

O volume de resíduos foi calculado com base nos estudos demográficos e, nas taxas de geração de resíduos e na massa específica aparente dos resíduos compactados das unidades que compõem o sistema. Este estudo foi apresentado anteriormente neste relatório.

### 6.2.1 Dimensionamento das células de resíduos

O cálculo das células de resíduos foi inicialmente feito através da definição de alguns parâmetros como a inclinação dos taludes de corte (adotou-se 1V:2H), lados de cada plataforma e altura da base à cota superior. A partir daí, adotou-se inclinação de 1V:3H de aterro com alturas de 5m para as plataformas. O volume das células foi calculado utilizando a fórmula do volume do tronco de pirâmide uma vez que as plataformas de resíduos são semelhantes a esta:

$$V = \frac{h}{3} \times (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})$$

Para efeito de dimensionamento, considerou o cenário mais pessimista para o dimensionamento da unidade, sem a retirada dos materiais recicláveis no volume a ser acumulado no aterro sanitário, o que poderia reduzir a vida útil do mesmo. A memória de cálculo do dimensionamento das células de resíduos é apresentado no ANEXO 1-A deste relatório.



Diante desse dimensionamento foi possível calcular o volume de resíduos em cada Etapa de operação do aterro. O cálculo da células de resíduos é apresentado no quadro 6.1.

Quadro 6.1 – Dimensionamento das Etapas do aterro de Xique-Xique.

MUNICÍPIO DE XIQUE-XIQUE DA BAHIA - UGR 5									
CÁLCULO DAS ETAPAS DAS CÉLULAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS									
INCLINAÇÃO DO CORTE:		V:H	1	2	<div>V= <math>\frac{h}{3} \times [ A1 + A2 + \sqrt{( A \times A2 ) } ]</math></div>				
INCLINAÇÃO DO LIXO:		V:H	1	3					
ETAPAS									
VOLUME TOTAL ACUMULADO ANUAL DE RSU FIM DE PLANO:				499.139,74		m³/ano			
Volume:		75.165,32	m³		Volume:		76.625,82	m³	
1ª ETAPA - 1ª Plataforma (interno)	Área 1 (m²):	36.654,67			2ª ETAPA - 1ª Plataforma (interna)	Área 1 (m²):	6.231,31		
	Área 2 (m²):	38.869,40				Área 2 (m²):	7.748,93		
	ALTURA(Hd):	2,00				ALTURA(Hd):	5,00		
Volume:		75.513,24	m³		Volume:		34.881,75	m³	
Volume:		41.744,06	m³		Volume:		81.315,85	m³	
2ª ETAPA -2ª Plataforma (externa)	Área 1 (m²):	11.861,97			3ª ETAPA -2ª Plataforma	Área 1 (m²):	17.852,76		
	Área 2 (m²):	5.263,46				Área 2 (m²):	14.633,01		
	ALTURA:	5,00				ALTURA:	5,00		
Volume:		41.711,69	m³		Volume:		81.081,13	m³	
Volume:		85.091,42	m³		Volume:		9.474,71	m³	
4ª ETAPA -2ª Plataforma	Área 1 (m²):	16.920,53			4ª ETAPA -3ª Plataforma	Área 1 (m²):	4.437,67		
	Área 2 (m²):	13.394,73				Área 2 (m²):	237,02		
	ALTURA:	5,00				ALTURA:	5,00		
Volume:		75.616,71	m³		Volume:		9.500,45	m³	
Volume:		88.722,26	m³		Volume:		92.219,07	m³	
5ª ETAPA - 3ª Plataforma	Área 1 (m²):	20.363,00			6ª ETAPA - 4ª Plataforma	Área 1 (m²):	4.477,16		
	Área 2 (m²):	15.205,51				Área 2 (m²):	3.090,29		
	ALTURA:	5,00				ALTURA:	5,00		
Volume:		88.608,02	m³		Volume:		18.811,82	m³	
Volume:		73.407,25	m³		Volume:		18.014,84	m³	
6ª ETAPA - 4ª Plataforma	Área 1 (m²):	15.394,84			6ª ETAPA - 4ª Plataforma	Área 1 (m²):	4.992,08		
	Área 2 (m²):	7.265,00				Área 2 (m²):	1.531,56		
	ALTURA:	5,00				ALTURA:	5,00		
Volume:		55.392,41	m³		Volume:		15.481,21	m³	
VOLUME TOTAL DA CÉLULA =			496.598,43	m³					

### 6.2.2 Dimensionamento das valas de RSS

Os resíduos sólidos das unidades de serviços de saúde serão dispostos em valas de confinamento. A disposição de resíduos infectantes no solo constitui um sistema independente dentro da área da unidade, e segue uma metodologia de operação e controle própria.

As valas foram projetadas para serem operadas por etapas, sendo que cada etapa constitui um período de 6 meses de operação. Com isso, tem-se à abertura gradativa dessas valas de acordo com a necessidade.

O dimensionamento e as características físicas das valas, como profundidade, inclinação dos cortes, volume de acumulação, dentre outros, estão apresentados no ANEXO 1-B deste relatório.

Foi projetado uma cobertura móvel para proteger a vala de intempéries e infiltração de água pluvial, sem comprometer as descargas dos veículos. O detalhe dessa pode ser observado na prancha 08 no ANEXO 2 deste relatório.

A cobertura final dos RSS será composta por uma camada de 10 cm de solo, seguido por manta PEAD de 2,00 mm. Por cima da manta será aplicada uma camada de 25 cm de solo argiloso e, por fim, mais uma camada de 20 cm de solo vegetal para composição vegetal com a plantação de gramíneas.

### 6.2.3 Sistemas de drenagem superficial

O sistema de drenagem superficial em aterros sanitários contempla a implantação de dispositivos drenagens para atender às necessidades de afastamento das águas pluviais durante as fases de implantação e operação.

O sistema de drenagem pluvial das células é composto de canaletas de concreto armado de seção meia-cana com dimensões variadas (dependentes das áreas de contribuições).

Toda a água coletada nas bermas do aterro serão conduzidas para os colchões drenantes (colchão reno drenante). Estes tem por finalidade promover o escoamento da água pluvial em velocidade reduzida e evitar possíveis danos à estrutura do maciço.

Os sistemas de drenagem projetados são direcionados para bacias de captação de água pluvial (BCAP). Estas tem por finalidade promover o armazenamento de parte da água coletada, facilitando sua infiltração.

O detalhamento dos sistemas de drenagem projetados, com suas seções e declividades, bem como as bacias de contenção, são apresentados na prancha 06 no ANEXO 2.

Todas as informações obtidas para os cálculos necessários para o dimensionamento das estruturas de drenagem de água pluvial foram obtidas do BALANÇO HÍDRICO DO ESTADO DA BAHIA, coordenado pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais do Estado da Bahia e publicado em 1999.

As vazões de dimensionamentos dos bueiros e das canaletas foram definidas em função da equação do método racional na seguinte forma, fixando-se um período de retorno de 10 anos:

$$Q = 166,67 \cdot C \cdot I \cdot A$$

onde:

Q = vazão em l/s;

C = coeficiente de escoamento superficial variável, que foi definido conforme quadro 6.2;

I = intensidade da chuva em mm/minuto;

A = área de drenagem em ha.

Quadro 6.2 - Valores de C para várias superfícies, declividade e tempos de retorno.

Superfície	Tempos de Retorno (anos)						
	2	5	10	25	50	100	500
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Concreto/telhado	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Gramados (Cobrimento de 50% da área)							
- Plano (0-2%)	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
- Média (2-7%)	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61

Quadro 6.2 - Valores de C para várias superfícies, declividade e tempos de retorno.

Superfície	Tempos de Retorno (anos)						
	2	5	10	25	50	100	500
- Inclinado (>7%)	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
Gramados (Cobrimento de 50 a 70% da área)							
- Plano (0-2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
- Média (2-7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
- Inclinado (>7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Gramados (Cobrimento maior que 75% da área)							
- Plano (0-2%)	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
- Média (2-7%)	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
- Inclinado (>7%)	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
Campos cultivados							
- Plano (0-2%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
- Média (2-7%)	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
- Inclinado (>7%)	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastos							
- Plano (0-2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
- Média (2-7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
- Inclinado (>7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Florestas/Reflorestamentos							
- Plano (0-2%)	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
- Média (2-7%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
- Inclinado (>7%)	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Fonte: Ven Te Chow et al. (1988).

A intensidade da chuva foi calculada com base na publicação “Chuvas Intensas na Bahia” edita da pelo Professor Jorge Eurico Ribeiro Matos da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, considerando as informações apresentadas anteriormente. A equação definida foi a seguinte:

$$i_{max} = \frac{716 \times T_R^{0,241}}{(tc + 11)^{0,761}}$$

onde:

$T_R$  = tempo de retorno (anos) – usualmente usa-se 5 ou 10 anos;

$tc$  = tempo de concentração em minutos a montante do dispositivo a ser projetado em que:

$$t_c = 57 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385},$$

onde:

$tc$  = tempo de concentração, em minutos;

$L$  = comprimento do talvegue máximo da bacia (km);

$H$  = desnível da bacia (diferença entre os pontos de maior e menor cota) (m).

O coeficiente de rugosidade adotado foi de 0,013, relativo a canais de concreto armado, tendo-se fixada a relação entre a lâmina d'água e o diâmetro das valas variando de 0,75 a 0,80 m.

Os dimensionamentos e os cálculos para o sistema de drenagem superficial são apresentados no ANEXO 1-C deste relatório.



### 6.3 Sistema de Tratamento de líquido lixiviados, drenos de chorume e gases

O sistema de drenagem de percolados tem por finalidade coletar e transportar os líquidos que atravessam a massa de resíduos em decomposição.

Para a previsão do volume de líquidos a ser tratado, considera-se o chorume que é gerado na decomposição da matéria orgânica e pelo lixiviado, decorrente da percolação de líquidos no interior do aterro. Estes valores foram utilizados para o dimensionamento do Sistema Tratamento de Chorume – ETC.

Neste contexto, normalmente o volume de líquidos gerado varia com a precipitação pluviométrica, a evaporação, o escoamento superficial, a altura do nível do lençol freático (se este perpassa a massa do aterro) e a umidade (intrínseca e aderida) dos resíduos aterrados.

Existem outros fatores que alteram a quantidade e a qualidade do chorume, tais como: a idade do aterro, a temperatura, a permeabilidade do maciço de lixo (função da maior ou menor eficiência das operações de compactação e recobrimento), bem como a degradabilidade dos resíduos pela via anaeróbia. Para aterros “velhos” é de se esperar maior grau de estabilização da fração orgânica biodegradável dos resíduos aterrados e, portanto, um chorume com menor carga orgânica. Em geral, é previsível uma elevação do teor de carga orgânica do chorume até 5 a 8 anos e, em seguida, decréscimos sucessivos até a completa estabilização, em períodos da ordem de 30 anos ou mais.

De acordo com Von Sperling (2005), a complexidade dos processos interativos físicos, químicos e biológicos, envolvidos na geração do chorume, bem como de seu fluxo hidráulico num meio intrinsecamente heterogêneo explicam a grande variação dos valores das concentrações dos constituintes do chorume.

O mecanismo de percolação tem como princípio básico a ação da força gravitacional, que faz com que grande parte da massa líquida seja dirigida para o fundo da célula. Com o tempo, os caminhos preferenciais são formados, influenciando o processo de percolação. Com o estabelecimento dos caminhos preferenciais, o sistema de drenagem passa a atuar como uma zona de baixa pressão atmosférica, favorecendo a coleta dos líquidos.

Além desses, outros mecanismos estão associados à formação de caminhos preferenciais, sendo o de maior importância o aumento do índice de vazios, que ocorre em função da transformação de matéria orgânica em gases e líquidos. Com a extração forçada dos gases e líquidos, o índice de vazios da massa de lixo tende a aumentar na relação de 1:3 (Von Sperling, 2005). Com o aumento do índice de vazios, a célula passa a se comportar como um meio poroso, com capacidade de campo menor que 80%. Este elevado índice de porosidade permite a livre drenagem dos líquidos.

Somado ao do aumento do índice de vazios, o material bioestabilizado adquire características e propriedades singulares que o diferem da matéria crua. Uma destas propriedades é a capacidade de perder líquidos, ou seja, de se desidratar, favorecendo o processo de percolação.

No dimensionamento do sistema de drenagem de líquidos percolados foram utilizados a vazão a ser drenada e o tipo de material a ser usado como meio poroso.

Para o cálculo da vazão de líquidos percolados por infiltração superficial foi utilizado o Método do Balanço das Águas, CETESB (1986). Em geral, este método é utilizado somente para determinação de vazões provenientes de infiltrações de águas pluviais.

#### 6.3.1 Dimensionamento dos drenos de chorume

Será executada uma rede de drenos para permitir a drenagem de efluentes líquidos percolados (chorume) formados nas células de resíduos sólidos domiciliares. A

concepção do sistema baseia-se na instalação, sobre a base impermeabilizada do aterro e das células inferiores, de drenos horizontais para captação de chorume, que os conduzam até o sistema de tratamento projetado em área de cota mais baixa.

O sistema de drenagem de efluentes líquidos (drenagem longitudinal e transversal) de percolados se interliga aos drenos verticais de percolados/gases. Assim, apesar destes poços trabalharem com a função de permitir o escape de gases contidos na massa de resíduos sólidos para a atmosfera, também propiciam a percolação do chorume, por gravidade, até a rede de drenos horizontais situada na fundação do aterro.

O sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados será composto de dois tipos de drenos, conformação em “espinha de peixe”, a saber:

- Drenos horizontais de base longitudinais (drenos principais): escavado em seção triangular assentados em solo compactado na base do aterro; tubo PEAD perfurado com diâmetro de 100 mm. Estes serão apoiados em manta geotêxtil de poliéster e cobertos por brita nº 04.

A base do aterro foi projetada com declividade de 1,0%, portanto, esta será a declividade de todos dos drenos de chorume.

- Drenos secundários: escavado em seção triangular assentados em solo compactado na base do aterro; tubos PEAD perfurados de 75 mm. Estes serão apoiados em manta geotêxtil de poliéster e cobertos por brita nº 04.

Os drenos de chorume dos patamares intermediários (plataforma superiores) serão do tipo dreno cego, compostos apenas de brita nº 04, em seção quadrada com dimensões de 0,50 por 0,50 metros.

Na extremidade final de cada dreno de chorume da base foram projetados caixas de passagem de concreto pré-moldados com dupla finalidade: propiciar manutenção na tubulação do dreno principal e permitir a transição entre a tubulação perfurada do dreno principal com uma tubulação similar de PEAD não perfurada.

### 6.3.2 Cálculo da vazão de chorume

A utilização para este cálculo requer o conhecimento prévio de alguns parâmetros básicos, a saber:

Precipitação (P) - em valores médios mensais;

Evapotranspiração potencial (EP) - calculado pelo método de Thorntwaite, calculado da seguinte forma:

$$EP = F_c \times 16 \times \left(10 \times \frac{T}{I}\right)^a$$

$$I = \sum_{1}^{12} \left(\frac{T_i}{5}\right)^{1,514}$$

$$a = 6,75 \times 10^{-8} \times I^3 - 7,71 \times 10^{-6} \times I^2 + 0,01791 \times I + 0,492 \quad (\text{mm/mês})$$

Onde:

EP = Evapotranspiração potencial (mm/mês);

Fc = Fator de correção (quadro 6.3) em função da latitude e mês do ano (determinado 10° sul);

I = índice anual de calor, correspondente a soma de doze índices mensais;

T = Temperatura média mensal (°C).

Quadro 6.3 - Fator de correção em função da latitude.

Latitude	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
10° norte	0,98	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,07	1,02	1,02	0,98	0,99
5° norte	1,00	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,06	1,05	1,01	1,03	0,99	1,02
0°	1,20	0,94	1,04	1,01	1,01	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04
5° sul	1,04	0,95	1,04	1,00	1,00	0,99	1,02	1,03	1,00	1,05	1,03	1,06
10° sul	1,08	0,97	1,05	0,99	0,99	0,96	1,00	1,01	1,00	1,06	1,05	1,10
15° sul	1,12	0,98	1,05	0,98	0,98	0,94	0,97	1,00	1,00	1,07	1,07	1,12
20° sul	1,14	1,00	1,05	0,97	0,96	0,91	0,95	0,99	1,00	1,08	1,09	1,15
25° sul	1,17	1,01	1,05	0,96	0,94	0,88	0,93	0,98	1,00	1,10	1,11	1,18
30° sul	1,20	1,03	1,06	0,95	0,92	0,85	0,90	0,96	1,00	1,12	1,14	1,21
35° sul	1,23	1,04	1,06	0,94	0,89	0,82	0,87	0,94	1,00	1,13	1,17	1,25
40° sul	1,27	1,06	1,07	0,93	0,86	0,78	0,84	0,92	1,00	1,15	1,20	1,29

Escoamento superficial - (ES) - os valores médios mensais são obtidos através da seguinte fórmula:

$$ES = C' \cdot P \quad \text{onde:}$$

$C' = \alpha \times C$ ; onde  $\alpha$  representa um coeficiente que depende do tipo da estação e  $C$  representa um coeficiente que depende de tipo de solo (quadro 6.4).

$C'$  são valores de coeficientes de escoamento superficial determinado em conforme quadro 6.4:

Quadro 6.4 - Valores dos Coeficientes  $C$  e  $\alpha$ .

Tipo de solo	Declividade (%)	Coeficiente $\alpha$	
		Estação seca	Estação úmida
Arenoso	0% a 2%	0,17	0,34
$C = 0,30$	2% a 7%	0,34	0,50
Siltoso	0 a 2	0,25	0,39
$C = 0,35$	2 a 7	0,40	0,53
Argiloso	0 a 2	0,33	0,43
$C = 0,40$	2 a 7	0,45	0,55

Considerando-se o terreno a ser implantado na CR com declividade entre 0% a 2% e solo siltoso, encontrou:

$$C' = 0,19 \text{ (para a estação seca);}$$

$$C' = 0,14 \text{ (para a estação úmida);}$$

Infiltração (I) - os valores médios são calculados da seguinte forma :

$$I = P - ES$$

Diferença entre as quantidades de água infiltrada e evapotranspirada (D) - obtida pela fórmula:

$$D = I - EP$$

Perda potencial de água acumulada - somatória mensal dos valores negativos de  $I - EP$ , ou seja, como mostra a equação:

$$\{\sum NEG (I - EP)\}$$

Armazenamento de água no solo (AS) - É equivalente ao valor inicial da água disponível na capacidade de campo para a camada de cobertura (ASc), obtido pela multiplicação do valor da água disponível por metro de solo pela profundidade da zona de raízes, neste caso, igual à espessura total da camada de cobertura.

Troca de armazenamento de água no solo ( $\Delta AS$ ) - É a diferença entre a quantidade de água armazenada em um mês e a armazenada no mês anterior.

$$\Delta AS = AS_n - AS_{n-1}$$

Evapotranspiração real (ER) - representa a quantidade real de perda de água durante dado mês.

$$ER = EP + \{(I - EP) - \Delta AS\}$$

Percolação (PER): pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$Per = P - Es - \Delta AS - ER$$

Vazão mensal ( $Q_m$ ) : é dada pela relação:

$$\frac{Perc \times Ar.Terreno}{2.592.000}$$

A vazão total de drenagem de percolados, ( $Q_p$ ), é determinada pela vazão mensal de infiltração, ( $Q_m$ ), sendo considerado o mês de maior intensidade de chuva, acrescida da vazão de lixiviado, ( $Q_i$ ), e da vazão resultante da decomposição da matéria orgânica, ( $Q_d$ ), conforme expressão:

$$Q_p = Q_m + (Q_i + Q_d)$$

A vazão de lixiviado, ( $Q_i$ ), é determinada pelo volume total de lixiviado aplicado na célula de lixo, dividido pelo tempo da fase de tratamento secundário, (acetogênica ou metanogênica). Entretanto, para determinar o volume total de lixiviado a ser recirculado em cada fase, é necessário calcular o peso total da matéria orgânica decomponível ( $W_{mo}$ ). Com base nos parâmetros de projeto, o teor de matéria orgânica, ( $\rho_{mo}$ ), resultou em 65,4% do peso total de lixo aterrado, ( $W_s$ ), e desta forma o total de matéria orgânica decomponível é calculado por:

$$W_{mo} = \rho_{mo} \times W_s = 0,43 \times W_s$$

De posse do total da matéria orgânica decomponível e tomando como referência os estudos de LIMA, L.M.Q.(1988), que considera a quantidade de lixiviado necessária para acelerar o processo de decomposição do lixo equivalente a 2 litros por tonelada de matéria orgânica presente no resíduo cru, podemos calcular o volume total de lixiviado a ser aplicado na célula durante cada fase de tratamento, ou seja:

$$V_i = W_{mo} \times 0,002.$$

Desta forma, a vazão de lixiviado ( $Q_i$ ), em l/s, é calculada por:

$$Q_i = V_i \cdot \gamma_{\text{água}} / t_i$$

Na qual:

$V_i$  = volume de lixiviado;

$t_i$  = tempo, em segundos, do período de lixiviação.

A vazão resultante da decomposição da matéria orgânica, ( $Q_d$ ), é determinada pelo volume total de líquidos liberados no processo de decomposição do lixo, dividido pelo seu tempo total de tratamento. De acordo com o “balanço unitário do processo de decomposição”, o volume de líquidos liberados corresponde a 20% em peso de matéria orgânica presente no resíduo cru, ou seja:

$$V_d = W_s \cdot 0,2$$

Portanto, a vazão resultante da decomposição da matéria orgânica, ( $Q_d$ ), em l/s, é calculada por:

$$Q_d = V_d \cdot \gamma_{\text{água}} / t_d$$

Na qual:

$V_d$  = volume de líquidos resultante do processo de decomposição (m<sup>3</sup>);

$t_d$  = tempo, em segundos, do período de tratamento.

Com base na caracterização dos resíduos, a vazão total de percolado, ( $Q_p$ ), das células será determinada considerando as vazões de infiltração, ( $Q_m$ ), de lixiviação, ( $Q_i$ ), e de decomposição da matéria orgânica, ( $Q_d$ ).

Para efeito de dimensionamento dos drenos, considerando a possibilidade de colmatagem, a seção drenante foi calculada adotando-se um coeficiente de segurança  $\gamma = 2,0$ . Neste procedimento utilizou-se a formulação de Wilkins, sendo que os drenos serão constituídos de pedra britada, número 4, ou seixo rolado, ou ainda, outro material alternativo similar.

$$S = Q_p / (C_v \cdot i^{0,5})$$

Onde:

$$C_v = 52,45 \times p \times R_h$$

$i$  = declividade do dreno (m/m)

O dimensionamento do sistema de drenagem de percolado é apresentado no *ANEXO 1-D* deste relatório. A disposição dos drenos e o detalhamento desses são apresentados, respectivamente, nas pranchas 04 e 05 no *ANEXO 2*.

### 6.3.3 Dimensionamento do sistema de tratamento

De acordo com as bibliografias especializadas, tem-se que em aterros sanitários convencionais as variações da DBO<sub>5</sub> são 2.000 a 30.000 mg/l e da DQO, de 3.000 a 60.000 mg/l.

A sistema de tratamento de percolados será constituído de uma lagoa anaeróbia seguida de uma lagoa facultativa e um tanque de acumulação, de onde o líquido retido será recirculado na massa de resíduos.

A recirculação do chorume deverá ser realizada, preferencialmente, com a utilização de um caminhão para transporte de lixiviado, que coletará o efluente tratado do tanque de acumulação e o aspergirá sobre o maciço de resíduos. Ressalta-se que este efluente também poderá ser utilizado para a molhagem dos taludes já conformados.

As lagoas anaeróbias são tanques de grande profundidade (adotado 3,0 m), para impedir a possibilidade de penetração do oxigênio produzido na superfície para as demais camadas. A carga orgânica aplicada deverá ser alta de maneira que a taxa de consumo de oxigênio seja várias vezes superior a taxa de produção, promovendo assim um ambiente de anaerobiose.

A predominância das reações anaeróbias nestas lagoas promove a remoção de 50 a 70% da matéria orgânica do efluente (Sperling, 1996), mesmo assim, o efluente ainda possui altas taxas de matéria orgânica, necessitando de unidades para tratamento posteriores.

As Lagoas facultativas são tanques de menor profundidade, variando de 1,25 a 1,50 metros. A matéria orgânica dissolvida (DBO solúvel), juntamente com a matéria orgânica de pequenas dimensões (DBO finamente particulada) não sedimenta, permanecendo

dispersa na massa líquida. Na camada mais superficial tem-se a zona aeróbia. Nesta zona, a matéria orgânica é oxidada por meio da respiração aeróbia.

A necessidade da presença de oxigênio é suprida ao meio pela fotossíntese realizada pelas algas existentes nas camadas superficiais da lagoa. Abaixo da zona de penetração da luz solar não ocorre fotossíntese, dando origem a zona facultativa, composta de grupos de bactérias capazes de sobreviver e proliferar tanto na presença como na ausência de oxigênio. Na camada de fundo da camada facultativa onde ocorre o depósito de DBO sedimentável forma-se uma zona anaeróbia, onde os sedimentos sofrem o processo de decomposição por microrganismos anaeróbios, sendo convertidos lentamente em gás carbônico, água, metano e outros.

A impermeabilização de todas as estruturas que compõem o sistema de tratamento será feito em duas camadas de proteção compostas de uma camada de 40 cm de argila compactada seguida de manta PEAD de 2 mm.

#### 6.3.3.1 Dimensionamento da lagoa anaeróbia (LA)

Para o dimensionamento da lagoa anaeróbia, dois fatores são fundamentais:

- ✓ Tempo de detenção (t), o qual baseia-se no tempo necessário para a reprodução das bactérias anaeróbias;
- ✓ Taxa de aplicação volumétrica ( $L_v$ ) é estabelecido em função da necessidade de um determinado volume da lagoa anaeróbia para a estabilização da carga de  $DBO_5$  aplicada.

Para definição do volume, inicialmente foi calculada a taxa de aplicação volumétrica e, a partir daí, foi calculado o tempo de detenção e depois recalculado o volume da lagoa anaeróbia.

A taxa de aplicação volumétrica adotada varia em função da temperatura. Locais quentes, possuem taxa maiores (menores volumes).

$L_v = 0,1$  a  $0,3$  kgDBO/ $m^3$ .dia (von Sperling, 1996).

Considerou-se:

V = volume requerido para o reservatório ( $m^3$ );

L = carga de DBO total do afluente (kg.DBO/dia);

$L_v$  = taxa de aplicação volumétrica.

Adotando-se:

DBO efluente = 5.000 mg/l;

Vazão( $m^3$ /dia) = valor dimensionado;

$L_v = 0,3$  kgDBO/ $m^3$ .dia;

L (kgDBO/dia) = concentração de DBO/dia x vazão ( $m^3$ /dia).

#### 6.3.3.2 Dimensionamento da lagoa facultativa (LF)

Para o dimensionamento da lagoa facultativa, dois fatores são fundamentais:

- ✓ Taxa de aplicação superficial ( $L_s$ ), o qual baseia-se na necessidade de se ter uma determinada área de exposição à luz solar para que o processo de fotossíntese ocorra, isto é, a necessidade de oxigênio para a estabilização da matéria orgânica;



- ✓ Tempo de detenção (t), o qual baseia-se no tempo necessário para a reprodução das bactérias anaeróbias;

Para definição do volume, inicialmente foi calculado a taxa de aplicação superficial e a partir daí, foi calculado o tempo de detenção.

A taxa de aplicação superficial é expressa em termos de carga de DBO (L, expressa em kg.DBO/dia) que pode ser tratada por unidade de área do reservatório (A, expressa em hectares).

$L_s = 240 \text{ a } 350 \text{ kg.DBO/ha.dia}$  (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 1996).

$$L_s = 50 \times 1,072^T \quad (\text{temperatura média do ar, } ^\circ\text{C})$$

Onde: T = temperatura.

A memória de cálculo do dimensionamento das lagoas de tratamento com informações sobre as eficiências de tratamento está apresentado no *ANEXO 1-D*.

#### 6.3.3.3 Tanque de acumulação de chorume

Os efluentes líquidos percolados e coletados pelos drenos centrais serão encaminhados para as lagoas de tratamento. Em seguida, o líquido tratado serão encaminhados para armazenamento num tanque de acumulação.

O dimensionamento do tanque de acumulação é feito considerando os eventos climáticos da região como precipitação média, insolação, entre outros, conforme apresentado no item 4.7.2. A principal finalidade desta unidade é propiciar uma redução do volume do chorume produzido no aterro através da evaporação.

Para dimensionamento desse tanque teve-se os seguintes fatores considerados: *vazão afluente de chorume, tempo de detenção; inclinação dos taludes; dimensões inferiores e superiores; profundidade útil; borda livre e volume útil*. Os cálculos e o dimensionamento do tanque de acumulação são apresentados no *ANEXO 1-E* deste relatório.

É importante ressaltar que esta proposta de tanque de acumulação, aproveitando-se da baixa pluviosidade e da elevada evaporação anual da região, é a de evitar o lançamento de chorume no meio ambiente, uma vez que trata-se de um efluente dotado de considerável carga poluidora no que tange à demanda bioquímica de oxigênio. Caberá aos responsáveis pela operação do aterro o monitoramento deste tanque, no sentido de tomar providências com relação às obras de ampliação, caso necessário, à medida que novas áreas de contribuição de chorume ocorram com a evolução da operação do aterro.

Os sólidos resultantes da evaporação do chorume deverão ser dispostos nas próprias células do aterro sanitário.

Toda a área destinada ao tratamento de chorume será cercada em tela de arame galvanizado em malha quadrada com abertura de 2". Esta possuirá altura de 1,20 metros e tem por finalidade impedir o acesso de animais e pessoas não autorizadas.

#### 6.4 Memória de cálculo dos sistema de tratamento da CR

O sistema de tratamento de lixiviados (chorume) gerados na CR será constituído de uma lagoa anaeróbia seguida de uma lagoa facultativa e um tanque de acumulação, para recirculação do efluente tratado no maciço de resíduos. Os efluentes domésticos gerados nas unidades de apoio serão tratados em um sistema de composto por tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro. Em tais concepções de tratamento não haverá o lançamento dos efluentes tratados em cursos d'água. Os quadros 6.5 e 6.6 apresentam o memorial de cálculo para os sistemas de tratamento.

Quadro 6.5 - Memorial de cálculo para o sistema de tratamento da CR de Xique-Xique

MUNICÍPIO	XIQUE-XIQUE / BA		
UNIDADE	CENTRAL DE RESÍDUOS		
			Unidades
	Vazão do chorume:	82,44	m3/dia
	Vazão do tratamento:	82,44	m3/dia
	Temperatura do mês mais frio:	23,00	°C
	Concentração inicial DBO:	3.000,00	mg/L
	Carga:	247,33	kg/dia
<b>Lagoa Anaeróbia - LA</b>			
V=t*Q	Vazão (Q):	82,44	m3/dia
	Carga de DBO aplicada (L):	247,33	kgDBO/dia
	Lv de 0,1 a 0,3:	0,30	kgDBO/m3.dia
	Profundidade útil:	3,00	m
	Volume:	824,42	m3
	Área:	274,81	m2
	Tempo de Detenção - CALCULADO:	10,00	dias
	Tempo de Detenção - ADOTADO:	13,0	dias
	Área Corrigida:	357,25	m2
	Relação comprimento/largura adotado:	1,00	1,00
	Dimensões TOTAL:	18,90	18,90 m
	Quantidade de LA:	1,00	
	Área por lagoa:	357,25	m2
Inclinação dos taludes:	V:H	1,00	1,00
	Dimensões sugerida POR LAGOA:	18,90	18,90 m
	Lados parte de baixo ADOTADOS:	16,00	16,00 m
	Lados parte de cima:	22,00	22,00 m
	Área requerida de implantação:	506,25	m2
	Borda livre adotada:	0,50	m
	Volume útil Corrigido:	1.092,00	m3
	Tempo de Detenção - Corrigido:	13,25	dias
	k = coeficiente cinético (0,1 a 0,35 d-1):	0,28	
	Concentração:	646,55	mg/L
	Eficiencia:	78,45%	
	Carga de efluente:	53,30	kgDBO/dia
<b>Lagoa Facultativa - LF</b>			
	Carga de DBO aplicada (L):	53,30	kgDBO/dia
	Temperatura média anual do ar:	23,00	C°
	Txa de Aplicação superf. (Ls) de 240 a 350:	247,43	kgDBO/ha.dia
A=L/Ls -	Área:	2.154,28	m2
	Profundidade útil - (0,60 a 1,2 m):	1,50	m
	Volume:	3.231,42	m3
	Tempo de Detenção CALCULADO:	39,20	dias
	Tempo de Detenção ADOTADO:	65	dias
	Área Corrigida:	3.572,49	m2
	Relação comprimento/largura adotado:	3,00	1,00
	Dimensões TOTAL:	34,51	103,53 m
Inclinação dos taludes:	V:H	1,00	1,00
	Quantidade de LF em paralelo:	2,00	
	Área por lagoa:	1.786,25	m2
	Dimensões POR LAGOA:	17,25	51,76 m
	Lados parte de baixo ADOTADOS:	25,00	69,00 m
	Lados parte de cima:	28,00	72,00 m
	Borda livre adotada:	0,50	m
	Área requerida de implantação:	2.016,00	m2
	Volume útil Corrigido:	5.605,83	m3
TDH=V/Q			
	TDH (de 15 a 45 dias) - CORRIGIDO:	68,00	dias
	k = coeficiente cinético (0,1 a 0,35 d-1):	0,28	
	Concentração Efluentes da lagoa:	32,26	mg/L
	Eficiencia:	95,01%	

Quadro 6.5 - Memorial de cálculo para o sistema de tratamento da CR de Xique-Xique

		Carga:	2,66	kgDBO/dia
		ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA	4.538,25	m <sup>2</sup>
EFICIÊNCIA TOTAL DO SISTEMA NA REDUÇÃO DA CARGA DE DBO			98,92	%
Tanque de Acumulação de Chorume				
Vazão do Chorume (m <sup>3</sup> /dia)	47,68	m <sup>3</sup> /dia		
V=t*Q				unidades
Q =	47,68		m <sup>3</sup> /dia	
Tempo de Detenção =	4		dia	
Profundidade útil =	1,50		m	
Volume =	190,74		m <sup>3</sup>	
Área =	127,16		m <sup>2</sup>	
Relação comprimento/largura adotado	1,00	1,00		
Inclinação dos taludes: V:H	1,00	1,00		
Dimensões =	11,28	11,28	m	
Quantidade de TANQUE =	1,00			
Área =	127,16		m <sup>2</sup>	
Dimensões =	11,28	11,28		
Lados parte de baixo ADOTADOS =	10,00	10,00	m	
Lados parte de cima =	13,00	13,00	m	
Borda livre adotada =	0,60		m	
Volume útil =	199,50		m <sup>3</sup>	

Quadro 6.6 - Dimensionamento do Sistema de Tratamento de Esgoto doméstico da CR de Xique-Xique.

OCUPANTES TEMPORÁRIOS - UNIDADE	UNIDADE	CONTRIBUIÇÃO (C)	LODO FRESCO (LF)
Escritório	Pessoa	50	0,2
Número de funcionários da indústria	18		
Temperatura média do mês mais frio	23,00	°C	
Efluente sanitário	0,90	m <sup>3</sup> /dia	
Contribuição diária	900,00	L/dia	
Efluente gerados na indústria	0,90	m <sup>3</sup> /dia	
TANQUES SÉPTICOS ( $V = 1.000 + N \times (C \times t + K \times Lf)$ )			
Intervalo de limpeza - 1 ano			
Volume útil	2,11	m <sup>3</sup> /dia	
Altura útil mínima	1,2	metros	
Altura útil máxima	2,2	metros	
Altura útil média	1,7	metros	
Altura útil adotada	1,20		
Diâmetro Calculado	1,49	metros	
Diâmetro Adotado	1,50	metros	
FILTRO ANAERÓBIO ( $V = 1,6 \times N \times C \times t$ )			
Volume útil	1,44	m <sup>3</sup> /dia	
Altura útil do leito filtrante	1,20	metros	
Altura do fundo falso	0,30		
Diâmetro do filtro - Calculado	1,24	metros	
Diâmetro do filtro - Adotado	1,30		
SUMIDOURO			
Taxa de percolação do solo em campo	377,67	min/m	
Tx. Max. de aplicação diária	0,065	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d	
Área da parede do sumidouro (total) requerida	13,85	m <sup>2</sup>	
Área da parede por sumidouro requerida	13,85	m <sup>2</sup>	
Altura útil	2,00	metros	
Diâmetro do sumidouro calculado	1,80	metros	
Diâmetro do sumidouro adotado	2,00	metros	
Quantidade de sumidouro recomendado	01		
Quantidade de sumidouro adotado	01		
Área útil individual	15,71	m <sup>2</sup>	
Área de todos os sumidouros	15,71	m <sup>2</sup>	
Diâmetro do cálculo (antes dos ajustes)	1,80	metros	

### 6.5 Sistema de drenagem e coleta de gás

O processo de formação do biogás normalmente ocorre em toda a fase de operação do aterro e após o seu encerramento. Segundo registros no Brasil, Europa e Estados Unidos os aterros sanitários continuam gerando biogás de dez a quinze anos após a sua desativação.

Esses gases começam a ser gerados nos aterros sanitários após as primeiras semanas de disposição e confinamento dos resíduos sólidos, em uma fase de produção aeróbia. Após meses de confinamento se inicia a segunda fase de produção, fase acetogênica, já em regime anaeróbio. Posteriormente entra-se na fase metanogênica crescente, podendo durar até 15 anos, conforme Rushbrook P. E., 1998.

Por se tratar de um processo contínuo e de longo prazo, faz-se necessária à implantação de sistema de drenagem de gases, para que não ocorram pressões internas no maciço do aterro que venham a ocasionar rompimentos ou mesmo recalques diferenciais, comprometendo a estabilidade do aterro e a segurança da operação nas frentes de serviço.

O sistema de drenagem de gases será constituído de drenos verticais, com o objetivo de coletar o biogás na massa de resíduos, atravessando todas as camadas do aterro, até atingir a superfície.

Os drenos serão ligados aos drenos de chorume e terão seção circular com 600 mm de diâmetro usando um tubo metálico, servindo como um tubo camisa, e preenchidos com brita nº 04. Na extremidade superior do dreno, será adaptada uma manilha de concreto com o seu fechamento. Nesta será acoplada uma estrutura de aço para a queima dos gases coletados.

O detalhamento dos drenos e dos queimadores podem ser observados na prancha 05 do ANEXO 2.

#### 6.5.1 Dimensionamento e método construtivo dos drenos de gases

A metodologia para a definição do número de drenos de gases necessários ao maciço foi definido através do raio de influência desses, considerando uma distância de 25 metros. A distribuição desses drenos pelo maciço se dará de maneira triangular e equidistantes entre si obedecendo a fórmula abaixo:

$d = 2 \cdot r \cdot \cos 30^\circ$ ; onde  $d$  é a distância e  $r$  é o raio de influência

No projeto, a distribuição em planta dos drenos verticais de gases é feita considerando um raio de influência, ou de captação de biogás, de cada dreno variando entre 15 a 30 m. O espaçamento nominal considerado entre drenos será a cada 25 metros, sendo que sua construção acompanhará o processo de crescimento vertical e horizontal do aterro. A distância real entre drenos segue a fórmula:

$$X = 2 \times R \times \cos(30^\circ);$$

onde:

X = distancia real entre drenos;

R = Raio de influência (25 m).

A sua construção se dará com a utilização de um tubo metálico (podendo ser um tambor) com diâmetro de 600 mm. Esse será apoiado na base do aterro e preenchido com brita nº 4, a medida que a altura dos resíduos dispostos for aumentando, o tudo será içado de forma a acompanhar a elevação do aterro. Ao final do dreno será acoplada a estrutura metálica para a queima dos gases.

## 6.6 Resíduos e construção e demolição (RCD)

O pátio para recebimento de resíduos de construção e demolição (RCD's) foi determinado pela CODEVASF sendo que este não possui dimensionamento específico e deverá receber apenas os resíduos Classe A, conforme Resolução CONAMA 307/2002 que os define da seguinte maneira:

*Classe A* - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação, edificações, reformas (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto, e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem.

Os resíduos recebidos serão reaproveitados para a cobertura diária dos resíduos e outras obras. Não haverá nenhuma impermeabilização do pátio. Somente um sistema de drenagem de água pluvial foi projetado no entorno da área.

## 6.7 Pátio de compostagem

Trata-se de uma instalação onde se processa os resíduos orgânicos para promover a sua bioestabilização por meio de compostagem aeróbia, que é o processo biológico em que os microrganismos transformam a matéria orgânica em um material fisicamente semelhante ao solo, a que se chama composto, e que pode ser utilizado como biofertilizante no solo para produção agrícola.

A unidade de compostagem projetada funcionará com o sistema WINDROW, que consiste na decomposição natural e a céu aberto dos resíduos, com reviramento manual das leiras, com a utilização de pás e enxadas.

Como determinado no Termo de Referência da CODEVASF, a unidade foi projetada com o objetivo de atender a 20% dos resíduos orgânicos (RO) gerados pela população em um horizonte final de 30 anos.

O TR também estabelece que a massa específica dos resíduos enviados para a UC deverá possuir uma massa específica de no máximo 0,5 ton/m<sup>3</sup>; este mesmo parâmetro deverá ser de até 0,4 ton/m<sup>3</sup> para o composto maturado.

Além do pátio, a unidade é contemplada com um galpão que abrigará o triturador de galhos, peneira manual para separação e homogeneização dos resíduos, e área de cura e armazenamento do composto maturado.

O pátio de compostagem foi dimensionado de forma a permitir a permanência da maturação do composto por um período de 110 dias. Todo o efluente gerado no pátio será direcionado para um reservatório aterrado com capacidade de 10.500 litros. Este líquido armazenado será utilizado para a manutenção da umidade ótima das leiras.

### 6.7.1 Dimensionamento do pátio

O quadro 6.7 apresenta a memória de cálculo do dimensionamento do pátio da unidade de compostagem.

Quadro 6.8 - Dimensionamento do pátio de compostagem de Xique-Xique.

MEMÓRIA DE CÁLCULO				
PARÂMETROS	1ª ETAPA		FIM DE PLANO	
Total de resíduos compostáveis	vida útil (anos)	15	vida útil (anos)	30
	2.832,05	kg /dia coletado	3.355,72	kg /dia coletado
Peso Específico	500,00	kg/m <sup>3</sup>	500,00	kg/m <sup>3</sup>
Volume total ao dia	5,66	m <sup>3</sup>	6,71	m <sup>3</sup>
Altura da leira (h)	1,50	m	1,50	m



Quadro 6.8 – Dimensionamento do pátio de compostagem de Xique-Xique.

MEMÓRIA DE CÁLCULO					
PARÂMETROS		1ª ETAPA		FIM DE PLANO	
Total de resíduos compostáveis		vida útil (anos)	15	vida útil (anos)	30
		2.832,05	kg /dia coletado	3.355,72	kg /dia coletado
Base da leira (B)		2,00	m	2,50	m
Seção triangular (B x h) / 2		1,50	m²	1,88	m²
Comprimento das leiras (C)		3,78	m	3,58	m
Comprimento ADOTADO das leiras		3,80	m	3,60	m
Área da base das leiras [Ab = (B x C)]		7,60	m²	9,00	m²
Tempo de residência no pátio de degradação (T)		110,00	dias	110,00	dias
Área das leiras (T x Ab)		836,00	m²	990,00	m²
Área das leiras + folgas (pátio de degradação) %	20	1.003,20	m²	1.188,00	m²
Área de estocagem (dias)	5	18,88	m²	22,37	m²
Área para maturação (dias)	5	18,88	m²	22,37	m²
Área total do pátio de compostagem		1.876,96	m²	2.222,74	m²
ou		0,188	ha	0,222	ha
Área adotada para 1ª etapa		2.000,00	m²	2.500,00	m²
ou		0,200	ha	0,250	ha

Deve-se observar que o dimensionamento contempla todos os parâmetros para o adequado funcionamento e operacionalidade da unidade, considerando, dentre outros, as dimensões das leiras, espaços para manobras e área do pátio de cura.

### 6.7.2 Estruturas operacionais

#### 6.7.2.1 Galpão de recepção

O galpão da UC será construído em blocos de concreto aparente com cobertura de estrutura metálica para a sustentação de telhas cerâmicas.

As paredes terão altura de 2,50 metros, e entre estas e o telhado possuirá um vão aberto de 1,20 metros de altura para facilitar a iluminação e circulação de ar no galpão.

O piso do galpão será impermeabilizado com concreto e possuirá declividade de 1% para permitir o escoamento e coleta de eventuais líquidos gerados pelos resíduos recebidos. Quando existentes, o efluente coletado será encaminhado para uma caixa de passagem e posteriormente para um reservatório aterrado com capacidade de 10.500 litros.

O galpão abrigará o triturador de troncos e galhos, peneira manual para homogeneização dos resíduos (separação dos resíduos maiores que 5 cm), uma balança mecânica com capacidade para 150 kg. A maturação e armazenamento final do composto e uma área para maturação com capacidade para 5 dias de armazenamento e uma área com capacidade para armazenar o composto maturado de 5 dias produção.

O telhado desse galpão é dotado com calhas para a captação das águas pluviais. Essas são armazenadas em reservatório apoiado com capacidade de 1.000 litros. A água deste reservatório deverá ser utilizada para a lavagem de pisos e equipamentos. Foi dimensionado um dispositivo de descarte das primeiras águas de lavagem, nas quais serão descartadas.



O galpão possui um ponto de água que será utilizado para a lavagem dos equipamentos e piso.

#### 6.7.2.2 Pátio de compostagem

Foram projetados 2 pátios para a formação das leiras e compostagem dos resíduos. Como explicado anteriormente, o pátio menor foi dimensionado para o atendimento à demanda de geração de resíduos dos 10 primeiros anos de operação da unidade.

Com isso, é possível reduzir o investimento inicial de construção da unidade e avaliar a geração de RO do município bem como a eficiência da produção de composto. Caso necessário, se dará a construção do 2º pátio de compostagem da unidade.

O pátio foi projetado com 2 camadas de estruturas impermeabilizantes. A sua base será em argila compactada com 15,00 cm de espessura, seguido de uma camada de 10,0 cm de espessura construída em concreto armado de traço 1:3:5 e FCK de 15 MPA. A armação empregada no concreto armado será em tela soldada de aço CA 60 de bitola de 4.2 mm, com espaçamento de 10,0 X 10,0 cm.

O piso projetado possuirá juntas de dilatação (selante elástico de poliuretano de 1,00 X 1,00 cm) com afastamento de 2 metros. Esse piso foi projetado para suportar a circulação de caminhões de médio porte.

Todo o pátio é contornado por meio fio de concreto moldado no local com dimensões de 45,00 X 15,00 cm. Possuirá uma declividade de 0,5% para o escoamento do chorume gerado e drenagem das águas pluviais. O líquido drenado será coletado por canaletas de concreto meia cana de 300 mm de diâmetro, e direcionado para uma caixa de passagem.

Desta, seguirá através de uma tubulação de PVC com 100 mm de diâmetro até um reservatório aterrado com capacidade de 10.500 litros. Esta água armazenada deverá ser utilizada apenas para a manutenção da umidade ótima das leiras. A retirada da água do reservatório, quando necessário, se dará através de bomba autoaspirante c/ motor elétrico monofásico 1/4 cv.

O detalhamento do pátio de compostagem é apresentado na prancha 11 do ANEXO 2.

#### 6.7.2.3 Dimensionamento dos reservatórios de água pluvial

Para o dimensionamento dos reservatórios de armazenamento de água pluvial (telhado do galpão e pátio de compostagem), considerou-se as mesmas fontes de informações e dados apresentados no item 4.7 deste relatório (intensidade da chuva, período de retorno, área de drenagem, etc). O quadro 6.9 apresenta o balanço hídrico do município, onde foram consideradas, para efeito de cálculo, apenas as precipitações médias dos meses chuvosos.

Quadro 6.9 – Balanço hídrico do município de Xique-Xique.

Parâmetro	MESES (Selecionar as estações úmidas)												ANUAL
(mm)	JAN <input checked="" type="checkbox"/>	FEV <input checked="" type="checkbox"/>	MAR <input checked="" type="checkbox"/>	ABR <input type="checkbox"/>	MAI <input type="checkbox"/>	JUN <input type="checkbox"/>	JUL <input type="checkbox"/>	AGO <input type="checkbox"/>	SET <input type="checkbox"/>	OUT <input type="checkbox"/>	NOV <input checked="" type="checkbox"/>	DEZ <input checked="" type="checkbox"/>	
TEMPER. (T)	25,50	25,60	25,40	24,90	24,30	23,00	23,00	24,20	25,80	26,50	26,30	25,40	24,99
EP	128,82	117,18	123,66	109,31	101,00	81,94	85,35	101,67	123,89	143,23	138,44	129,54	1384,02
P	135,10	166,00	123,70	83,40	17,20	4,60	0,80	0,70	10,40	65,20	166,40	126,80	900,30
C'	0,14	0,14	0,14	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,14	0,14	
ES	18,44	22,66	16,89	7,30	1,51	0,40	0,07	0,06	0,91	5,71	22,71	17,31	113,96
I	116,66	143,34	106,81	76,10	15,70	4,20	0,73	0,64	9,49	59,50	143,69	109,49	786,34
I-EP	-12,16	26,16	-16,84	-33,21	-85,30	-77,74	-84,62	-101,03	-114,40	-83,74	5,25	-20,05	-597,68
NEG	-12,16	0,00	-16,84	-50,05	-135,35	-213,09	-297,71	-398,74	-513,14	-596,88	0,00	-20,05	
AS-Tabela	113,00	125,00	108,00	83,00	41,00	22,00	11,00	5,00	2,00	1,00	125,00	106,00	
DIF. AS	113,00	12,00	-17,00	-25,00	-42,00	-19,00	-11,00	-6,00	-3,00	-1,00	124,00	-19,00	
ER	3,66	117,18	123,81	101,10	57,70	23,20	11,73	6,64	12,49	60,50	138,44	128,49	784,93

Os quadros 6.10, 6.11, 6.12 apresentam, respectivamente, o dimensionamento do dispositivo de descarte da água de lavagem do telhado do galpão, do reservatório do galpão e do reservatório do pátio de compostagem.

Quadro 6.10. – Reservatório de descarte inicial.

$V=t*Q$		
Vazão média unitária =	157,96	L/m2.mês
Tempo de descarte inicial =	15,00	min
Área de Contribuição 1 =	78,65	m2
Altura útil 1 =	1,00	m
Vazão 1 =	0,000288	m3/min
Volume 1 =	4,31	litros
Diâmetro 1 =	7,4	cm
Área de Contribuição 2 =	102,96	m2
Altura útil 2 =	1,00	m
Vazão 2 =	0,000376	m3/min
Volume 2 =	5,65	litros
Diâmetro 2 =	9,3	cm

Quadro 6.11 – Reservatório da administração.

Vazão média unitária =	157,96	L/m2/mês
Área de Contribuição =	102,96	m2
Vazão =	0,542	m3/dia
Tempo de acumulação =	2,00	dia
Profundidade útil =	1,50	m
Volume =	1,08	m3
Área =	0,72	m2
Dimensões quadradas sugeridas =	0,85	m
Dimensões circular sugeridas =	0,96	m
Dimensões ADOTADAS =	1,00	0,72 m

Quadro 6.12 – Dimensionamento do pátio de compostagem de Xique-Xique.

Vazão média unitária =	157,96	L/m2/mês
Área de Contribuição =	2.000,00	m2
Vazão =	10,531	m3/dia
Tempo de acumulação =	1,00	dia
Profundidade útil =	1,50	m
Volume =	10,53	m3
Área =	7,02	m2
Dimensões quadradas sugeridas =	2,65	m
Dimensões circular sugeridas =	2,99	m
Dimensões ADOTADAS =	2,00	3,51 m

\*Apesar desse dimensionamento indicar a dimensão do reservatório de 3,51 m, foi adotado 3,50 m por motivo de execução do projeto, sendo assim o volume total passará a ser de 10.500m³.

#### 6.7.2.4 Máquinas equipamentos

Os equipamentos para o adequado funcionamento da unidade são apresentados no quadro 6.13.

Quadro 6.13 - Equipamentos e ferramentas necessários para o pátio de compostagem.

Item	Quantidade (unidade)
Triturador de galhos e troncos	1
Balança 150 Kg	1
Pá quadrada	4
Enxada	3
Carrinho de mão	3
Vassoura para limpeza	3
Balde de 10 litros	3
Peneira Manual	2
Mangueira do galpão	40 metros
Mangueira do pátio	100 metros

Na manutenção dos equipamentos deve-se observar as recomendações dos fabricantes, as quais podem ser encontradas nos respectivos manuais de operação.

### 6.7.3 Critérios operacionais do pátio de compostagem

O processo de compostagem é desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos e envolve necessariamente duas fases distintas, sendo a primeira de degradação ativa (termofílica) e a segunda de maturação ou cura.

Na fase de degradação ativa, a temperatura deve ser controlada a valores termofílicos, na faixa de 45 a 65°C. Deverão ser realizados ciclos de reviramento para que a massa de resíduos seja oxigenada possibilitando ocorrer a correta fermentação.

Quando a temperatura baixar para o estágio mesofílico (30 a 45°C), o composto fermentado deverá permanecer nas leiras, para a maturação ou bioestabilização, por período de até 100 dias.

Na fase de maturação, o composto entra em processo de humificação, onde a temperatura gira em torno da ambiente, possibilitando seu uso no solo sem causar danos às plantas e ao meio ambiente.

Após algum tempo de operação da Unidade de Compostagem, como alternativa poderá retirar-se uma amostra de composto das leiras mais antigas, e adicioná-la ao composto novo, estimulando a ação dos microrganismos.

O teor de umidade dos resíduos depende da sua granulometria, porosidade e grau de compactação. Para uma boa compostagem, a umidade deve-se manter em torno de 40% a 60%. Teores de umidade abaixo de 40% retardam o processo por inibir a atividade biológica e acima de 60% torna o meio anaeróbico, por baixar o potencial de oxidação-redução, reduzindo a eficiência do processo. Sendo assim, teores na faixa de 55% são considerados ótimos para o processo.

#### 6.7.3.1 Preparo da composto

Os resíduos a serem compostados devem estar livres de inertes, ter partículas com diâmetro médio de 35 mm, umidade satisfatória (55%), concentração adequada de nutrientes e uma relação carbono: nitrogênio próxima a 30:1.

Todo o resíduo recebido deverá passar por uma peneira manual para a segregação do material grosseiro. É importante a observação da presença de possíveis resíduos como pilhas, plásticos, trapos, borrachas, dentre outros. A presença destes podem contaminar o composto.

O ideal é que a massa de compostagem seja resultante da mistura de vários resíduos orgânicos: podas, restos de alimentos, restos de culturas vegetais, esterco, etc. Dessa

forma, será garantido o equilíbrio nutricional e a flora microbiológica diversificada, o que imprime alta eficiência ao processo.

#### *6.7.3.2 Formação e operação das leiras*

Para a formação da leira, os resíduos devem estar bem homogeneizados. Quando o material disponível para a formação da leira for insuficiente, estes deverão ser dispostos em forma de pilhas, com o formato cônico. Depois de formada, cada leira ou pilha deverá ser sinalizada com placa de identificação e informando a data de sua formação.

Após a cura, as leiras deverão ser removidas e transportadas para o galpão de armazenamento temporário para a cura final do composto, onde poderão ser dispostas em pilhas.

#### *6.7.3.3 Ciclos de reviramento*

O processo de compostagem simplificado é desenvolvido com base no rígido controle dos fatores que afetam o processo – umidade, aeração e temperatura – e pelo ciclo de reviramento imposto à massa de compostagem.

O reviramento da leira tem duas funções básicas: propiciar a aeração da massa e dissipar as altas temperaturas (maior que 65 °C) desenvolvidas na fase ativa de degradação.

Um ciclo de reviramento satisfatório deve ser executado a cada três dias. Este ciclo favorece a atividade microbiológica, homogeniza a massa, favorece a degradação e exerce ações físicas de quebra das partículas.

#### *6.7.4 Impactos da Unidade*

A compostagem pode provocar impactos ambientais caso a operação não siga os critérios técnicos preconizados para o processo. São três os agentes que podem causar impactos durante a operação do processo de compostagem, conforme a seguir.

##### *6.7.4.1 Emissão de Odores*

Os resíduos orgânicos entram em estado de putrefação ainda na fonte de produção, liberando odores. No entanto, durante a compostagem, só haverá liberação de odores caso o sistema não esteja sendo operado tecnicamente. Geralmente, isso ocorre devido aos seguintes fatores:

- excesso de umidade;
- tamanho da partícula do material maior que 50 mm;
- configuração geométrica inadequada da leira de compostagem.

Para evitar esse problema recomenda-se durante os primeiros dez dias recobrir as leiras com uma camada de composto maturado, a qual funcionará como um filtro biológico, eliminando a liberação de odor pela leira.

##### *6.7.4.2 Proliferação de Vetores*

A maioria dos vetores biológicos está associada ao lixo urbano, pelo fato da matéria orgânica se constituir num ambiente propício a proliferação destes. Sendo assim, é importante minimizar esse fenômeno e adotar medidas para evitar sua proliferação. Dentre as principais medidas de controle, tem-se:

- desenvolver um programa de limpeza da unidade, incluindo a lavagem de todos os equipamentos e ferramentas com sabão e detergentes específicos para essa finalidade;

- estabelecer um controle do sistema de compostagem a fim de que as leiras operem sempre na faixa termofílica de temperatura (45-65°C);
- cobrir as leiras com uma camada de composto maturado na primeira semana do processo, evitando a atração de vetores.

#### 6.7.4.3 *Produção de Chorume*

O chorume é o líquido resultante do processo de decomposição natural de resíduos orgânicos. Trata-se de um líquido que pode incorporar altas concentrações de macro e micronutrientes. Uma correta operação do pátio impede a geração de chorume. Dentre os fatores causadores da liberação de chorume, têm-se:

- a falta de critérios na operação do sistema;
- o excesso de umidade na massa de compostagem.

#### 6.7.4.4 *Produção de Rejeitos*

Os rejeitos resultantes do peneiramento final do composto orgânico devem retornar para as leiras que estarão sendo montadas, melhorando a sua porosidade, a eficiência do processo e evitando a produção de rejeito no sistema.

#### 6.7.4.5 *Equipamentos de laboratório*

O quadro 6.14 apresenta os principais equipamentos necessários à realização dos ensaios e medições necessários para o controle do processo de compostagem da matéria orgânica. Este possui caráter informativo e a aquisição de novos equipamentos e até mesmo a terceirização de alguns serviços de análises será de responsabilidade do administrador/gestor da unidade.

Quadro 4.12 – equipamentos necessários ao laboratório da unidade.

Parâmetros		Equipamentos necessários
Físicos	Temperatura	- Sonda para medição de temperatura e umidade
	Umidade	
	Sólidos voláteis	- Estufa (1) - Moinho (1) - Cadinhos de porcelana (8) - Peneira (1) - Sacos plásticos - Dessecador (1) - Mufla (1) - Balança analítica (1) - Pinça (4)
Químicos	pH	- Deionizador (1) - Recipiente para armazenamento da água deionizada (1) - Bomba de vácuo (1) - Filtros - pHmetro - Bastão de vidro (5)

## 7 CÁLCULO DE ESTABILIDADE DE TALUDES

### 7.1 *Considerações gerais*

A realização da análise de estabilidade de taludes, quando estes são formados por resíduos sólidos urbanos (RSU), segue a teoria clássica da Mecânica dos Solos, pois ainda não se dispõe de modelos e teorias adequadas para representar realisticamente tal material. Logo, os resultados em termos de estabilidade de taludes costumam ser conservadores, na ótica destes conceitos.

Os valores encontrados na literatura referentes aos parâmetros de resistência dos RSU são bem variáveis, pode-se citar como exemplo o peso específico do mesmo, que possui

uma faixa de alteração entre 3 kN/m<sup>3</sup> para resíduos pouco ou nada compactados, e 16 kN/m<sup>3</sup>. Em geral, o peso específico cresce com a profundidade, chegando a valores máximos de 12,5 kN/m<sup>3</sup> em profundidades da ordem de 45 m, a partir da qual a profundidade parece não exercer mais influência sobre o parâmetro.

A análise feita no presente estudo utilizou como parâmetros de resíduos sólidos urbanos:  $c = 12$  kPa,  $\phi = 23^\circ$  e  $\gamma = 10$  kN/m<sup>3</sup>, com a hipótese de ruptura circular e modelo de resistência seguindo a envoltória de Mohr-Coloumb.

Onde:

$c$  = coesão;

$\phi$  = ângulo de atrito;

$\gamma$  = peso específico.

O Coeficiente  $R_u$ , fator médio entre as tensões totais e as poro-pressões (líquidos e gases), está implícito nesta análise ( $R_u=50\%$ ) para calcular a poropressão, sendo um parâmetro amplamente utilizado em análise de estabilidade de taludes, modelando a pressão intersticial como uma fração das pressões verticais de terra (ou tensões geostáticas) para cada fatia da superfície potencial de ruptura. O software utilizado para a modelagem permite que este coeficiente possa ser especificado para cada tipo de material.

Os parâmetros de resistência para Areia argilosa de compacidade variada foram retirados da literatura especializada.

O quadro 7.1 apresenta os parâmetros de entrada para a alimentação dos modelos de estabilidade dos taludes.

Quadro 7.1 - Parâmetros de entrada na elaboração dos modelos de estabilidade.

MATERIAL	PESO ESPECÍFICO (kN/m <sup>3</sup> )	RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO	
		$c'$ (kPa)	$\alpha'$ (°)
Areia Argilosa	18	9	25
RSU	8	12	23

Para efeitos de análise crítica, considerou-se que o sistema de drenagem do chorume por alguma razão opera de maneira ineficiente, ocasionando o aumento do nível líquido no interior do maciço, identificada pela linha tracejada na figura, contribuindo diretamente para o decréscimo da resistência.

## 7.2 Resultados

As figuras 7.1 e 7.2 apresentam as análises realizadas através do *software* SLOPE.



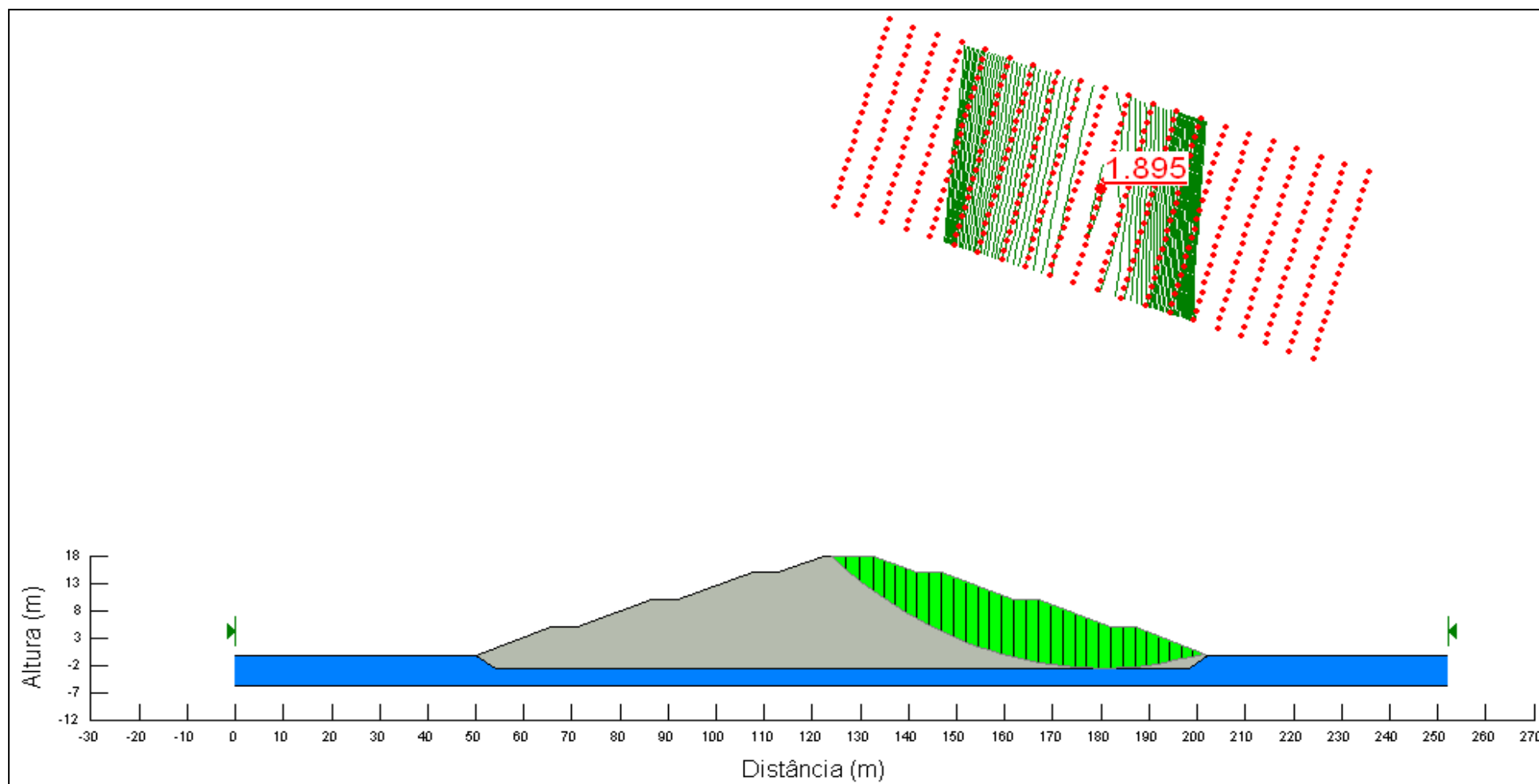


FIGURA 7.1 – Apresentação da superfície de ruptura mais frágil do talude do aterro de Xique-Xique, com seu respectivo **Fator de Segurança (FS=1,895)**.

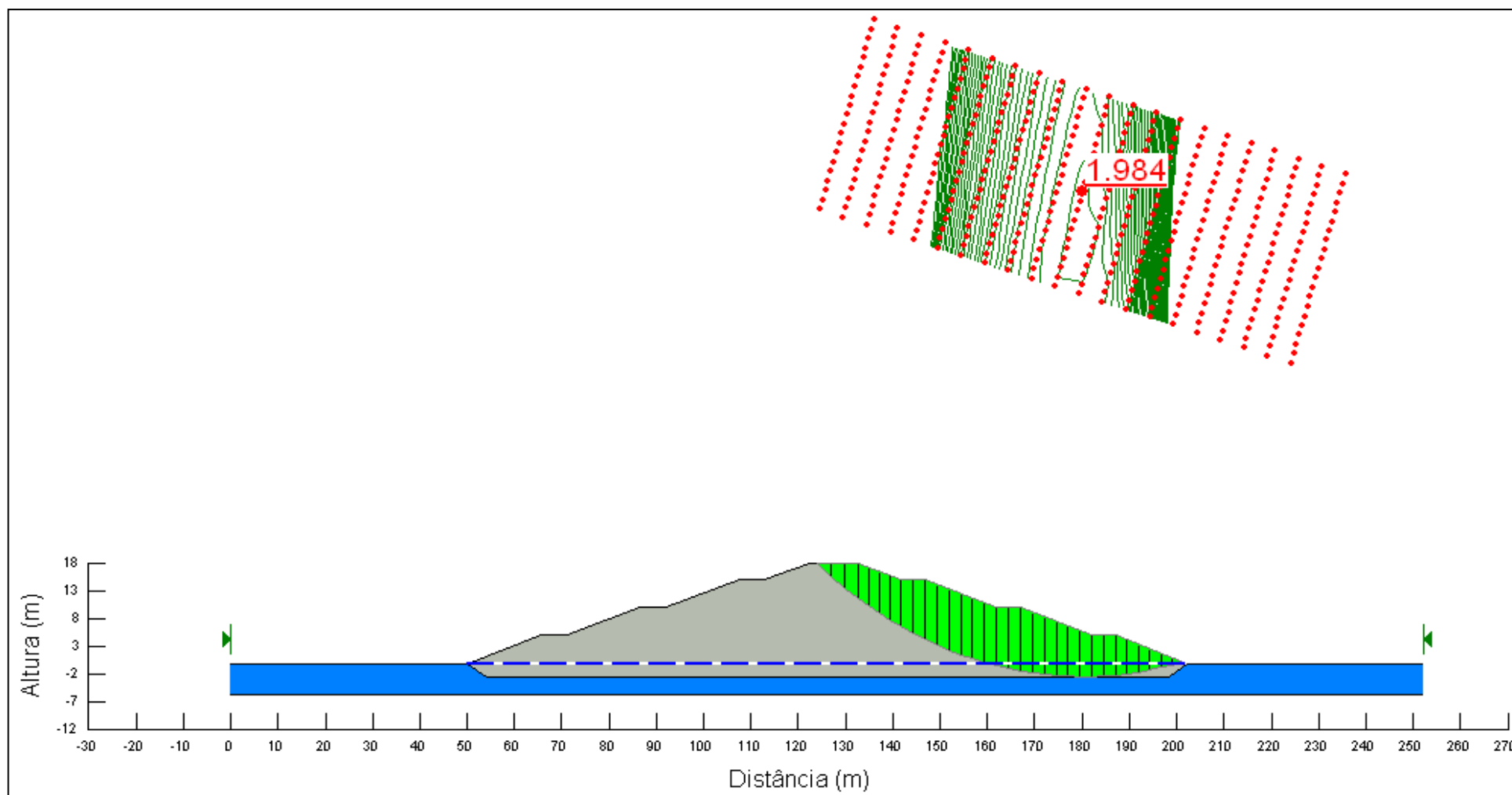


Figura 7.2 - Apresentação da superfície de ruptura mais frágil do talude do aterro de Xique-Xique, com seu respectivo **Fator de Segurança (FS=1.984)**.

### 7.3 Conclusões

Diante das técnicas de engenharia usualmente empregadas nesse tipo de estudo, onde preconiza-se também a precaução como sinônimo de segurança, o fator de segurança mínimo recomendado é de 1,5. Logo, as inclinações adotadas nos taludes do referido aterro, de 1V:3H, e 1V:2H dos taludes de corte do terreno, se apresentaram satisfatórias para todas as situações estudadas.

Vale ressaltar que a estabilidade de taludes de aterros sanitários não é apenas uma questão de análise computacional, mas sim de observação sistemática do seu desempenho, cujos resultados realimentarão continuamente novas análises e possibilitarão a proposição de medidas corretivas.

Por fim, os estudos geotécnicos de estabilidade realizados para os aterros sanitários projetados concluíram que os mesmos apresentam adequada e satisfatória segurança, devendo-se, entretanto, serem obedecidas e as recomendações quanto aos procedimentos de monitoramento e operação quanto à questão geotécnica.

O responsável técnico pelos cálculos da estabilidade de taludes apresentado é o *Engº Civil André Oliveira Soares Pessanha, CREA/MG 107.453/D.*

## 8 MEMORIAL DE CÁLCULO ESTRUTURAL

### 8.1 Considerações

- tensão admissível do terreno = 15 Mpa = 1,50kg/cm<sup>2</sup>
- concreto fck 180 kg/cm<sup>2</sup>
- aço CA 50
- recobrimento da armadura: 2,0cm
- alvenaria de bloco de cimento - peso específico = 2200 kg/m<sup>3</sup>
- cobertura com telhas cerâmicas - peso total com madeiramento= 115kg/m<sup>2</sup>

### 8.2 Dimensionamento da sapata corrida

#### 8.2.1 Pelo Método das bielas

$d \geq \underline{b-bo}$  ou

$d \geq 1,44 \sqrt{(P/\sigma)}$  em que  $\sigma=0,85 \cdot F_{ck}$  (usar o maior valor) 1,96

para fck=180 ,  $\sigma = 78,06\text{kg/cm}^2$

$T = P(b-bo)$

8d

$A_s = \frac{1,61 T}{f_{yk}}$ ,  $f_{yk}$  para CA 50 = 5000kg/cm<sup>2</sup>

$f_{yk}$

sendo, b = largura da sapata (utilizado 40cm)

e bo= largura do pilar (utilizado 15cm)

#### 8.2.2 Carga por metro sobre a sapata

$P(\text{total}) = p(\text{alv}) + p(\text{cob})$

$p(\text{alv}) = \text{carga da alvenaria}$

$$p(\text{alv}) = 2,200 \times 4,0 \times 0,15 = \underline{1320,0 \text{ kg/m}}$$

Altura média de alvenaria = 4,0m

Espessura do bloco - e = 15cm

p(cob) = carga da cobertura

$$p(\text{cob}) = 115,00 \times 2,94 = \underline{338,10 \text{ kg/m}}$$

Largura média por água de cobertura = 2,94m

Peso da cobertura = 115,0kg/m<sup>2</sup>

$$P(\text{total}) = 1.320,0 + 338,0 = 1.658,0 \text{ kg/m}$$

(usamos 1.700,0 kg/m)

Temos então:

$$d \geq \underline{40-15} = 6,25\text{cm} \text{ ou}$$

$$d \geq 1,44 \cdot \sqrt{(1700,0/78,06)} = 6,72\text{cm}$$

$$d = 7,0\text{cm} \text{ e } h = 12,0\text{cm}$$

$$T = 1700(40-15) = 758,92 \text{ kg}$$

$$A_s = \underline{1,61 \times 759,0} = 0,24\text{cm}^2/\text{m}$$

$$5000$$

$$A_s = \emptyset 5.0 \text{ c/ } 20 (1,0\text{cm}^2/\text{m})$$

### 8.3 Dimensionamento da sapata isolada

#### 8.3.1 Pelo mesmo método das bielas

$$d \geq \underline{b-b_0} \text{ ou}$$

$$d \geq \underline{a-a_0} \text{ ou}$$

$$d \geq 1,44 \sqrt{(P/\sigma_a)} \text{ em que } \sigma_a = 0,85 \cdot f_{ck} \text{ (usar o maior valor) } 1,96$$

sendo a = largura e b = comprimento da sapata, se for retangular. Como consideramos sapata quadrada, a=b.

$$T = P(b-b_0)$$

$$8d$$

$$A_s = \underline{1,61 T} \text{ , } f_{yk} \text{ para CA 50} = 5000\text{kg/cm}^2$$

$$f_{yk}$$

As será a mesma das duas direções da sapata.

#### 8.3.2 Cálculo da carga sobre sapata isolada

Na pior das hipóteses, onde a carga é máxima, temos:

Peso da alvenaria:

a- distância entre pilares = 3,0m

b- altura média da alvenaria = 3,0m

a- largura dos blocos=20,0cm

$P=2.200,0 \times 3,0 \times 0,20 = 1.320,0 \text{ kg/m} \times 3,0 = \underline{3.960,0 \text{ kg/sapata isolada.}}$

Peso da cobertura:

c- largura média por água= 7,0m

d- peso da cobertura = 115kg/m<sup>2</sup>

e- distância entre pilares = 3,0m

$P= 115,0 \times 7,0 \times 3,0 = 2.415,0 \text{ kg/sapata isolada}$

Peso total= 3.960,0+2415,0=6.375,0 kg/sapata isolada

1) Temos então:

- Para dimensionar a base:

$A_b = P/\sigma_s$  ,

onde  $A_b$ = área da base,  $P$ = carga total e  $\sigma_s$ = tensão admissível do solo

$A_b = 6.375,0/1,50 = 4.250,0 \text{ cm}^2$

$a=b=\sqrt{4.250,0}=65,0 \text{ cm}$

Usamos  $a=b=80,0 \text{ cm}$

largura do pilar = 20x20 (cm)

$d \geq \frac{a-a_0}{4}$

$d \geq \frac{80-20}{4} = 15,0 \text{ cm}$  ou

$d \geq 1,44 \cdot \sqrt{(6.375,0/78,06)} = 13,01 \text{ cm}$

Usamos  $d=20,0 \text{ cm}$  e  $h=25,0 \text{ cm}$ .

$T = \frac{P(b-b_0)}{8d} = \frac{6.375,0 (80-20)}{8 \times 20} = 2.390,62$

$A_s = \frac{1,61 T}{f_{yk}} = \frac{1,61 \times 2.390,62}{5.000} = 0,76 \text{ cm}^2$

$A_s = 8 \text{ } \varnothing 6,3$  (2,52cm<sup>2</sup>) em cada direção.

#### 8.4 Dimensionamento dos pilares

Pela NBR 6118, item 13.2.3 o valor mínimo da seção transversal do pilar é de 360cm<sup>2</sup>. Adotamos então a dimensão mais próxima do mínimo que é 20,0x20,0 (400cm<sup>2</sup>).

A menor bitola de ferro longitudinal é o  $\varnothing 10,0$  (ou 3/8"). Usamos então o valor mínimo de 4  $\varnothing 10,0 \text{ mm}$ , que corresponde em área=3,20cm<sup>2</sup>.

Os estribos possuem diâmetro mínimo de  $\varnothing 5,0$  com espaçamento mínimo correspondente a largura do pilar, ou seja, 20,0cm.

Com estas dimensões, cada pilar tem capacidade de carga de aproximadamente 28,0toneladas, valor suficiente para a situação, que possui carga máxima de 6,37 toneladas, ou 6.375 kg.

### 8.5 Dimensionamento das cintas de travamento

Como o próprio nome identifica, estas vigas não têm função estrutural e sim de travar a alvenaria, evitando fissuras.

Por isso as dimensões foram as mínimas, ou seja, vigas de 15x15 com 4 Ø 6.3 (corridos) e estribos de Ø 5.0 a cada 15cm.

## 9 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 9.1 Considerações gerais

Estas especificações técnicas se referem à construção de uma central de resíduos no município de Xique-Xique, com área total de 129.827,28 m². Estarão disponibilizados os Projetos de Arquitetura, de Estrutura, de Instalações Elétricas e Hidrosanitárias.

As propostas a serem feitas deverão ter como referência os Projetos elaborados com suas respectivas especificações e as considerações contidas nesse documento técnico.

Na construção da obra deverão ser empregados ferramentas e equipamentos adequados aos serviços a serem feitos.

De forma geral, todos os materiais a serem utilizados na obra deverão ser de primeira qualidade, obedecendo, quando for o caso, as prescrições destas Especificações Técnicas e também aquelas relativas a cada projeto.

Todos os serviços deverão ser executados por profissionais habilitados e competentes de forma a garantir a excelente qualidade pretendida na construção.

A Comissão Fiscalizadora deverá ter livre acesso ao local da obra para verificações da qualidade dos serviços e dos materiais.

### 9.2 Objetivo

As presentes especificações têm por finalidade, a instituição de normativas gerais de caráter técnico, as quais deverão ser cumpridas quando da Execução dos Serviços e Obras adjudicados pela FLORAM ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE, além da descrição dos materiais e acabamentos da área de transbordo em consonância com as melhores técnicas e características de execução dos mesmos.

### 9.3 Apresentação

Todos os materiais, obras e serviços a serem empregados, ou executados, deverão atender ao exigido nas presentes Especificações, nos projetos elaborados, no contrato firmado entre a FLORAM e a CODEVASF, nas ordens escritas da supervisão da FLORAM, e, nos casos omissos, nas Normas e Especificações da ABNT e do fabricante do material. Modificações que possa haver no decorrer da obra serão acertadas e discutidas entre as partes. Pequenos serviços não relacionados nestas especificações, mas que o bom senso e a boa técnica recomendam sua execução deverão ser realizados. Para estas especificações e efeito de simplificação, ficam definidos os seguintes termos:

**CONTRATANTE**: Empresa contratante dos projetos executivos;

**PROJETISTA**: Empresa contratada para elaboração dos projetos executivos;

**CONTRATADA**: Empresa contratada para execução dos serviços e obras;

**FISCALIZAÇÃO**: A própria contratante e/ou empresa formalmente designada para este fim.



#### 9.4 Controles geológicos e geotécnicos

Os requisitos construtivos, detalhados explicitamente ou omitidos neste projeto, relativos a:

- ✓ Apoios contínuos e ancoragens de tubulações subterrâneas;
- ✓ Estruturas (temporárias ou permanentes), de qualquer natureza, destinadas à contenção de escavações;
- ✓ Drenagens superficiais e profundas (provisórias ou definitivas), esgotamento de valas e rebaixamento de lençol freático;
- ✓ Reaterro compactado, proteções subterrâneas e superficiais contra erosões, substituições de materiais de reaterro;
- ✓ Recomposições, bota fora de materiais e limpeza de sítios de obras;
- ✓ Controle tecnológico sistemático do Concreto a ser executado.

Deverão ser reavaliados na fase e execução de obras, em função das condições geológicas e geotécnicas específicas reveladas pelo subsolo escavado. A reavaliação caberá à Fiscalização da contratante, que se orientará junto a projetista.

#### 9.5 Controles topográficos

Todas as indicações topográficas planialtimétricas constantes deste projeto deverão ser confirmadas durante as obras por controle instrumental apropriado. A demarcação e acompanhamento dos serviços a executar devem ser efetuados por equipe de topografia da Contratada e liberada pela Fiscalização.

Os trabalhos de locação e acompanhamento topográfico na implantação dos projetos executivos de Central de Resíduos deverão ser executados por profissionais comprovadamente capacitados e experientes na atividade.

Deverão ser utilizados equipamentos de última geração e comprovada eficácia, de maneira que as tolerâncias de variações nas cotas e caminhamento da rede não sejam ultrapassadas por deficiência dos mesmos.

A Contratante manterá uma equipe topográfica incumbida de supervisionar os serviços topográficos executados e verificar a correção das coordenadas das valas de resíduos sólidos urbanos e RSSS, das lagoas de tratamento de efluentes e locação da unidade de compostagem.

Quaisquer discrepância entre o projeto e os dados levantados ou verificados em campo deverão ser avaliadas pela Fiscalização e pela equipe de topografia da Contratante, que poderão, ao seu critério dirimir as eventuais dúvidas ou propor novas alternativas de execução.

Os custos do acompanhamento topográfico do projeto executivo de implantação da CR deverão estar diluídos nas despesas indiretas da obra.

#### 9.6 Equipamentos

Ficará a cargo da contratada:

1. Um número suficiente de equipamentos para execução dos trabalhos dentro dos prazos previstos no cronograma da execução.
2. Equipamentos de reserva suficientes para substituir máquinas em reparo ou deficientes.

A limpeza do terreno poderá ser realizado com motoniveladora ou trator de esteiras com potência nominal mínima de 160 HP.

As escavação de cortes e empréstimos ou bases de aterros, nas condições desta especificação será executada mediante a utilização racional de equipamentos adequados que possibilite a execução dos serviços com a produtividade requerida. Serão empregados tratores de esteiras ou pneus, equipados com lâmina e, quando for o caso, escarificador. A potência do trator empregada será aquela requerida para execução do serviço, não podendo ser inferior a 140HP.

Para a operação de carga serão utilizadas pás carregadeiras de pneus com potência mínima de 100HP para matérias sem ou com pouca umidade, e de esteiras quando houver teor de umidade que obrigue esta opção.

Quando for necessário fazer o transporte de matérias a uma distância superior a 500m é recomendado o uso de caminhão basculante, de modo que esse pode fazer a descarga em aterros e bota fora.

Na construção e compactação dos aterros poderão ser empregados tratores de lâmina, escavo-transportadores, moto-escavo-transportadores, caminhões basculante ou excepcionalmente de carroceria fixa, motoniveladoras, rolos de compactação (lisos, de pneus, pés-de-carneiro, estáticos ou vibratórios), rebocados por tratores agrícolas ou auto-propulsores, grade de discos para aeração, caminhão pipa para umedecimento, e pulvi-misturador para a homogeneização. Em casos específicos onde esses equipamentos sejam de difícil acesso serão usados equipamentos manuais como soquetes manuais, sapos mecânicos, placas vibratórias, ou rolos de dimensões reduzidos.

Para realização de reaterro compactado de vala devem ser empregados os compactadores de placa vibratória (elétricos, a diesel ou a gasolina), equipamentos de percussão (sapos mecânicos a ar comprimido, rolos compactadores de pequenas dimensões e soquetes manuais com mais de 30 kg).

A relação do equipamento principal deverá ser aprovada previamente no início da obra pela fiscalização, sendo exigida a permanência na obra do equipamento mínimo apresentado pela contratada. O transporte do equipamento à obra, bem como sua remoção para eventuais consertos, ou sua remoção definitiva da obra, correrá por conta da contratada.

#### 9.7 *Segurança*

A contratada será responsável pela ordem e segurança no canteiro, providenciará, construirá e manterá todas as barricadas e sinalização necessárias. Deverá tomar todas as providências cabíveis para a proteção da obras e segurança do público.

A critério da fiscalização todas as barricadas e obstruções deverão ser iluminadas durante a noite.

#### 9.8 *Segurança do trabalho nas atividades de construção civil*

A contratada, durante todo o período de execução de obras, deverá dotar e manter um sistema de Segurança do Trabalho e para isto se reportará à Portaria nº 3214 de 8 de junho de 1978 do Ministério do Trabalho. Em especial, deverá seguir as instruções contidas na NR 18 - *Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção*, visando orientar e definir procedimentos no que se referem às diretrizes básicas de Engenharia de Segurança do Trabalho e Proteção Ambiental, com o objetivo de preservar a integridade do trabalhador, o patrimônio, e o meio ambiente assegurando a continuidade das atividades.

A contratada deverá planejar e localizar todas as unidades que comporão o canteiro de obras submetendo-os à prévia aprovação da fiscalização.

#### 9.9 Regulamento interno

A contratada será responsável pela manutenção da obra, ordem no canteiro e no acampamento, e empregará para este fim, pessoal adequado. O número deste pessoal e o regulamento interno do canteiro deverão ser submetidos a aprovação da fiscalização.

#### 9.10 Manutenção

Caberá a contratada a manutenção das construções, instalações, estradas, pátios e cercas do canteiro até o final da obra.

A contratada deverá preencher todas as exigências da lei e regulamentos em vigor, que afetam as construções, sua manutenção e operação e será responsável por todas as demandas resultantes de má administração dos trabalhos.

#### 9.11 Retirada das instalações

Após o término das obras e antes do pagamento final contratual, a contratada removerá todos os prédios temporários, todas as construções com exceção das propriedades de outros, e das que a fiscalização determinar. A desmobilização deverá ser considerada, a entrega da área onde foram realizados os serviços em perfeito estado de uso e nos padrões de como foi encontrado antes do início das obras.

#### 9.12 Canteiro de obras

Para os serviços objeto desta contratação, a contratada fornecerá, em local apropriado, as instalações do canteiro obedecendo rigorosamente às especificações, Normas Técnicas, Administrativas, de Segurança e Meio Ambiente. O escritório de obra, bem como o almoxarifado, serão instalados segundo indicação e aprovação da fiscalização.

Caberá a Contratada a responsabilidade de executar as construções provisórias no Canteiro de Obras que se fizerem necessárias, utilizando como exemplo container com W.C. e vestiário para alojamento dos empregados, inclusive dotado de rede de esgoto, instalações elétricas, iluminação e água.

A Contratada deverá fornecer todo o pessoal, material, ferramentas e equipamento de proteção individual (EPI) necessários à integral execução dos serviços em todas as suas etapas.

##### 9.12.1 Custos de Serviços

Os custos de serviços são descritos e detalhados nas planilhas de custo no ANEXO 4-A deste relatório.

##### 9.12.2 Placas Indicativas das Obras

Fornecimento e instalação de placas com dimensões, dizeres e cores em conformidade com normas específicas da prefeitura e cujas quantidades estão definidas na planilha de quantitativos métricos:

A placa de obras da contratada deverá ser instalada somente após sua aprovação e definição de sua localização pela fiscalização.

A instalação de placas de firmas fornecedoras dependerá de aprovação prévia e autorização da Prefeitura, através da fiscalização.

### 9.12.3 Luminárias de Sinalizações

Fornecimento e colocação de placas, com diretrizes sobre a obra em locais a serem indicados pela fiscalização.

### 9.12.4 Providências Relativas ao Trânsito

Nas áreas públicas abrangidas pela construção das obras, terão que ser adotadas providências necessárias para evitar acidentes ou danos às pessoas e aos veículos, ficando a cargo do construtor a realização destas providências e mediante aprovação da fiscalização.

Cabe ainda ressaltar que a delimitação das áreas em que serão desenvolvidos ou acumulados os materiais, necessários à construção das obras previstas obedecerá às prescrições do Código Nacional de trânsito, quando esta for em vias públicas.

Construção de passadiços e proteção adequados para livre circulação dos pedestres de modo a permitir o acesso dos mesmos às travessias dos logradouros, edifícios, lojas, etc.

### 9.13 Execução das obras civis

Caberá à contratada:

- Construção civil das obras conforme indicado no projeto e em obediência ao que está especificado, no que couber, com fornecimento e aplicação dos materiais necessários;
- Transporte de todo o material, conforme especificado;
- Limpeza do terreno, capina e descarte adequado do material que não será mais utilizado;
- Terraplanagem da área, conforme projeto; Escavação manual ou mecanizada da terra e reaterro compactado para tubulações, conforme projeto;
- Instalação de equipamentos mecânicos discriminados nas planilhas de relação de material;
- Montagem de tubos, peças, conexões, aparelhos e acessórios, conforme projetos;
- Execução das instalações elétricas com o fornecimento dos materiais necessários, de acordo com o projeto elétrico;
- Execução dos serviços de urbanização, com fornecimento dos materiais necessários conforme projeto.

### 9.14 Serviços preliminares

#### 9.14.1 Limpeza do terreno e escritório de madeira

O preparo do terreno com vegetação na superfície será executado de modo a deixar a área da obra livre de tocos, raízes e galhos, procurando preservar sempre que possíveis árvores e arbustos nativos, eliminando-se apenas os elementos indesejáveis à movimentação de aparelhos topográficos e equipamentos de terraplenagem.

O material proveniente do desmatamento, destocamento e limpeza será removido e acondicionado em local dentro da própria área da CR, e depois será encaminhado as unidades de compostagem e/ou aterramento junto com resíduos urbanos. A remoção ou estocagem dependerá de eventual utilização, a critério da fiscalização, não sendo permitida a permanência de entulhos nas adjacências do corpo da área da central de resíduos. É proibida a queima do material em referência. De acordo com os bons costumes da engenharia, devem-se tomar todos os cuidados necessários à segurança.

higiene pessoal e do meio ambiente. Deverão ser preservadas todas as árvores e vegetação de qualidade existente na área. Caso, por força do projeto, seja necessária a remoção das mesmas, a contratada só deverá fazê-lo com autorização, por escrito, da fiscalização. Será atribuição da contratada a obtenção de autorização junto ao órgão competente para o desmatamento, principalmente no caso de árvores de porte. Os serviços de terraplenagem na área de instalação do canteiro de obras, se necessários, bem como a limpeza final da mesma, após todo o preparo do terreno, serão de responsabilidade da contratada.

Dever-se-á promover o corte da vegetação rasteira, procurando preservar, sempre que possíveis árvores e arbustos nativos, eliminando-se, apenas, os elementos indesejáveis à movimentação de aparelhos topográficos e equipamentos de terraplenagem.

A limpeza do terreno será executada parcialmente e de forma gradativa, obedecendo ao cronograma geral de implantação do empreendimento. Caso a topografia da gleba seja acidentada, deverão ser tomados todos os cuidados necessários para que sejam minimizados os impactos negativos decorrentes da retirada da cobertura vegetal secundária, evitando a erosão do solo e o consequente carreamento deste material para as áreas a jusante.

A contratada deverá elaborar, antes do início das obras e mediante ajuste com a fiscalização, o projeto do canteiro de obras, dentro dos padrões exigidos pelas concessionárias de serviços públicos e Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho (NR 18). A construção do canteiro está condicionada à aprovação de seu projeto pela fiscalização.

A construção do escritório temporário compreende o fornecimento, montagem e execução de barracão em estrutura de madeira serrada, paredes em tábuas comuns ou em chapas compensadas, coberto com telhas de fibrocimento onduladas de 6 mm e piso cimentado. Todas as ligações provisórias de água esgoto e energia elétrica serão de responsabilidade da contratada.

O local da obra deverá estar permanentemente limpo e organizado.

#### 9.14.2 Locação da obra

Preferencialmente a locação da obra será feita utilizando-se o processo de gabaritos contínuos colocados nivelados no perímetro da obra. Este processo de locação consiste na cravação de pontaletes de 3 x 3", distanciados entre si de 1,5 a 1,8 m e afastados das futuras paredes aproximadamente 1,2 m, formando uma cerca em volta da área construída. A marcação das paredes deverá ser perfeita de modo que todos os alinhamentos, esquadros, níveis e prumos sejam rigorosamente obedecidos. Esta locação deverá ser conferida e liberada pelo Responsável Técnico (R.T.) pela obra.

A obra deverá ser locada com rigor, observando-se o projeto quanto à planimetria e à altimetria. O terreno onde será construída a obra deve ser identificado e delimitado com precisão. Os elementos em planta do edifício, como sapatas, paredes, pilares etc., quando houver, serão marcados pelos seus eixos, observando-se rigorosamente o alinhamento, o nível e o esquadro dos mesmos.

As tábuas e os sarrafos deverão ser perfeitamente nivelados e fixados de modo que resistam às tensões dos fios de marcação sem oscilação ou fuga da posição correta.

As referências de nível estabelecidas no local da obra serão compatíveis com as cota e níveis determinadas pelo projeto. Observar-se-ão os alinhamentos públicos estabelecidos pelo órgão responsável e os limites precisos da obra.

### 9.14.3 Terraplenagem

A obra foi projetada a fim de minimizar a movimentação de terra. Assim, as declividades das áreas foram calculadas em função da necessidade de escoamento de águas pluviais. Os trechos de circulação deverão ser devidamente compactados, inclusive os executados em corte, a fim de possibilitar tráfego em toda época do ano.

A proteção contra erosão será feita por sistema de drenagem de águas superficiais. Os cortes em terreno natural, necessários para a implantação de todo o projeto devem obedecer ao projeto de terraplenagem.

#### 9.14.3.1 Escavação manual e/ou mecânica

A contratada somente deverá iniciar a execução dos serviços de escavação manual e/ou mecânica após o recebimento dos elementos de projeto indispensáveis, inclusive "underground" para avaliar possíveis interferências e será precedida pelos serviços de limpeza.

As escavações deverão ser executadas em conformidade com os alinhamentos, cotas e inclinações fornecidos em projeto ou indicados pela fiscalização, devendo ser executada de forma manual e/ou mecânica conforme a profundidade e o tipo do solo a ser escavado, devendo resultar após a conclusão dos mesmos, superfícies desempenadas e com estabilidade nos maciços adjacente e perfeita segurança.

A locação das cavas e valas deverá obedecer aos elementos geométricos, nivelamentos e dimensões constantes no projeto.

Deverão ser assinalados os pontos notáveis, tais como, poços de visita, cruzamento com cabos elétricos, tubulações ou galerias, interseções importantes e outros, em seguida deverá ser comunicado à fiscalização, se caso houver, todas as interferências encontradas afim de que sejam tomadas as providências necessárias, bem como efetuar a liberação da área para os trabalhos.

Os materiais resultantes das escavações que, a critério da fiscalização, sejam considerados de boa qualidade para possível reaproveitamento em reaterros, deverão firmar leiras a certa distância da região escavada de modo a se evitar desmoronamentos. A escavação deverá ser feita na dimensão estritamente necessária.

Devem ser obedecidas todas as normas da ABNT, pertinentes ao assunto, mas principalmente as seguintes em suas edições mais recentes:

- NBR 9061 - Segurança de escavação a céu aberto - Procedimento;
- NBR 7678 - Segurança na execução de obras e serviços de construção - Procedimento;

Estão inclusas nesses serviços as despesas com mão-de-obra, material, equipamentos, ferramentas, bem como carga, transporte e descarga e demais custos necessários à execução do serviço, obedecendo-se sempre às normas de segurança.

#### 9.14.3.2 Aterro/Reaterro compactado

A contratada executará as atividades necessárias à reconstituição da cota ou nível original do terreno escavado, podendo ser empregado material importado ou oriundo da própria escavação.

O aterro/reaterro será executado em camadas não superiores a 0,20m, devidamente umedecido de acordo com a necessidade do serviço e compactada manual ou mecanicamente, obedecendo aos alinhamentos, cotas, inclinações e demais elementos técnicos constantes no projeto ou fornecidos pela fiscalização.



As camadas que não atingirem as condições mínimas de compactação exigidas deverão ser escarificadas, homogeneizadas, umedecidas e novamente compactadas nas condições necessárias a obtenção dos resultados requeridos pelo projeto e/ou fiscalização.

Os solos destinados a aterros deverão ser isentos de materiais orgânicos ou argilosos, materiais turfoso, gravetos, raízes, materiais expansivos ou qualquer tipo de material que venha a prejudicar a capacidade de suporte do aterro a ser executado.

Para aterro/reaterro com controle de compactação, deverão ser observados os procedimentos e realizados os ensaios previstos em norma para o Proctor Normal (PN).

Entende-se como grau de compactação a razão entre a massa específica aparente seca, medida no campo, e a massa específica aparente seca máxima obtida com o mesmo tipo de material no ensaio de Próctor Normal. O grau de compactação mínimo requerido para os aterros, em geral, será de 95% do Próctor Normal, devendo a média mínima ser de 98% dessa referência. Todo o ensaio de compactação deverá ser realizado conforme preconizado na Norma NBR 7182.

Deverão ser realizados os seguintes ensaios, com suas respectivas determinações e quantidades:

- Um ensaio de compactação, conforme o método DNER-ME 47-64 (Proctor Normal), para cada 1.000 m<sup>3</sup> de um mesmo material do corpo do aterro;
- Um ensaio de compactação, conforme o método DNER-ME 47-64 (Proctor Normal), para cada 200 m<sup>3</sup> de um mesmo material das camadas finais do aterro;
- Um ensaio para a determinação da massa específica aparente seca, “in situ”, para cada 1.000 m<sup>3</sup> de material compactado no corpo do aterro;
- Um ensaio de granulometria (DNER-ME 80-64), do limite de liquidez (DNER-ME 44-64), e do limite de plasticidade (DNER-ME 82-63) para o corpo do aterro, para todo grupo de dez amostras.
- Um ensaio do índice de suporte Califórnia com a energia do método (DNERME 47-64) (Proctor Normal), para as camadas finais, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação.

Estão inclusas nestes serviços todas as despesas com mão-de-obra, materiais (no caso de aterro) e equipamentos, ferramentas e demais custos necessários à execução do serviço, obedecendo sempre normas de segurança.

### 9.15 Acessos

São caminhos de serviços construídos para permitir o trânsito de equipamentos e veículos em operação, em áreas desprovidas de acesso para veículos, com a finalidade de assegurar o tráfego do Canteiro de Obras e do local da obra às áreas de jazidas e de bota-fora.

Deverão ser executados com equipamentos adequados e possuir condições de rampa, de desenvolvimento e de drenagem tão somente necessárias à utilização racional dos equipamentos e veículos.

Os serviços relativos à execução dos acessos abrangem: cortes, aterros, retirada de material para bota-fora, destocamento quando necessário, e eventualmente, o transporte de material de outras jazidas para complementação de aterros, implantação de obras de arte, tais como bueiros, drenos, sarjetas, entre outros.

Não é permitida a execução dos serviços em dia de chuva.

A camada de sub-base e base estabilizada granulometricamente só pode ser executada quando a camada subjacente estiver liberada quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.

A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade antes da execução da sub-base ou base estabilizada granulometricamente.

Durante todo o tempo de execução da sub-base ou base estabilizada granulometricamente, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da contratada a responsabilidade desta conservação.

A mistura prévia é executada com base nos pesos secos dos materiais que a compõe. A medida-padrão pode ser a concha da pá carregadeira utilizada no carregamento do material.

Conhecidos os números da medida-padrão de cada material que melhor reproduza a dosagem projetada, é iniciado o processo de mistura em local próximo a uma das jazidas.

Depositam-se alternadamente os materiais, em lugar apropriado e na proporção desejada. A mistura é então processada, revolvendo-se o monte formado com evoluções da concha da pá carregadeira.

Para evitar erros na contagem do número de medidas-padrão dos materiais, recomenda-se que a etapa descrita anteriormente, seja executada dosando-se um ciclo da mistura por vez.

Após a mistura prévia, o material é transportado, através de caminhões basculantes, depositando-se sobre a pista em montes adequadamente espaçados.

Segue-se o espalhamento pela ação da motoniveladora.

O material distribuído é homogeneizado mediante ação combinada de grade de discos e motoniveladora.

No decorrer desta etapa, devem ser removidos materiais estranhos ou fragmentos de tamanho excessivo.

A variação do teor de umidade admitido para o material para início da compactação é de menos 2 pontos percentuais até mais 1 ponto percentual da umidade ótima de compactação.

Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder o umedecimento da camada através de caminhão-tanque irrigador, seguido-se a homogeneização pela atuação de grade de discos, motoniveladora.

Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, deve-se aerar o material mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora, para que o material atinja o intervalo da umidade especificada.

Concluída a correção e homogeneização da umidade, o material deve ser conformado de maneira a se obter a espessura desejada após a compactação. A espessura da camada compactada não deve ser inferior a 10 cm nem superior a 20 cm.

Nesta fase devem ser tomados os cuidados necessários para evitar a adição de material na fase de acabamento.

Na fase inicial da obra devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferentes de execução, na sequência operacional de utilização dos equipamentos de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação.

Deve-se estabelecer o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para atingir o grau de compactação especificado.

Deve ser realizada nova determinação sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelas bordas, tomando-se o cuidado de que nas primeiras passadas o rolo compactador se apoie metade nos acostamentos e metade na sub-base ou na base em construção.

Nos trechos em tangente, a compactação deve prosseguir das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha base, eixo. Os percursos ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa coberta no percurso anterior.

Nos trechos em curva, havendo sobrelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.

Nas partes adjacentes ao início e ao fim da sub-base ou base em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha base, eixo. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for desejável, tais como cabeceira de obras de arte, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portáteis ou sapos mecânicos.

Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada mediante emprego de carro-tanque distribuidor de água. Esta operação é recomendada sempre que o teor de umidade estiver abaixo do limite inferior do intervalo de umidade admitido para a compactação.

As operações de compactação devem prosseguir em toda a espessura da sub-base ou base, até que se atinja grau de compactação mínimo de 95% em relação à massa específica aparente seca máxima, determinada no ensaio de compactação, conforme NBR 7182, na energia modificada para as bases, ou na energia intermediária para as sub-bases.

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos de pneus de rodas lisas.

A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

O material utilizado no revestimento dos acessos deverá apresentar boas condições de suporte e de tráfego, principalmente na época das chuvas.

O material utilizado no revestimento dos acessos ficará a critério da contratada, desde que apresente boas condições de suporte e de tráfego, principalmente na época das chuvas.

#### 9.16 Pavimentação

Antes da execução da pintura de ligação, trabalho preliminar que possibilita a execução posterior da camada de asfalto, deverá ser realizada uma limpeza da superfície do local através de uma varredura, de tal forma a deixar a superfície livre de impurezas e materiais soltos.

Sobre a superfície do terreno após a varredura, antes da aplicação da massa asfáltica, objetivando promover a aderência entre este revestimento e a camada subjacente, deverá ser feita uma aplicação de Emulsão Asfáltica do tipo RR-1C de 0,7 á 1,0 Kg/m<sup>2</sup>. O espalhamento deste ligante asfáltico deverá ser feito por meio de carros equipados com

bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, capazes de realizar uma aplicação uniforme do material.

Após a pintura de ligação será executada sobre a superfície a capa asfáltica final com Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), na espessura de 3,50 cm, sempre compactado. A mistura asfáltica deverá ser colocada na pista somente quando a mesma se encontrar seca e o tempo não se apresentar chuvoso ou com neblina, ou sob temperaturas inferiores a 12 °C.

Os veículos transportadores deverão, em qualquer ocasião, ter condições de transportar imediatamente toda a produção da usina. Estando as condições climáticas, a superfície, a mistura e o equipamento de acordo com os requisitos destas especificações, o concreto asfáltico deve ser espalhado, sobre a base de brita graduada, de maneira a obter-se a espessura total indicada pelo projeto por meio de uma vibro-acabadora.

A compactação da massa asfáltica deverá ser constituída de duas etapas: rolagem inicial e rolagem final.

A rolagem inicial será executada com rolo de pneus tão logo esteja concluída a distribuição da massa asfáltica. Após cada cobertura, a pressão dos pneus deve ser aumentada, para atingir o mais rápido possível, a pressão de contato pneus – superfície, que permita obter com um menor número de passadas a densidade necessária.

A rolagem final será executada com rolo tandem, com peso mínimo de 8 (oito) toneladas, e somente na última camada, com a finalidade de dar acabamento e corrigir irregularidades.

Os materiais asfálticos utilizados para a execução do concreto asfáltico deverão satisfazer as exigências do Instituto Brasileiro de Petróleo. O material a ser utilizado é o Cimento Asfáltico de Petróleo - CAP.

Os materiais pétreos ou agregados deverão ser constituídos de uma composição de diversos tipos (tamanho das partículas), divididos basicamente em agregados graúdos e miúdos. Estes deverão ser de pedra britada e isentos de materiais decompostos e matéria orgânica, e ser constituídos de fragmentos sãos e duráveis, e apresentar as seguintes características:

- Desgaste por Abrasão Los Angeles  $\leq$  que 40%;
- Durabilidade/sanidade menor < que 12%;
- Equivalente de areia > que 50%.

#### *9.17 Execução da guarita de acesso e administração*

##### *9.17.1 Fundações*

###### *9.17.1.1 Formas*

Quando se fizer necessário a confecção de formas para concretagem dos elementos de fundação, estas deverão ser executadas em tábuas de *pinus* de 1 x 2" com sarrafos de pinho de 1 x 4". As formas utilizadas na concretagem das fundações deverão ser reutilizadas na medida do possível, com os devidos reparos.

###### *9.17.1.2 Armadura*

Para as armaduras, o construtor deverá seguir as especificações do Projeto Estrutural, atentando-se para o recobrimento e o espaçamento das mesmas, não esquecendo de deixar as armaduras de espera para pilares e vigas baldrame.

As armaduras deverão obedecer às Especificação NBR - 8965, 8548, 7480, 7477, 7478 e 7481 da ABNT e às condições estabelecidas no cálculo estrutural. As barras de aço, no momento de seu emprego, deverão estar perfeitamente limpas, retirando-se as crostas de barro, manchas de óleo, graxas, devendo ser isentas de quaisquer materiais prejudiciais à sua aderência com o concreto, não sendo aceitas aquelas cujo estado de oxidação prejudique a sua seção teórica.

O desempenho e dobramento das barras serão feitos a frio. As emendas deverão atender as especificações NBR - 8965, 8548, 7480, 7477, 7478 e 7481 da ABNT.

A contratada deverá evitar que as barras de aço e as armaduras fiquem em contato com o terreno, devendo as mesmas se apoiar sobre vigas ou toras de madeiras.

Somente será permitida a substituição da categoria ou seção de aço, se autorizada pelo calculista. Deverão ser tomados cuidados especiais quanto aos espaçadores, de modo a garantir o recobrimento mínimo da ferragem exigido pelo calculista.

A armadura será montada no interior das formas na posição indicada no projeto com o espaçamento nele previsto, e de modo a se manter firme durante o lançamento do concreto.

Será permitido, para fim de amarração, o emprego de arame preto nº 18 e tarugos de aço.

Para a administração, a armadura longitudinal e transversal das sapatas corridas possuem bitolas de 5 mm, com espaçamento de 20 cm entre os estribos. Nas sapatas isoladas, a armadura adotada foi de 6,3 mm com estribos espaçados em 10 cm. Para a guarita de acesso a armadura longitudinal e transversal das sapatas corridas possuem bitolas de 5 mm, com espaçamento de 20 cm entre os estribos. Nas sapatas isoladas, a armadura adotada foi de 6,3 mm com estribos espaçados em 10 cm.

#### 9.17.1.3 Concretagem dos elementos de fundação

O concreto estrutural usado nas fundações (cintas e pilares) é de preparo mecanizado (podendo ser usado betoneira), com  $f_{ck} \geq 15$  MPa (resistência característica à compressão do concreto aos 28 dias). A aplicação do concreto nas fundações deverá ser feita com cuidado, evitando-se o lançamento de alturas superiores a 1,00 m, recomendando-se o uso de motovibradores no adensamento. Todos os materiais constituintes do concreto deverão atender às exigências das Normas Brasileiras NBR - 6118, 5732 e 7211.

As concretagens somente podem ser executadas após a autorização prévia da fiscalização, que procederá às devidas verificações das formas, escoramentos a armaduras, devendo os trabalhos de concretagem obedecer a um plano previamente estabelecido com a fiscalização. A critério da fiscalização, não será permitida a concretagem sob fortes chuvas.

#### 9.17.2 Superestrutura

##### 9.17.2.1 Formas

Formas serão usadas onde for necessário limitar o lançamento do concreto e conformá-lo segundo os perfis projetados, de modo tal que a peça moldada reproduza o determinado no Projeto, devendo satisfazer aos seguintes requisitos de ordem geral:

- Obedecerem às prescrições da NBR - 6118, da ABNT;
- Serem executadas rigorosamente de acordo com as dimensões indicadas no projeto e terem resistência necessária para não se deformarem sob a ação do conjunto de peso próprio, peso e pressão do concreto fresco, peso das armaduras e das cargas acidentais e dos esforços provenientes da concretagem;

- Serem estanques para que não haja perda da nata de cimento ao concreto;
- Serem construídas de forma que permitam a retirada dos seus diversos elementos com facilidade e, principalmente, sem choques;
- Serem feitas com madeira aparelhada, nos casos em que o concreto deva se constituir em superfície aparente definitiva.
- As formas poderão ser confeccionadas com tábuas de pinho de 3ª qualidade, de 12" x 1", com folhas de compensado de espessura adequada ao fim a que se destina.
- Não deverão ser utilizadas tábuas, folhas de compensado e chapas metálicas irregulares ou empenadas, devendo ainda a madeira ser isenta de "nós" prejudiciais.
- As emendas de topo deverão repousar sobre "costelas" ou chapuzes devidamente apoiados.
- Antes da concretagem as formas deverão ser inteiramente limpas. As de madeira devem estar calafetadas e molhadas até a saturação, e as metálicas, untadas a óleo ou graxa;
- A retirada das formas deverá ser feita cuidadosamente e sem choques, consoantes o plano de desforma que for elaborado.
- As formas poderão ser reutilizadas quantas vezes possível, desde que os danos e desgastes ocorridos nas concretagens não comprometam o acabamento das superfícies concretadas.

Além das determinações contidas neste capítulo, deverão ser obedecidas as recomendações feitas pelo calculista.

*Observação:* Para formas executadas em chapas de madeira compensada, recomenda-se uso de desmoldante.

#### 9.17.2.2 Escoramento de formas

Os escoramentos deverão ser efetuados de modo a suportar o peso próprio das formas e da estrutura e os esforços provenientes da concretagem.

Para fixação das formas os pontaletes e escoras deverão ser encimados por "costelas" apoiadas nos mesmos, através de encaixe tipo "orelha".

Os escoramentos deverão se apoiar em pranchas ou outros dispositivos apropriados, devendo ser ajustados por meio de cunhas.

Os pontaletes e escoras poderão ter, no máximo, uma emenda, sendo esta obrigatoriamente situada fora de seu terço médio. Essa emenda deverá ser de topo, segundo uma seção normal do eixo longitudinal da peça, com 4 chapuzes pregados lateralmente, devendo as faces das emendas serem rigorosamente planas.

Os pontaletes e escoras não deverão apoiar peças que trabalhem à flexão.

Deverá ser efetuado o necessário enrijecimento dos escoramentos por meio de contraventamentos longitudinal e transversal.

Nos escoramentos metálicos cuidados especiais deverão ser tomados a fim de garantir o perfeito encaixe e fixação de suas peças componentes. No caso de estruturas especiais, os escoramentos deverão ser objeto de projeto específico.



A remoção do escoramento deverá ser procedida cuidadosamente, consoante plano elaborado, sem choques, simetricamente em todos os vãos de seu eixo para os apoios nos vãos centrais, e das extremidades para apoios, nos vãos em balanço.

O prazo de retirada das formas e escoramento deve atender as exigências da NBR - 6118.

#### 9.17.2.3 Armaduras

Para as armaduras de pilares, vigas o construtor deverá observar e seguir as especificações do projeto estrutural, atentando-se para o recobrimento e espaçamento das mesmas. As concretagens somente podem ser executadas após a autorização prévia da fiscalização, que procederá às devidas verificações das formas, escoramentos a armaduras, devendo os trabalhos de concretagem obedecer a um plano previamente estabelecido com a fiscalização.

Os pilares das estruturas da administração e da guarita possuem armaduras de diâmetro de 10 mm e estribos de 5 mm espaçados de 10 em 10 cm.

#### 9.17.2.4 Concretagem

Antes da concretagem deverá ser estocado no canteiro de serviço, o cimento (devidamente abrigado) e os agregados necessários à mesma, assim como se encontrar na obra o equipamento mínimo exigido pela fiscalização, bem como esgotadas as cavas de fundação.

A fim de evitar a ligação de muros ou pilares a construir, com outros já existentes, se for o caso, a superfície de contato deverá ser recoberta com papel isopor, reboco fresco de cal e areia ou pintura de cal.

Os caminhos e plataformas de serviços para a concretagem não deverão se apoiar nas armaduras, a fim de evitar a deformação e deslocamento das mesmas.

A fim de permitir a amarração da estrutura com alvenaria de fechamento, deverão ser colocados vergalhões salientes no mínimo, 30 cm da face da estrutura.

A mistura do concreto será feita em betoneiras com capacidade mínima para produzir um “traço” correspondente a um (01) saco de cimento. Não será permitida a utilização de frações de um (01) saco de cimento. O tempo de mistura deverá ser aquele suficiente para a obtenção de um concreto homogêneo.

Quando, em casos especiais, a fiscalização autorizar a mistura manual do concreto, esta será feita sobre plataforma impermeável. Inicialmente serão misturados a areia e o cimento, até adquirirem uma coloração uniforme. A mistura areia-cimento será espalhada na plataforma, sendo sobre ela distribuída a brita. A seguir adiciona-se a água necessária, procedendo-se ao revolvimento dos materiais até obter uma massa de aspecto homogêneo. Não será permitido amassar manualmente, de cada vez, um volume de concreto superior ao correspondente a 100 kg de cimento.

Em qualquer caso, o volume de concreto amassado destinar-se-á a emprego imediato e será lançado ainda fresco, antes de iniciar a pega. Não será permitido o emprego de concreto remisturado e nem a sua mistura com o concreto fresco. Entre o preparo da mistura e o seu lançamento na forma, o intervalo de tempo máximo admitido é de 30 (trinta) minutos, sendo vedado o emprego de concreto que apresente vestígios de pega ou endurecimento.

A fiscalização deverá rejeitar para o uso na obra, o concreto já preparado, que a seu critério não se enquadre nestas especificações, não sendo permitidas adições de água, ou agregado seco e remistura, para corrigir a umidade ou a consistência do concreto.

Não será permitida a remoção do concreto de um lugar para outro no interior das formas. O lançamento do concreto deverá ser feito em trechos de camadas horizontais, convenientemente distribuídas. Durante essa operação deverá ser observado o modo como se comporta o escoramento, a fim de, se preciso, serem tomadas a tempo as necessárias providências para impedir deformações ou deslocamentos.

A altura máxima permitida para o lançamento do concreto será de 2,00 m. Para o caso de peças com mais de 2,00 m de altura, deverá se lançar mão do uso de janelas laterais nas formas. Para lançamento do concreto a altura superior a 2,00 m, será tolerado, a critério da fiscalização, o uso de calhas, revestidas internamente com chapa zincada ou de alumínio, com inclinação variando entre 15° e 30° e comprimento máximo de 5,00 metros.

O enchimento das formas deverá ser acompanhado de adensamento mecânico. Em obras de pequeno porte, e a critério exclusivo da fiscalização, poderá ser permitido o adensamento manual.

No adensamento mecânico, serão empregados vibradores que evitem engaiolamento do agregado graúdo e falhas ou vazios nas peças (“ninhos” de concretagem).

O adensamento deverá ser executado de tal maneira que não altere a posição da ferragem e o concreto envolva a armadura, atingindo todos os recantos da forma. Os vibradores deverão ser aplicados num ponto, até se formar uma ligeira camada de argamassa na superfície do concreto e a cessação quase completa do desprendimento de bolhas de ar.

Quando se utilizam vibradores de imersão, a espessura da camada não deve ser superior a  $\frac{3}{4}$  do comprimento da agulha. No adensamento manual as camadas não devem exceder 20 cm. Deverão ser evitadas, ao máximo, interrupções na concretagem em elementos intimamente interligados, a fim de diminuir os pontos fracos da estrutura; quando tais interrupções se tornarem inevitáveis, as juntas deverão ser bastante irregulares, e as superfícies serão apicoadas, lavadas e cobertas com uma camada de argamassa do próprio traço de concreto antes de se recommençar a concretagem. Sempre que possível, deve-se fazer coincidir as juntas de concretagem com as juntas projetadas ou procurar localizá-las nos pontos de esforços mínimos.

A critério da fiscalização, em peças de maior responsabilidade cuja retomada de concretagem se dará após 24 horas da paralisação anterior, deverá ser dado tratamento especial a essa junta, com o emprego de barras de transmissão em aço ou adesivo estrutural à base de resina epóxica.

Nas bases das colunas, quando se vai continuar a concretagem, a superfície deverá ser limpa com escova de aço, aplicando-se posteriormente, uma camada de 10 cm de espessura com a mesma argamassa do traço de concreto utilizado, dando-se depois seqüência à concretagem.

As juntas de retratação deverão ser executadas onde indicadas nos desenhos e de acordo com indicações específicas para o caso. As superfícies de concreto expostas a condições que acarretem perda de água por evaporação prematura deverão ser protegidas, de modo a se conservarem úmidas durante pelo menos 7 dias contados a partir do dia da concretagem.

Na cura do concreto, serão utilizados os processos usuais como aspersão d'água, sacos de aniagem, camadas de areia (constantemente umedecidas), agentes químicos de cura.

Após a retirada das formas, as falhas de concretagem, porventura existentes, deverão ser apicoadas a ponteiro e recobertas com argamassa de cimento e areia no traço 1:2 em

volume, devendo ser tomados cuidados especiais a fim de recobrir todo e qualquer ferro que tenha ficado aparente.

### 9.17.3 Alvenaria

Deverão ser obedecidas as prescrições Normas NBR – 8545 e 7170 da ABNT referentes aos tijolos cerâmicos. Os quais deverão ser de fabricação mecânica e não apresentar trincas ou outros defeitos que possam comprometer sua resistência e durabilidade.

As paredes a serem construídas em alvenaria de blocos de concreto, estas serão indicadas no projeto arquitetônico, devendo ser executadas de acordo com as dimensões indicadas no projeto.

Antes do início da alvenaria, serão marcados, por meio de cordões ou fios de arame esticados sobre cavaletes, os alinhamentos das paredes e por meio de fios de prumo, todas as saliências, vãos de portas, janelas, etc.

Os tijolos serão abundantemente molhados antes do assentamento. Em alvenaria de elevação, será empregada argamassa de cimento e areia no traço 1:0,5:8 (cimento, cal e areia) em volume. Os blocos serão de concreto com dimensões 15 x 20 x 40 cm. Os blocos serão assentados em fiadas horizontais, sobre camada de argamassa de 1,5 cm de espessura com juntas alternadas de modo a se obter boa amarração, devendo as mesmas ser tomadas com argamassa, e terem espessura não superior a 1,5 cm.

As vergas deverão ser executadas com dimensões 15 x 15 cm, usando concreto com  $f_{ck} = 15$  MPa (resistência característica a compressão do concreto aos 28 dias), com armadura de aço CA-50/60.

A região de contato dos pilares da estrutura com a alvenaria de vedação deverá receber chapisco de argamassa no traço 1:4 (cimento : areia grossa) espessura de 0,50cm.

Os cantos das paredes deverão ser feitos com tijolos inteiros, assentados, alternadamente, no sentido de uma e outra parede.

As diversas fiadas deverão ficar perfeitamente alinhadas e niveladas, apresentando, os trechos de paredes, perfeitas condições de verticalidade.

Todas as alvenarias serão convenientemente amarradas aos pilares e vigas por meio de pontas de vergalhões deixados na estrutura de concreto armado.

As paredes que repousam sobre vigas contínuas deverão ser levantadas simultaneamente, não sendo permitidas diferenças superiores a 1,00m entre as alturas levantadas em vãos contínuos.

No enchimento dos vãos, nas estruturas em concreto armado, a execução de alvenaria nas paredes, em cada andar, será suspensa a uma distância de 20 cm da face inferior de vigas ou lajes. O fechamento das paredes será feito com tijolos maciços inclinados e bem apertados. Esse fechamento somente poderá ser feito após 3 dias de execução da mesma parede.

Nas construções de tijolos à vista, será necessários indicar, sobre as estacas permanentes colocadas, as marcações das fiadas e juntas de argamassa, e estudar na primeira e segunda fiada o “fechamento” exato. Ainda nestes casos (alvenaria aparente), deverá ser feita uma triagem rigorosa dos tijolos, rejeitando-se aqueles que apresentem lesões ou deformações. Além disso, as juntas deverão ser uniformes quanto à espessura, devendo ainda ser removidos os vestígios de argamassas que aderem aos tijolos.

Sobre os vãos das esquadrias, serão dispostas vergas de concreto armado com o mínimo de 20 cm de apoio para cada lado.

#### 9.17.4 Cobertura

A construção da coberta só poderá ser iniciada depois de aprovados pela fiscalização, os detalhes da respectiva estrutura de sustentação, na hipótese dos mesmos não integrarem o Projeto Arquitetônico.

A cobertura será executada de acordo com as indicações do projeto, referentes ao tipo de telha, estrutura e declividades estabelecidas.

A cobertura da administração e da guarita de acesso deverá ter o engradamento em estrutura de madeira com telha cerâmica.

A estrutura da cobertura deverá ser montada alinhada, nivelada e aprumada dentro das tolerâncias indicadas e prescritas nas normas. Deverá ser coberta com telhas cerâmicas. Deverão ser obedecidas rigorosamente as orientações do fabricante.

As telhas cerâmicas serão do tipo colonial, com declividade de 25%, como sugerida no projeto. As declividades indicadas podem ser superadas, porém devem passar pelo crivo da fiscalização, caso a alteração seja feita deve-se promover a amarração das telhas à estrutura de madeira, tal amarração deve ser feita com arames resistentes à corrosão (latão, cobre, entre outros), utilizando para tanto orifícios inseridos em pontos apropriados das telhas durante o processo de fabricação.

A madeira utilizada no engradamento deverá ser de lei, bem seca, de primeira qualidade e escolha, e isenta de partes brancas, brocas, nós, fendas, rachaduras e empenos.

O madeiramento de sustentação da coberta poderá ser feito em terças de madeira de lei, da qualidade especificada no projeto, em dimensões e número suficientes para suportar o peso do telhado sem deformações.

As terças poderão ser apoiadas nas paredes ou na estrutura de concreto, bem como em pontalotes ou tesouras de madeira. As terças que tenham vão livre superior a 4,00 m, deverão ser contraventadas com barrotes, cujas dimensões e quantidade, deverão ser suficientes para conferir rigidez à cobertura.

As peças de madeira deverão ser encaixadas e pregadas entre si, e as emendas só poderão ser feitas nos apoios e em forma de bisel. O espaçamento entre ripas e barrotes será determinado pela dimensão da telha a empregar, tendo-se o cuidado de deixar a folga conveniente.

As telhas deverão ser do tipo, dimensões e forma, indicadas no Projeto Arquitetônico. As telhas cerâmicas deverão ser de primeira qualidade e escolha, ter acabamento, textura, forma e coloração uniformes, modelagem perfeita e serem isentas de fissuras, trincas, falhas e quaisquer outros defeitos de fabricação.

As telhas deverão ser colocadas de acordo com as recomendações feitas pelo seu fabricante, principalmente no que diz respeito a recebimento, acessórios de fixação, peças de concordância e ao assentamento.

As calhas deverão ser colocadas nos locais indicados no Projeto, devendo sua seção transversal ser compatível com a vazão que irá receber.

As calhas deverão ser testadas após a sua confecção a fim, de se verificar e sanar possíveis defeitos de vazamento ou infiltrações que por ventura apareçam e que deverão de pronto ser corrigidos.

As descidas d'água serão colocadas nos locais indicados no Projeto Arquitetônico.

As descidas d'água deverão ser feitas em tubos conforme com as indicações do Projeto, e deverão ser isentos de fissuras, trincas ou quaisquer outros defeitos.

Os tubos deverão ser presos às paredes ou à estrutura por meio de grampos, quando nelas não ficarem embutidos, hipótese em que deverão ficar firmemente contraventados, de modo a evitar o deslocamento da canalização quando das concretagens ou execução e acabamento das alvenarias.

As descidas d'água deverão ser dotadas nos ralos de deságüe de grelhas hemisféricas do tipo "abacaxi".

As curvas existentes na canalização deverão ser dotadas de inspeção, de modo a permitir uma possível desobstrução das descidas d'água.

#### *9.17.5 Esquadrias*

As esquadrias, compreendendo portas, janelas, painéis fixos e móveis e demais peças similares de carpintaria, são executadas com esmero, obedecendo às dimensões e detalhes do Projeto. Os marcos, aduelas e alizares terão acabamento idêntico ao das esquadrias.

As esquadrias deverão ser confeccionadas e assentadas de acordo com o Projeto Arquitetônico.

As dimensões dos vãos assinalados nos projetos se referem às aberturas livres entre os marcos ou entre as guarnições.

##### *9.17.5.1 Esquadria de Ferro*

As esquadrias de ferro deverão ser constituídas de perfis laminados de aço formando caixilhos robustos e perfeitamente dimensionados para os esforços que irão resistir.

Os serviços de serralharia serão executados segundo a técnica para trabalhos deste gênero e obedecerão rigorosamente às indicações constantes dos desenhos de detalhes que acompanham o projeto.

As partes móveis das esquadrias deverão ter livre funcionamento com folga de, no mínimo, dois milímetros.

Todas as esquadrias deverão ser lixadas retirando toda a ferrugem e em seguida aparelhadas para pintura.

Deverão ser obedecidas especificações próprias referentes às esquadrias, bem como ferragem e vidros que as compõem, que figurarem nas plantas de detalhes do Projeto Arquitetônico.

A ferragem a ser utilizada deverá ser de 1ª. Qualidade isenta de quaisquer defeitos e dos tipos e dimensões discriminadas no Projeto.

As janelas do tipo 1 (J1) possuem dimensões de 150 x 100 x 110 cm, são de correr e serão instaladas no escritório, cozinha e refeitório da administração, enquanto que a janela tipo 2 (J2) possui dimensões 80 x 40 x 170 cm, também é de correr e será instalada nos vestiários.

Na guarita de acesso serão instaladas janelas de correr em chapa de aço, com 4 folhas para vidro, com dimensões de 220 x 110 x 100 cm na sala. Na copa a janela também será de correr com a dimensão de 100 x 100 x 110, enquanto que no banheiro será instalada janela do tipo bascula de 60 x 60 x 160 cm.

As esquadrias das portas da guarita serão de alumínio, a esquadria tipo P1 tem dimensão de 70 x 210 cm e será instalada na entrada da sala, a porta do tipo P2 (60 x 210 cm) é de abrir e está localizada na entrada do banheiro, enquanto que do tipo P3 (60 x 210 cm) é de correr e se encontra no acesso a copa.

As maçanetas, espelhos e demais ferragens cromadas só deverão ser colocadas após pintadas as esquadrias.

Os parafusos de fixação da ferragem deverão ser apenas apertados e jamais rebatidos.

Os vidros deverão obedecer à NBR – 7199 da ABNT e ser límpidos e isentos de fissuras, trincaduras, arranhões, bolhas, ondulações e quaisquer outros defeitos tanto de acabamento como de fabricação.

Os vidros serão aplicados sobre massa corrida de vidraceiro, depois de aparelhadas e pintadas as esquadrias.

A espessura dos vidros deverá ser compatível com as dimensões dos vãos onde serão aplicados.

Em qualquer hipótese a espessura mínima a ser utilizada será de 3 milímetros.

#### *9.17.5.2 Esquadria de Madeira*

A madeira deverá ser de lei, bem seca, de primeira qualidade e de escolha, aparelhada, perfeitamente esquadrada, de quinas vivas e retilíneas, e isenta de partes brancas, brocas, nós, fendas, rachaduras e empenos.

As grades internas serão de caixa, com alizares, sendo a aduela de largura igual à espessura da parede revestida; as grades externas serão de canto. As folhas das portas e janelas terão espessura mínima de 2,5cm.

A colocação das guarnições (grades), as quais serão fixadas em tacos de madeiras de lei, deverá ser feita na ocasião do erguimento das paredes.

Antes do assentamento, as partes componentes das esquadrias deverão ser aparelhadas.

As partes móveis das esquadrias deverão ter livre funcionamento, com folga de dois milímetros.

Todas as esquadrias de madeira deverão ser aparelhadas e perfeitamente lixadas, inclusive as guarnições, com acabamento para a pintura ou verniz.

Para esquadrias simples salvo indicação em contrário do Projeto, deverão ser adotados os seguintes requisitos para a ferragem:

- Ser adequada ao tipo de esquadrias adotado;
- As dobradiças serão de ferro galvanizado com pino móvel de latão reforçado de no mínimo 3 x 2 1/2”;
- As fechaduras serão de embutir, tipo gorge, com espelho e de maçaneta em latão cromado;
- Os ferrolhos, tarjetas, cremones, tranquetas e demais peças deverão ser em latão cromado ou fundido.
- As maçanetas, espelhos e demais ferragens cromadas só deverão ser colocadas após pintadas as esquadrias.

Os parafusos de fixação da ferragem deverão ser apenas apertados e jamais rebatidos.

As portas do tipo P1 (2 unidades) do da administração têm dimensões de 80 x 210 cm serão instaladas na entrada do escritório e refeitório, a porta do tipo P2 (2 unidades) está localizada nos acessos aos vestiários, e tem dimensões de 70 x 210 cm, também localizadas nos vestiários, as portas do tipo P3 (4 unidades) têm dimensões de 60 x 160 cm, são de madeira com revestimento de fórmica.



### 9.17.6 Revestimento

#### 9.17.6.1 Chapisco

O chapisco é a preparação de substrato para melhorar a aderência por meio do aumento da rugosidade. Deve estar firme (a ponto de não poder ser removido com a mão), para poder colocar o emboço, e só deverá ser aplicado após a completa pega de argamassa das alvenarias e do embutimento das canalizações de água, esgoto e eletricidade.

As paredes voltadas para o vento dominante deverão ser chapiscadas, externamente, com argamassa de cimento e areia no traço 1:2 em volume. A massa que será usada internamente para o chapisco deve ser no traço de 1:4 (cimento: areia grossa), com espessura de aproximadamente 0,5 cm nas paredes.

O chapisco será aplicado a colher de pedreiro, jogando-se a argamassa contra a superfície com força suficiente para se conseguir uma boa aderência e de modo a recobrir toda a superfície a ser revestida.

#### 9.17.6.2 Emboço

Será efetuado revestimento em massa única nas partes indicadas pelo Projeto Arquitetônico.

O revestimento deverá obedecer às determinações da Norma correspondente da ABNT.

O revestimento só deverá ser aplicado após a pega, e o endurecimento do chapisco de aderência, e sua espessura deverá ser de 2,5 cm.

A massa a ser utilizada no revestimento será de cimento, areia e saibro ao traço de 1:6 em volume, sendo uma parte de cimento e seis de areia+saibro. A proporção areia/saibro será determinada pela fiscalização, consoante a retração, aderência e acabamento obtidos através de amostras preparadas com diversos teores de tais componentes.

A critério da fiscalização poderá ser utilizada massa industrialmente preparada.

Antes da aplicação da massa deverão as superfícies a revestir serem molhadas, bem como instalados os marcos, aduelas e tubulações a embutir.

A regularização da superfície deverá ser feita a régua de alumínio e o acabamento com desempenadeira e brocha. Deverão ser feitas arestas arredondadas até uma altura de 1,50 m do piso, ficando o restante em quina viva. Quando da confecção das arestas arredondadas deverá ser polvilhado cimento, com vista a aumentar a resistência das mesmas.

As superfícies revestidas dadas como acabadas, deverão apresentar paramentos perfeitamente planos, aprumados, lisos, alinhados, nivelados, desempenados, e reproduzindo as formas determinadas no Projeto, arestas e cantos perfeitamente alinhados e em concordância perfeitas, e serem isentos de rachaduras, falhas, depressões e quaisquer outros defeitos ou deformações

#### 9.17.6.3 Azulejo

Serão assentados azulejos nos locais indicados pelo Projeto Arquitetônico, o qual especificará o tipo e cor dos mesmos.

Os azulejos deverão ter dimensões padronizadas de 15 x 15cm, de primeira qualidade e escolha, perfeitamente esquadrados e isentos de fissuras, trincas, falhas e defeitos de fabricação. Os revestimentos de azulejo serão executados com cuidados especiais para que sejam mantidas as juntas a prumo em linhas horizontais e verticais perfeitas, por ladrilheiros especializados.

Os azulejos serão assentados seguindo os procedimentos preconizados na NBR 8214 da ABNT.

Antes da colocação dos azulejos, já deverão estar fixadas as buchas necessárias à fixação dos aparelhos sanitários.

Os azulejos deverão ser assentados sobre o emboço, com pasta de cimento e rejuntados com pasta de cimento branco.

Antes do assentamento, as pedras deverão ser imersas em água durante 24 horas, no mínimo.

O revestimento deverá ser procedido no sentido ascendente, partindo do nível do piso até a altura determinada no Projeto (1,80 m), e partindo dos vãos abertos e das esquadrias para os cantos das paredes.

O número de fiadas deverá ser tal a evitar o corte horizontal dos azulejos, sendo a diferença compensada, uniformemente, na largura das juntas.

Os cantos verticais externos deverão ser obrigatoriamente protegidos por meio de peças de alumínio (frisos) específicas para essa finalidade. Se houver necessidade de uma faixa de cerâmicas cortadas (trinchos), esta deverá ser junto ao piso e/ou rodapé, com a borda cortada para baixo e próximo aos alizares.

Os azulejos a serem cortados para a passagem de canos, torneiras e outros elementos das instalações não deverão apresentar rachaduras nem emendas. Os cones serão feitos com cortadores do tipo Rubicon ou similar.

Decorridos três dias após o término do serviço, será verificada a perfeição da colocação, percutindo-se os ladrilhos e substituindo-se as peças que denotem pouca aderência.

As pedras deverão apresentar um perfeito destorcimento e nivelamento, devendo as juntas verticais serem desconstruídas, vulgarmente chamadas de “juntas soltas”.

Serão rejeitadas as pedras que apresentarem trincas oriundas do assentamento ou corte, bem como as que forem irregularmente aparadas ou que apresentarem emendas.

A superfície acabada deverá apresentar paramentos perfeitamente planos

aprumadas, alinhadas e niveladas, arestas vivas, concordâncias certas, superfície plana, sem falhas, depressões, ressaltos entre pedras, com as juntas perfeitamente alinhadas e destorcidas e sem quaisquer outros defeitos. O rejuntamento deve ser feito na cor branca.

#### 9.17.7 Piso

##### 9.17.7.1 Regularização de pisos

Todos os pisos que receberão revestimento serão regularizados com um lastro de concreto de traço 1:2,5:5, de espessura de 7 cm, através de preparo mecânico. As superfícies a serem regularizadas dever-se-ão apresentar limpas, isentas de pó, óleo, graxas, gorduras ou restos de obra.

Na impossibilidade do acima disposto, deverá ser providenciado um jateamento com água ou mesmo o apicoamento das superfícies. O lastro será executado em duas camadas de, no máximo 25 mm (vinte e cinco milímetros), e no mínimo 20 mm (vinte milímetros), cada uma, sendo a segunda iniciada após a completa cura da primeira camada.

O nivelamento será feito por meio de gabarito constituído de pequenas chapas de madeira assentadas em pontos estratégicos e perfeitamente niveladas. Deverão ser observados os caimentos de 1% para os ralos das áreas destinadas a lavagens.

O piso do box de cada banheiro ficará rebaixado 5,0 cm (cinco centímetros) em relação ao restante do banheiro.

#### *9.17.7.2 Piso cerâmico*

A execução dos pisos cerâmicos obedecerá às especificações do fabricante. O assentamento das cerâmicas deverá ser executado empregando-se argamassa pronta e adequada. A colocação das peças cerâmicas será feita de modo a se deixar as superfícies planas, evitando-se ressaltos de uma em relação à outra.

Será substituído qualquer elemento que, por percussão, não tiver som metálico. Deverá ser proibido o trânsito sobre os pisos recém-colocados durante 2 (dois) dias no mínimo.

Os revestimentos de cerâmica serão executados, com cuidado, por ladrilheiros peritos em serviços esmerados e duráveis. O assentamento será feito de modo a serem obtidas juntas de espessura constante de 3 mm (três milímetros), utilizando-se espaçadores plásticos.

O piso deverá ser executado somente após a conclusão do revestimento das paredes e das instalações sanitárias e hidráulicas. O rejuntamento será feito na cor branca, com rejunte pré-fabricado e impermeável.

Serão colocados nos pisos dos compartimentos indicados em projeto o revestimento cerâmico, PEI 4, dimensões 30 x 30 cm, assentado com argamassa no traço 1:4 (cimento e areia), numa espessura mínima de dois centímetros, estendida com régua de alumínio e acabada a desempenadeira.

Onde for assentado piso cerâmico e as paredes não receberem revestimento de azulejos, estas receberão rodapés, altura 5,0 cm (cinco centímetros), do mesmo material do piso.

#### *9.17.7.3 Impermeabilização*

A impermeabilização dos banheiros será feita utilizando-se pintura de asfalto a frio até 30 cm (trinta centímetros) acima do nível do piso. No caso do box do chuveiro, a pintura deverá ser feita até 1,0 m (um metro). Todas as recomendações do fabricante quanto à armazenagem e aplicação do produto deverão ser seguidas. Preliminarmente a execução do revestimento, a estanqueidade do tratamento impermeabilizante será verificada através de represamento de lâmina d'água, de 10 a 15 cm (dez a quinze centímetros) por um período de 72 (setenta e duas) horas.

#### *9.17.8 Instalações Prediais de Água Fria*

As instalações deverão ser executadas de conformidade com os projetos elaborados. O material a ser empregado deverá ser de primeira qualidade, isento de falhas, trincas e outros quaisquer defeitos de fabricação.

Deverão ser rigorosamente obedecidas às normas e especificações NBR - 5648, 5626, 9256, 8415, 5626, 5628 e 8160 da ABNT.

Estas instalações destinam-se a dar escoamento às águas servidas da edificação. As tubulações coletarão os efluentes dos diversos pontos de utilização e os conduzirão a caixas de inspeção de esgoto sanitário e estas farão o posterior lançamento ao sistema de tratamento.

Levou-se em consideração no traçado de seus elementos o rápido escoamento dos despejos, a fácil desobstrução e a perfeita vedação dos gases nas tubulações.

Serão empregados tubos de plástico PVC, com diâmetro adequado à alimentação das respectivas peças, determinados em projeto. As colunas de distribuição terão diâmetro de 50 mm entre o barrilete e a redução, posterior a este ponto o tubo de queda passará a ter 25mm de diâmetro, dando continuidade aos ramais e sub-ramais.

Durante a instalação, a fim de evitar a entrada de corpos estranhos nas canalizações, as extremidades das mesmas serão convenientemente vedadas.

Os tubos em nenhum caso deverão ser curvados, e sim montados com curvas e joelhos. Para facilitar as desmontagens das tubulações, deverão ser colocadas uniões em trechos convenientes.

Toda a tubulação de água deverá passar em nível superior à tubulação de esgoto. Os aparelhos somente deverão ser instalados quando concluídos os serviços que possam danificá-los, ficando desde já explícito que serão substituídas as peças impugnadas pela fiscalização.

Todas as juntas e ligações deverão ser perfeitamente estanques. Antes de ser feito o revestimento, as canalizações serão submetidas à prova de pressão interna. A pressão de teste deve ser, no mínimo, igual a de trabalho a que irá ser submetida, devendo a água permanecer nas canalizações por, pelo menos, 15 minutos.

Salvo indicação em contrário, do Projeto, a louça a utilizar será da cor branca; assentada em bucha de nylon com parafusos de latão.

#### *9.17.9 Instalações Prediais de Esgoto*

As instalações deverão ser executadas de conformidade com os projetos elaborados. O material a ser utilizado deverá ser de primeira qualidade, isento de falhas trincas e quaisquer outros defeitos de fabricação.

Deverão ser rigorosamente obedecidas às normas e especificações das normas NBR - 8166, 7968, 5688, 7531 e 8890 da ABNT, que tratam do assunto, bem como às especificações a seguir.

Serão empregados tubos e conexões, tipo esgoto, em plástico PVC, conforme previsto em projeto aprovado pela fiscalização.

As canalizações deverão ser embutidas nas paredes ou rebaixadas nos pisos, devendo possuir inclinação que permita o rápido escoamento dos despejos.

Durante a instalação, a fim de evitar a entrada de corpos estranhos nas tubulações, as extremidades das mesmas deverão ser convenientemente vedadas.

As ramificações entre fios e ralos serão de plástico PVC e os tubos de queda também serão do mesmo material.

As ligações dos ramais no tubo de queda serão feitas através de “tês” sanitários de PVC. Os ralos terão caixas de PVC. Os tubos de queda e de ventilação deverão ser assentados rigorosamente apurados.

Os sub-coletores receberão os efluentes provenientes das instalações sanitárias. Serão em PVC - 40 e 50 mm, com declividade mínima de 2%. Os coletores receberão os efluentes provenientes dos sub-coletores, conduzindo-os até o sistema de tratamento futuro, para o banheiro este tem diâmetro de 100 mm e para cozinha 50 mm. Toda rede de coletores e sub-coletores será dotada de caixa de inspeção, com a finalidade de possibilitar os serviços de manutenção, as dimensões e características construtivas estão especificadas em projeto.

O efluente final dos esgotos será encaminhado à fossa séptica com capacidade para 18 pessoas, ligada a um sumidouro e executada de acordo com a NBR-7229.

Deverão ser observadas as seguintes alturas de instalação, a partir do piso acabado:

- Registros

Registro de gaveta para coluna d' água: 200 cm;

Registro de pressão para chuveiro: 110 cm;

Válvula de descarga: 110 cm;

- Pontos de consumo d' água

Vaso sanitário: 30 cm;

Chuveiro: 200 cm;

Lavatório: 50 cm;

Pia: 50 cm.

#### 9.17.10 Pintura

As pinturas serão executadas com acabamento impecável de acordo com a cor indicada no projeto ou nos casos omissos, conforme indicação da fiscalização. A pintura será do tipo látex acrílico em toda área de alvenaria, interno e externo em 2 (duas) demãos e tinta a óleo em uma demão. Cada demão de tinta só poderá ser aplicada quando a precedente estiver perfeitamente seca, convindo observar um intervalo mínimo de 24 horas entre duas demãos sucessivas. Igual cuidado deverá haver entre as demãos de massa e tinta, sendo, pelo menos de 48 horas, nesse caso, o intervalo recomendado. Os trabalhos de pintura externos serão suspensos em tempo de chuva.

As superfícies a serem pintadas serão examinadas e corrigidas de quaisquer defeitos de revestimentos antes do início dos serviços.

As tintas, massas, vernizes e solventes a empregar deverão ser de primeira qualidade, nas cores e embalagens originais de fábrica. As tintas e vernizes deverão ter pigmentação uniforme e serem isentas de borras e quaisquer outras impurezas, devendo obedecer as especificações das NBR 5987 e 11702 da ABNT.

As tintas serão preparadas em ambiente fechado e sob as vistas da fiscalização.

No caso de uso de tintas e vernizes já preparados, serão observadas rigorosamente as instruções do fabricante, no que concerne a aplicação, tipo e quantidade de solvente sendo absolutamente vedada a adição de qualquer produto estranho às especificações do fabricante.

#### 9.17.11 Limpeza

Serão removidos e transportados para local adequado todos os entulhos das áreas de construção. Os acessos devem ser cuidadosamente limpos e varridos, de modo a se evitar acidentes. Todos os elementos de alvenaria, revestimentos cerâmicos, azulejos, vidros, aparelhos sanitários, serão limpos, e cuidadosamente lavados de modo a não danificar outras partes da obra por estes serviços de limpeza. Haverá especial cuidado em se remover quaisquer detritos ou salpicos de argamassa endurecida das superfícies. Todas as manchas e salpicos de tinta serão cuidadosamente removidos, principalmente nos vidros e ferragens de esquadrias bem como em metais e louças sanitárias. Será vedado o uso de ácido para remoção de manchas, o que deverá ser feito por outros meios que não

venham a atacar os materiais; melhor ainda será que as manchas sejam evitadas, ou removidas enquanto os materiais que as provoquem ainda estejam úmidos.

### 9.18 Balança rodoviária

Para controlar a entrada dos resíduos no aterro sanitário foi concebida a implantação de uma balança eletrônica semi-embutida no piso, com capacidade mínima de 30 toneladas de carga e com precisão de leitura mínima de 10 kg, com as seguintes especificações:

- Conjunto eletrônico composto por no mínimo quatro células de carga, caixa de junção, indicador eletrônico, computador pessoal, impressora e acessórios;
- A plataforma deverá ser metálica e composta de longarinas, travessas, flanges e elementos de fixação como parafusos, porcas e arruelas instalada acima do nível do solo para evitar acúmulo de águas pluviais, completamente nivelada sobre a base e células de carga;
- A estrutura metálica da plataforma deverá tratada contra a corrosão e possuir pintura epóxi;
- Deverá possuir rampa de concreto para entrada e saída da plataforma;
- A plataforma deverá possuir aterramento compatível com a resistência elétrica do solo;
- Deverá possuir sistema de leitura do peso, em toneladas, com monitor digital com uma interface para ser conectado a um Computador Pessoal (PC);
- Deverá ser fornecido o SOFTWARE que realize a leitura e armazenamento dos dados em um Computador Pessoal;
- As fundações para apoiar a plataforma deverão ser compatíveis com as cargas verticais e com a resistência mecânica do solo, garantindo que não haja recalques diferenciais que possam descalibrar as células de carga;
- Toda a instalação elétrica deverá ser vedada e estanque para evitar o acesso de umidade na fiação de transmissão elétrica das células de carga até o sistema de leitura;
- Deverá possuir drenagem das águas pluviais de modo a evitar o acúmulo de umidade na parte inferior da plataforma e células de carga;
- Para acomodar o sistema de leitura digital e os operadores da balança, deverá ser construído um escritório em alvenaria junto à plataforma, com ampla visão frontal e lateral por meio de esquadrias metálicas, com laje de concreto para cobertura e telhado com telha cerâmica tipo romana. O piso deste escritório deverá estar elevado a uma altura de 70 cm acima do nível da plataforma da balança para facilitar a visualização dos veículos e motoristas;
- A empresa fornecedora deverá possuir o seu produto certificado pelo INMETRO;
- A balança somente poderá ser recebida pela fiscalização após a aferição realizada pelo INMETRO.

#### 9.18.1 Obra civil da balança rodoviária

Para a implantação da referida balança deverá ser executada a infraestrutura da obra civil, que será composta pelos seguintes elementos, de acordo com projeto fornecido pela empresa fornecedora da balança:

- Fundações: em *radier* ou estacas com capacidade de suportar as cargas especificadas no projeto da balança;



- Rampas de acesso, em concreto armado, para viabilizar a entrada e saída dos veículos na balança;
- Sistema de drenagem pluvial evitar o acúmulo de águas sob a plataforma da balança;
- Base em concreto armado para apoiar as células de carga;
- Eletrodutos e caixas para conduzir os cabos de ligação entre as células de carga e o sistema de leitura da balança;
- Muro de concreto armado nas laterais da balança para evitar que os veículos desçam fora das rampas;.

#### 9.19 Corte no terreno

Esta especificação se aplica aos casos do maciço de lixo, sistema de tratamento do percolado (lagoas anaeróbia, facultativa e tanque de acumulação), vala séptica, bacias de contenção de água pluvial (BCAP).

A escavação de cortes será executada mediante a utilização racional de equipamentos adequados, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida.

A escavação de cortes subordinar-se-á aos elementos técnicos fornecidos à contratada, e constantes das notas de serviço elaboradas em conformidade com o projeto. A escavação será precedida da execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza. O desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão transportados, para constituição dos aterros, os materiais que, pela classificação e caracterização efetuadas nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto. Atendido o projeto e, desde que técnica e economicamente aconselhável, a juízo da fiscalização, as massas em excesso, que resultariam em bota-foras, poderão ser integradas aos aterros constituindo material de construção das bermas ao redor do maciço, ou como camadas de cobertura dos resíduos.

As massas excedentes que não se destinarem ao fim indicado no parágrafo anterior serão destinadas a bota-foras, em locais determinados no projeto e/ou indicados pela fiscalização, evitando-se a obstrução do sistema de drenagem natural e/ou da obra. Se for necessário colocar o material de bota-fora sobre taludes naturais, deverá ser feito de forma a não criar problemas ecológicos, deslizamentos, etc. Os bota-foras serão construídos em camadas espalhadas com espessuras da ordem de 30 cm e deverão apresentar uma superfície desempenada, com declividade suficiente para o escoamento das águas superficiais, de modo a evitar erosões.

Os taludes dos cortes deverão apresentar, após a operação de terraplenagem, a inclinação indicada no projeto, vide quadro 9.1, para cuja definição foram consideradas as indicações provenientes das investigações geológicas e geotécnicas. Qualquer alteração posterior da inclinação só será efetivada caso o controle tecnológico, durante a execução, o indique. Os taludes deverão apresentar desempenada a superfície obtida pela normal utilização do equipamento de escavação.

Quadro 9.1 – Indicação dos cortes e suas respectivas inclinações

LOCAL DO CORTE	INCLINAÇÃO (VERTICAL: HORIZONTAL)
Maciço de lixo	1:2
Vala séptica	1:1
Lagoa anaeróbia	1:1
Lagoa Facultativa	1:1
Tanque de acumulação	1:1
Bacia de contenção de água pluvial	1:1

## 9.20 Instalação da geomembrana

### 9.20.1 Preparação da Superfície

Neste sistema composto de geomembrana / solo compactado, a superfície de apoio (fundo e taludes da escavação) deve estar nivelada, compactada e isenta de qualquer tipo de material contundente, depressões e mudanças abruptas de inclinação do terreno não previstas no projeto. Recomenda-se promover a limpeza da superfície imediatamente antes da colocação da geomembrana. Pedras com diâmetro maior que 9,52 mm não deverão ser permitidas nos últimos 15 cm do solo de apoio da geomembrana.

Recomenda-se que a colocação da geomembrana seja realizada imediatamente após os serviços de preparação da superfície de apoio para evitar a deterioração do terreno produzida por chuva, vento, perda de umidade do solo e trânsito local. Todas as superfícies deverão ser cuidadosamente inspecionadas imediatamente antes de serem revestidas, para verificar se as recomendações acima foram seguidas.

Antes do assentamento das geomembranas em PEAD na base da unidade de aterragem, deverá ser executada uma camada em argila compactada na espessura total de 50 cm alcançando um coeficiente de permeabilidade na ordem de  $10^{-7}$  cm/s, executada em 02 camadas de 25 cm e compactadas a 100% do Proctor Normal.

Por sobre as geomembranas em PEAD implantadas na base, deverá ser executada uma camada de proteção mecânica em argila solta, criteriosamente espalhada, sem a presença de torrões e pedregulhos, na espessura de 50 cm, também executada em 02 camadas de 25 cm.

A geomembrana deverá ser implantada nas valas de resíduos, no sistema de tratamento de efluente e na valas sépticas. A camada de proteção mecânica é existente apenas para as valas de resíduos, sendo que as para o sistema de tratamento de efluentes e para as valas sépticas não apresentam a proteção mecânica.

### 9.20.2 Ancoragem

A canaleta de ancoragem deverá ser escavada imediatamente antes da colocação da geomembrana, para evitar danos ocasionados pelas chuvas, ressecamento com trincas e abatimentos de suas laterais. A canaleta de ancoragem deverá ser escavada com as dimensões previstas em projeto. No caso de solos rijos e duros, a canaleta deverá ter as bordas levemente arredondadas, para evitar danos a geomembrana. Um geotêxtil não tecido agulhado e de gramatura elevada, também poderá ser utilizado sob a geomembrana, como proteção. O reaterro da canaleta deverá ser executado cuidadosamente, para se evitar danos a geomembrana.

### 9.20.3 Instalação

Deve ser registrado, em forma de relatórios toda a sequência executiva: o número, a localização e a data de colocação de cada painel e o *as built* diário de toda a geomembrana instalada.

Os painéis devem ser posicionados de acordo com a sua numeração e sequência previstas no projeto executivo. Quando os painéis são as próprias bobinas, a abertura deve ser iniciada a partir da crista dos taludes e feita, de preferência, mecanicamente. Os painéis constituídos pela emenda de várias bobinas na fábrica devem ser posicionados conforme estabelecido no projeto, e a partir daí é que deve ser iniciada a sua abertura.

A geomembrana deve ser aplicada no sentido da máxima inclinação do talude. A geomembrana deve ser posicionada de forma a ter o mínimo possível de rugas ou ondas. Devem ser previstas ancoragens temporárias como sacos de areia, que não causem danos a geomembrana, e que evitem o levantamento dos painéis pelo efeito do vento. Antes do

início da solda os traspasses devem estar limpos e isentos de umidade. Caso seja inevitável o trânsito de veículos sobre a geomembrana instalada, deve ser prevista uma proteção, que pode ser feita, com um geotêxtil espesso ou ser executada através de uma via de circulação, de tal forma que o equipamento avance sobre a camada já colocada. Todo cuidado deve ser tomado para evitar danos causados por queda de objetos ou movimentação de pessoas sobre a manta. Nenhum objeto deve ser posicionado sobre a manta sem proteção e os soldadores devem utilizar calçados especiais.

#### 9.20.4 Emendas

As emendas devem sempre ser executadas no sentido da máxima inclinação do talude, conforme ilustram as figuras 9.1 e 9.2.

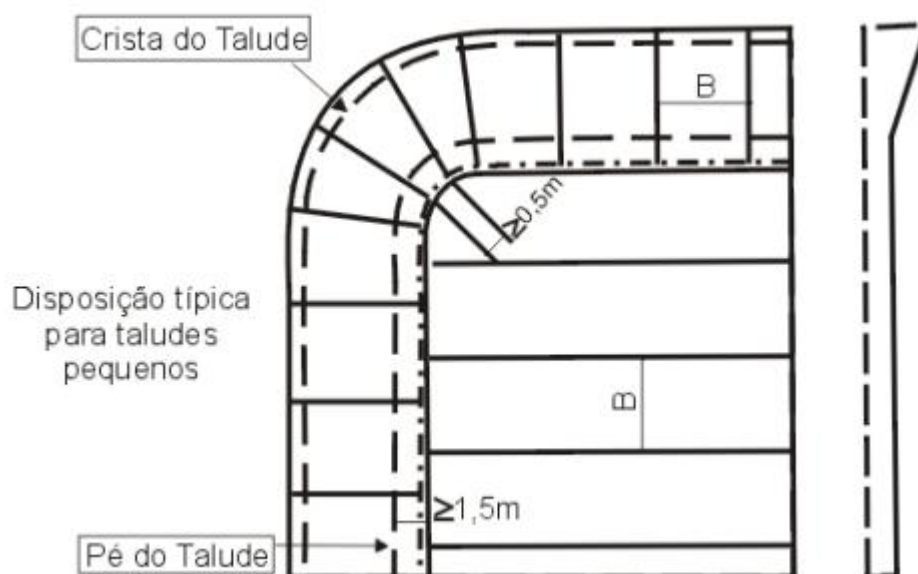


Figura 9.1 - Disposição dos painéis

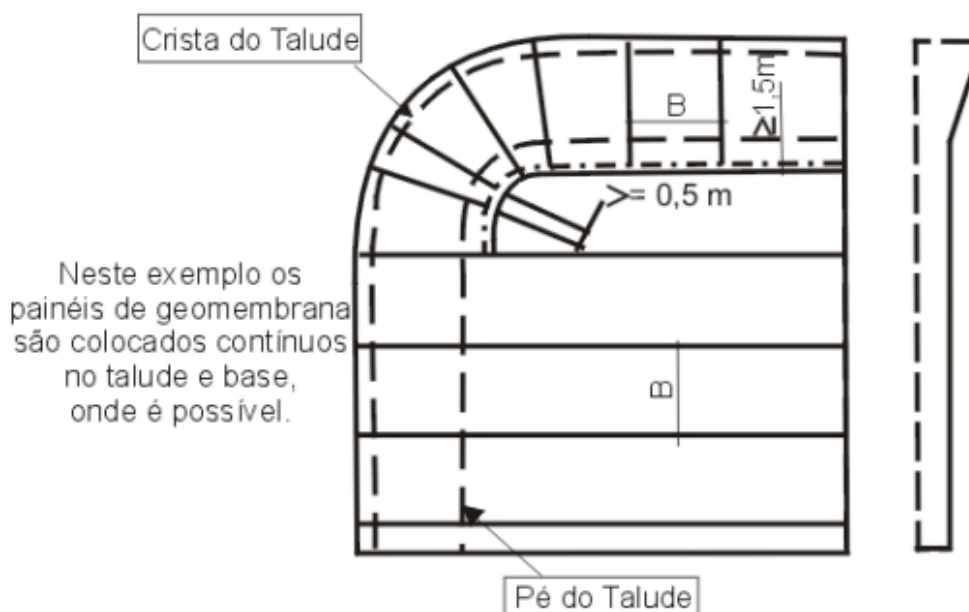


Figura 9.2 - Disposição dos painéis

Nos cantos e interseções o número de soldas deve ser minimizado, seguindo os critérios indicados nas Figuras 9.1 e 9.2. É recomendável não realizar emendas horizontais ao

longo do talude. Caso seja inevitável, recomenda-se que a emenda não esteja localizada na parte superior do talude e nem a uma distância menor que 15 cm do seu pé. No fundo, a emenda deve estar a uma distância de 1,50 m do pé do talude.

Os traspases entre painéis a serem emendados devem ser de aproximadamente 10 cm para soldas por termo-fusão, 7,5 cm, no mínimo, para soldas por extrusão, nas geomembranas de PEAD ou 15 cm para soldas químicas, nas de PVC.

As máquinas de solda por termo-fusão e o processo de soldagem devem ser testados imediatamente antes do início de cada jornada de trabalho (pela manhã e à tarde), e sempre que houver quaisquer mudanças nas condições do serviço (por exemplo, quando a máquina é desligada e esfria completamente), através de testes que avaliem as soldas executadas em tiras da geomembrana nas mesmas condições das soldas dos painéis. Os testes da solda devem ser feitos em tiras de aproximadamente 1,0 m de comprimento por 0,3 m de largura, com a solda centrada ao longo do comprimento. Dois corpos de prova da tira soldada para teste devem ser cortados, para serem ensaiados no tensiômetro de obra, com o objetivo de verificar sua resistência ao cisalhamento e ao descolamento. Esses corpos de prova devem ter uma ruptura tipo FTB (*Film Tear Bound*), ou seja, condição em que uma das geomembranas soldadas (superior ou inferior) rompe por rasgamento e a solda permanece intacta, ou seja, a geomembrana rompe antes da solda.

Caso haja ruptura da solda, todo o teste deverá ser refeito e a máquina de solda e o respectivo operador não devem ser aceitos até que as deficiências sejam corrigidas e duas soldas teste sejam executadas com sucesso. Quando durante a soldagem por termo-fusão o traspasse apresentar rugas ou ondas, também chamadas de “bocas de peixe”, estas deverão ser cortadas de modo a tornar plana a área para passagem da máquina.

Caso as áreas cortadas fiquem com traspases inadequados, estes deverão receber “manchões” com formato oval ou redondo, da mesma geomembrana aplicada, soldados a ela por extrusão, no caso de geomembranas de PEAD, ou solda química, no caso de geomembranas de PVC, com tamanho de no mínimo 15 cm além da área cortada. Todo cruzamento de solda por termo-fusão deverá ter uma solda por extrusão nas geomembranas de PEAD ou uma vedação por emulsão nas de PVC, para a garantia da estanqueidade naquele ponto. O traspasse superior da geomembrana deve ser cortado na área que receberá a solda por extrusão e a nova solda deve ser paralela a anterior.

Todas as soldas devem ter a estanqueidade verificada ao longo do seu comprimento, através de ensaios não destrutivos. Esses ensaios devem ser realizados simultaneamente com os serviços de solda. Os ensaios não destrutivos verificam a integridade das soldas por termo-fusão, o ensaio de vácuo para as soldas por extrusão, e o *spark test* para as soldas por extrusão, que devido à localização não possam ser testados pelo ensaio à vácuo. Estes ensaios deverão ser realizados concomitantemente aos serviços de solda. O *spark test* pode ser usado também para a verificação global da geomembrana instalada.

#### 9.20.5 Controle de Qualidade da Instalação

A empresa contratada para a instalação da Geomembrana deverá realizar e apresentar os seguintes ensaios para a verificação das características do produto:

- Gramatura: ABNT NBR12568, ASTM D377;
- Espessura: ABNT NBR12569, ASTM D964;
- Resistência à tração de faixa larg: ABNT NBR12824, ASTM D459;
- Resistência tipo “grab: ASTM D463;

- Resistência ao estouro: ASTM D3786;
- Resistência ao rasgo: ASTM D4533;
- Puncionamento estático tipo CBR: ABNT NBR13359, ASTM D624;
- Perfuração dinâmica – queda de cone: ABNT NBR14971, ISO 13433;
- Permeabilidade hidráulica normal ao plano e sem confinamento, permissividade: ABNT - NBR15223, ASTM D4491;
- Fissuramento sob Tensão: ASTM D696, D1693, D5397 e ISO 625.

#### 9.20.6 Verificação da Qualidade Assegurada da Instalação

A fiscalização deve verificar todas as etapas da instalação, ao mesmo tempo em que são realizadas, checando se satisfazem as especificações de projeto e as normas pertinentes. Sugere-se que a fiscalização verifique, no mínimo, os seguintes itens:

- Condições da superfície de apoio;
- Colocação e modulação dos painéis;
- Ancoragem temporária;
- Ancoragem definitiva;
- Equipamentos necessários para soldas;
- Equipamentos de ensaios e controle;
- Execução das soldas por termo-fusão;
- Execução das soldas por extrusão;
- Execução e verificação da estanqueidade dos reparos;
- Execução das conexões com tubos e estruturas de concreto;
- Metodologia usada no cruzamento das soldas;
- *As built* com a modulação dos painéis instalados.

#### 9.20.7 Drenagem de Águas Pluviais

A cobertura da administração e da guarita de acesso terá calha em chapa de aço galvanizado para coletar as águas pluviais, esta terá declividade de 0,5%. Estas calhas conduzirão as águas para as prumadas pluviais, que descem verticalmente, de forma aparente e externamente à edificação e, chegando ao térreo desviam seu percurso até atingirem o reservatório de águas pluviais.

A área referente à implantação da CR deverá ser drenada com o intuito de se evitar empoçamento e permitir o rápido escoamento das águas pluviais, devendo, assim serem observadas as declividades em projeto.

As sarjetas de corte e as calhas de concreto meia cana deverão ser construídas nas bordas das estradas de acesso no interior da CR. Cuidados especiais merecem os locais de descarga das águas provenientes das sarjetas e das calhas de concreto, a fim de se evitar a erosão do terreno natural.

Quando a cota de base das fundações não estiver indicada nos Projetos, ou a critério da fiscalização, a escavação deverá atingir um solo de boa qualidade que possua características físicas de suporte compatíveis com a carga atuante no mesmo.

Para o assentamento dos meios-fios, sarjetas e canaletas, o terreno de fundação deve estar com sua superfície devidamente regularizada, de acordo com a seção transversal do



projeto, apresentando-se liso e isento de partículas soltas ou sulcadas e, não deve apresentar solos turfosos, micáceos ou que contenham substâncias orgânicas. Devem estar, também, sem quaisquer de infiltrações d'água ou umidade excessiva.

Para efeito de compactação, o solo deve estar no intervalo de mais ou menos 1,5% em torno da umidade ótima de compactação, referente ao ensaio de Proctor Normal.

Não é permitida a execução dos serviços durante dias de chuva.

Após a compactação, deve-se umedecer ligeiramente o terreno de fundação para o lançamento do lastro.

Sobre o terreno de fundação devidamente preparado, deve ser executado o lastro de concreto das sarjetas e canaletas, de acordo com as dimensões especificadas no projeto. O lastro deve ser apiloado, convenientemente, de modo a não deixar vazios.

O assentamento dos meios-fios deve ser feito antes de decorrida uma hora do lançamento do concreto da base. As peças devem ser escoradas, nas juntas, por meio de bolas de concreto com a mesma resistência da base.

Depois de alinhados os meio-fios, deve ser feita a moldagem das sarjetas, utilizando-se concreto com plasticidade e umidade compatível com seu lançamento nas formas, sem deixar buracos ou ninhos.

As sarjetas e canaletas devem ser moldados in loco, com juntas de 1 cm de largura a cada 3 m. Estas juntas devem ser preenchidas com argamassa de cimento e areia de traço 1:3.

A colocação do meio-fio deve preceder à execução da sarjeta adjacente.

Estes dispositivos devem estar concluídos antes da execução do revestimento betuminoso, quando houver.

Deverão ser tomadas precauções para a boa marcha dos trabalhos de escavação, na ocorrência de chuvas. As sarjetas e canaletas meia cana deverão ficar desimpedidas para o recebimento de águas pluviais e adotadas providências para que não sejam carreados para elas detritos ou material escavado.

Todo o material escavado e não aproveitável no reaterro das valas, deverá ser removido pela contratada, sendo depositado em local previamente fixado pela fiscalização.

As canaletas meia cana e sarjetas indicadas deverão ter declividade mínima de 0,5%, as especificações das mesmas estão indicadas no projeto, ambas serão feitas em concreto simples e terão seção vazada. Deverão ser reforçadas com vergalhões de diâmetro de 4 mm a cada 40 cm na direção transversal à parede (laterais) e em ambas as direções (fundo).

#### *9.20.8 Caixa de Passagem*

As caixas de passagem de águas pluviais constituem tomadas de água verticais para coleta e distribuição de águas provenientes das sarjetas e canaletas sendo construídas também nos locais de descarga das descidas de água, em degraus, nos cortes.

As caixas coletoras deverão ser executadas segundo formas, dimensões, cotas e localização estabelecidas no projeto. O concreto empregado deverá ter a tensão ( $f_{ck}$ ) igual ou maior do que 15 MPa. No caso de emprego de concreto ciclópico a proporção de pedra de mão deverá ser superior a 30%. As pedras de mão deverão ser distribuídas de modo tal que sejam completamente envolvidas pelo concreto.

Das caixas de passagem, de dimensões indicadas em projeto, a água será conduzida até a bacia de acumulação de águas pluviais.



### 9.21 Drenos de chorume

Após a execução do sistema de impermeabilização da base do maciço, composto por camada de 50 cm de argila compactada, sob geomembrana de PEAD de 2 mm protegida por outra camada de solo de 50 cm, a contratada deverá iniciar implantação do sistema de drenagem de chorume na fundação. Este sistema consta de drenos principais, drenos secundários, dreno coletor, caixas de passagem e emissários de chorume. Quando da execução destes elementos, deverão ser executadas proteções apropriadas por meio de membrana geotêxtil, para evitar o puncionamento da geomembrana, conforme indicado nos detalhes dos desenhos do projeto.

Os drenos principais e secundários serão constituídos por tubos de PEAD perfurados de 100 mm envoltos em brita nº 4, com berço em brita apoiado em manta geotêxtil não tecido (300 g/cm²), em valas escavadas na fundação.

Os drenos serão executados com as dimensões previstas em projeto, com equipamentos apropriados. A escavação da vala deverá ser feita previamente ao lançamento da manta geotêxtil. Após a escavação, a vala deverá ser preparada de forma a garantir que o fundo apresente aspecto uniforme, sem a existência de depressões ou saliências oriundas da presença de blocos de rochas pré-existentes. A manta geotêxtil terá como uma das finalidades evitar a colmatação do dreno. A manta geotêxtil deverá ter dimensões suficientes para assegurar o envolvimento integral da vala, garantindo ainda um transpasse igual à largura da vala na sua parte superior. Uma vez atingido este estágio será lançada uma camada de brita, a partir daí posicionam-se os tubos drenantes perfurados e efetua-se o recobrimento dos mesmos com material granular.

### 9.22 Drenos de gás

Os drenos de gases serão conformados em brita N.º 4 com o auxílio de formas em manilhas de concreto de diâmetro nominal de 600 mm, manilhas estas que deverão ser retiradas gradualmente a medida em que os drenos forem executados. Para contenção da brita e continuidade vertical do dreno, deverá ser instalada uma tela metálica com os transpasses soldados durante a pré-moldagem da “gaiola”.

No topo dos drenos de gases e dos poços de monitoramento do aterro serão colocados queimadores de gases do tipo *flare*.

Os percolados do aterro serão encaminhados para as caixas de passagem de percolados, a partir destas, os percolados serão encaminhados até a unidade de tratamento dos Efluentes através de tubos coletores de PEAD (DN 100 mm), conforme especificação dos projetos técnicos.

### 9.23 Pátio de compostagem

O pátio foi projetado com 2 camadas de estruturas impermeabilizantes. A sua base será em argila compactada com 15,00 cm de espessura, seguido de uma camada de 10,0 cm de espessura construída em concreto armado de traço 1:3:5 e FCK de 15 MPA. A armação empregada no concreto armado será em tela soldada de aço CA 60 de bitola de 4.2 mm, com espaçamento de 10,0 X 10,0 cm.

Toda a área do pátio deverá ser nivelada e regularizada com colocação de material, compactado por meio mecânico uma espessura mínima de 15 cm, com uso de equipamento próprio, observando a umidade ideal do solo de forma a evitar borrachudos ou materiais soltos (nunca em camada superior a 30 cm).

As formas deverão ser executadas perfeitamente alinhadas e niveladas, no sentido longitudinal, com declividade de 0,5%, no sentido transversal, do eixo para as bordas.

Antes de cada concretagem as formas deverão ser untadas com desmoldante próprio para evitar aderência do concreto à madeira.

As formas só poderão ser retiradas, no mínimo, depois de 48 (quarenta e oito) horas de cada etapa de concretagem.

As peças das formas, após serem retiradas, deverão ser limpas antes da nova utilização, descartando-se as peças que tenham sido empenadas ou rachadas. As formas deverão ser firmemente fixadas ao solo, através de estacas, a fim de se evitar deslocamentos que prejudiquem o perfeito alinhamento das juntas.

Após a remoção das estacas de fixação das formas, os buracos provenientes da operação deverão ser corrigidos com a colocação de material e recompactação.

Deverá ser empregado concreto de  $f_{ck}$  15 MPa, preparado por meio mecânico, com uso de equipamento próprio, não se admitindo o preparo manual do concreto em nenhuma hipótese.

Deverá ser executado com espessura mínima de 10 (três) centímetros de camada de concreto, sobre solo compactado de 15 cm de espessura.

O adensamento do concreto deverá ser executado por meio mecânico, com uso de régua vibratória, de forma a se evitar vazios e falhas de concretagem.

Todos os serviços de lançamento, adensamento, sarrafeamento, desempenho e aplicação de camurça, deverão ser executados em uma única etapa, não admitindo aplicação de argamassa sobre concreto já endurecido.

Ficarão a cargo da contratada todos os cuidados necessários para se evitar ressecamento do material e surgimento de fissuras de retração, bem como proteção contra o vandalismo, que possam comprometer a qualidade do acabamento do piso, analisando a umidade necessária, ao menos por sete dias, para a perfeita cura.

As concretagens deverão ser executadas em quadros de 2m x 2m, medidos a partir dos eixos transversal e longitudinal, sendo as medidas fracionadas e executadas nas extremidades. O piso projetado possuirá juntas de dilatação (selante elástico de poliuretano de 1,00 X 1,00 cm) com afastamento de 2 metros. Esse piso foi projetado para suportar a circulação de caminhões de médio porte.

#### 9.24 Cerca

Este serviço consistirá na limpeza da faixa de implantação, na aquisição e cravação no terreno de mourões suportes ou esticadores de concreto armado, e na colocação dos fios de arame farpado ou arame liso.

As cercas serão constituídas de mourões de suporte, mourões esticadores e 11 fios de arame farpado.

Os mourões são prismas de seção transversal quadrangular uniforme, de concreto armado, executados em concreto com  $F_{ck}$  18 Mpa. O concreto não deve apresentar fissuras, falhas de adensamento e saliências. Não devem apresentar sinais de pinturas ou reparos posteriores a desmoldagem. Devem ser fabricadas obedecendo à boa técnica de execução.

Os mourões de suporte terão 0,10 m, de lado e 2,50 m, de altura, e serão armados longitudinalmente com quatro vergalhões de diâmetro 1/4" (6,5mm), dispostos junto aos vértices da seção transversal, com estribos, de diâmetro 3/16" (4,8mm), a cada 0,25m e recobrimento de 0,02m.

Os mourões esticadores terão 0,18 m de lado e 2,55 de altura, e serão armados longitudinalmente com quatro vergalhões de diâmetro 3/8" (10,0mm), dispostos junto aos vértices da seção transversal, com estribos de 3/16" (4,8mm), a cada 0,25m e recobrimento de 0,02m. Os mourões de suporte e esticadores quando arame farpado deverá ter ranhuras horizontais de 0,01 m de largura na face de contato com o arame farpado, separados de 0,25 m a partir de 0,10 m da extremidade superior.

Cada mourão esticador deve ser reforçado através da instalação de uma escora de 0,18 m de lado e comprimento de 2,55 a qual será executada da mesma forma que os mourões esticadores.

Tanto os mourões esticadores como as escoras deverão ter rebaixos de largura e altura igual a 0,10 m e 0,03 de profundidade, para permitir a instalação das travessas.

As vigas de travamento (travessas) dos mourões esticadores, serão fabricadas em concreto armado de Fck 18 Mpa, com 0,86m de comprimento e seção transversal quadrangular de 0,10 m de lado, armada nas mesmas condições dos mourões suportes.

Antes da implantação de cercas, deverá ser feita a limpeza de uma faixa de 2,00m de largura, para possibilitar a execução e conservação.

Após a limpeza os mourões devem ser alinhados, aprumados e o reaterro de suas fundações compactadas em camadas de 10,0cm, de modo a não sofrerem deslocamento, no momento que os fios forem tracionados.

Devem ser empregados nos mourões onze fios de arame farpado ou liso, esticados com espaçamento de 0,20m a partir de 0,10 da extremidade superior dos mourões, donde resultará um espaçamento de 0,35m entre o último fio e o terreno.

Os arames farpados devem ser fixados aos mourões de concreto nas ranhuras e fixados através de braçadeiras de arame liso de aço zincado nº 14.

Os mourões de suporte deverão ter espaçamento de 3,00m e serem cravados no terreno à profundidade de 0,70m, resultando numa cerca com altura de 1,45m.

Os mourões esticadores deverão ser colocados a cada 200m, nas divisas de propriedades, em toda a mudança de alinhamento horizontal e vertical e em outras situações indicadas pela fiscalização. Os mourões esticadores devem ser cravados no terreno à profundidade de 1,10m, resultando numa altura de 1,45m.

O mourão que será empregado como escora do mourão esticador deverá ser instalado verticalmente a uma distância de 0,80m e cravado a uma profundidade de 1,10m, resultando numa altura de 1,45m.

As travessas a serem instaladas entre o mourão esticador e o mourão escora deverão encaixar 0,03m dentro do mourão esticador e da escora, nos rebaixos previamente executados.

As travessas devem ser colocadas entre a primeira e a segunda linha e entre a sétima e a oitava linha de fios.

### 9.25 Poços de monitoramento

Os poços de monitoramento serão construídos de acordo com a Norma Técnica ABNT NBR 15495-1 (2007) - Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem. Para perfuração dos poços de monitoramento o diâmetro mínimo será de 200 mm, devendo ser evitada a utilização de fluidos de perfuração. Os poços serão constituídos basicamente dos seguintes elementos:

- Revestimento interno

O revestimento interno do poço de monitoramento será de tubos de PVC rígido, encaixados no interior da perfuração, com a função de revestir a parede da mesma ao longo do segmento correspondente à zona não saturada, para evitar desmoronamentos e servir como proteção sanitária. A utilização do PVC é devido a sua praticidade, baixo custo, resistência e baixa reatividade. O diâmetro pode ser pequeno, mas que seja suficiente para a introdução do amostrador e para a medição do nível da água.

O diâmetro deverá ser DN 200, suficiente para introdução do amostrador e medição do nível da água.

- Filtro

O Filtro, que também será de PVC, terá a propriedade de permitir a entrada da água e de impedir a penetração de algumas impurezas clásticas do poço. Sugere-se que o filtro penetre no aquífero pelo menos 2 m.

Será do tipo ranhurado, que é o mais comum e eficiente, e consiste em tubo com ranhuras vazadas, distribuídas. A largura da ranhura poderá ser de 2 a 3 mm. Recomenda-se a execução de ranhuras com comprimento um pouco menor do que a metade da circunferência da seção transversal. A distância entre as ranhuras pode ser de aproximadamente 1 cm.

O filtro será envolvido por uma manta geotêxtil ou por uma tela de "nylon", a fim de evitar o entupimento das ranhuras.

Os filtros dos poços deverão ocupar toda a extensão da zona saturada, tanto nos poços de jusante como nos de montante.

- Pré-filtro

O pré-filtro ficará localizado no espaço anular, entre o filtro e a parede de perfuração e será constituído de areia lavada de grãos quartzosos ou pedrisco de quartzo (inertes e resistentes). Deve ser cuidadosamente disposto, com os grãos bem assentados e minimizando a formação de espaços vazios.

- Proteção sanitária

A proteção sanitária, que tem a função de evitar que a água superficial contamine o poço através da infiltração pelo espaço anular. É o conjunto formado pelo selo sanitário, argamassa de cimento da extremidade inferior do espaço anular com aproximadamente 30 cm, e pela laje de proteção, piso de cimento constituído com pequeno declive, ao redor da parte superior do poço.

- Tampão

A extremidade superior do tubo será protegida contra a penetração de substâncias indesejáveis, que podem comprometer os resultados de análise. Para tanto, serão instalados dois tampões, um ficará na extremidade superior do tubo (boca do poço) e será removível (roscado), com suspiro e chave, já o outro, localizado na extremidade inferior, será apenas rosqueado.

- Sistema de proteção do tubo

O tubo de revestimento sobressai ao nível do terreno ( $\cong 0,20$  m) para evitar a penetração de água superficial e de elementos estranhos no poço. Para protegê-lo, será construída uma caixa de proteção, que será em alvenaria e terá dimensões suficientes para envolver o tubo de revestimento que sobressairá ao nível do terreno. Uma tampa na parte superior permitirá o acesso ao poço. A tampa deverá ser mantida fechada com chave para melhor proteção do poço.

O poço deve ser identificado de forma indelével, permanente e de fácil visualização em sua tampa ou laje de proteção sanitária.

- Selo

É um obturador com a função de vedar o espaço anular em torno do tubo de revestimento, acima do limite máximo de variação do nível do lençol, evitando a contaminação do poço por líquidos percolados pelo espaço anular. Serve também para delimitar camada de interesse dentro da zona saturada.

O selo deverá ser em material vedante, bentonita ou cimento, e obstruir uma pequena parte do espaço anular, o suficiente para impedir a passagem de água de um nível para outro.

- Preenchimento

O espaço anular entre a parede da perfuração e a superfície externa do tubo de revestimento deve ser preenchido por material impermeável (argila ou solo da perfuração), em toda a extensão não saturada (acima do nível da água), a fim de firmar o tubo de revestimento e dificultar a penetração de líquidos provenientes da superfície.

Já os guias de filtro ou centralizadores serão dispositivos salientes, distribuídos ao longo do tubo de revestimento, fixados por seu lado externo e com função de mantê-los centrado em relação ao eixo do poço.

- Coleta de amostras

A água subterrânea estagnada dentro do poço de monitoramento e na região do pré-filtro possui equilíbrio físico-químico diferente da água da formação (aqüífero). Por esse motivo, antes da coleta de água subterrânea deve ser realizado o esgotamento do poço a ser amostrado. O volume a ser esgotado corresponde a 3 vezes o volume da coluna d'água do poço de monitoramento, quando este possui boa recuperação. Se a recuperação não é boa, pode-se então esgotar totalmente o poço e, quando este se recuperar suficientemente, efetuar a coleta e a obtenção dos parâmetros físicos. Para o cálculo da coluna de água é necessário saber o nível d'água (N.A.) no poço de monitoramento. O N.A. deve ser obtido com auxílio de um medidor de nível elétrico.

Uma vez realizado o esgotamento do poço, devem ser iniciados os procedimentos de coleta de água subterrânea. A amostragem deve ser realizada por meio do uso de amostradores descartáveis tipo bayler ou bombas submersas, até que a turbidez da água seja significativamente reduzida e, preferencialmente, em ordem decrescente à susceptibilidade a volatilização dos parâmetros a serem determinados.

### 9.26 Instalações Elétricas

As instalações deverão ser executadas consoante os projetos específicos elaborados. O material a ser empregado deverá ser de primeira qualidade, isento de falhas, trincas e quaisquer outros defeitos de fabricação.

As instalações de luz e força obedecerão às normas e especificações NBR - 5433, 5434, 6527, 6689, 5354, 5454, 7863, 7864, 7866, 6235, 5431, 14039 e 5410 da ABNT e às da concessionária de energia local, sem prejuízo do que for exigido a mais nas presentes especificações ou nas especificações complementares de cada obra.

Todas as instalações elétricas serão executadas com esmero e bom acabamento, os condutores, condutos e equipamentos cuidadosamente dispostos nas respectivas posições e firmemente ligados às estruturas de suporte e aos respectivos pertences, formando um conjunto mecânico e eletricamente satisfatório e de boa qualidade.



Todo o equipamento será preso ao local de instalação, provendo-se meios de suspensão ou fixação condizentes com a natureza do suporte e com o peso e as dimensões do equipamento considerado.

As partes vivas expostas dos circuitos dos equipamentos elétricos serão protegidas contra contatos acidentais, seja pôr um invólucro protetor, seja pela sua colocação fora do alcance das pessoas não qualificadas.

As instalações de telefone deverão obedecer às resoluções, normas e especificações baixadas e ou estabelecidas pelo Conselho Nacional de Telecomunicações e às normas da concessionária de telefonia local.

Os eletrodutos serão de plástico rígido pesado, correndo embutidos nas paredes ou pisos. Os eletrodutos serão cortados a serra e terão seus bordos esmerilhados para remover toda a rebarba.

Os interruptores serão simples com espelhos na cor cinza e teclas fosforescentes. As placas ou espelhos para interruptores e tomadas serão em termoplástico auto-extinguível e, eventualmente, dotadas de plaqueta frontal em alumínio escovado e anodizado. As placas ou espelhos para áreas externas serão em termoplástico com proteção contra a ação do sol (raios ultravioleta), para que não escureçam nem desbotem com o tempo.

As lâmpadas serão do tipo incandescentes de 100W. As lâmpadas incandescentes terão os bulbos isentos de impurezas, manchas ou defeitos que prejudique o seu desempenho. Apresentarão, pelo menos, as seguintes marcações legíveis no bulbo ou na base:

- Tensão nominal (V);
- Potência nominal (W);
- Nome do fabricante ou marca registrada;

Durante a construção, todas as pontas dos eletrodutos viradas para cima serão obturadas com buchas rosqueáveis ou tampões de pinho bem batidos e curtos, de modo a evitar a entrada de água ou sujeira. Condutos embutidos correrão embutidos nas paredes e lajes. Serão instalados antes da concretagem, assentando-se trechos horizontais sobre as armaduras das lajes. Devem ser colocados de modo a evitar sua deformação durante a concretagem, devendo ainda ser fechadas as caixas e bocas dos eletrodutos com peças apropriadas para impedir a entrada de argamassas ou nata de concreto. As partes verticais serão montadas antes de executadas as alvenarias de tijolos. As junções dos eletrodutos embutidos devem ser efetuadas com auxílio de acessórios estanques em relação aos materiais de construção. Em cada trecho de tubulação, entre duas caixas, entre extremidades, ou entre extremidade e caixa, podem ser previstas no máximo três curvas de 90° ou seu equivalente até no máximo 270°. Não devem ser previstas curvas com deflexão superior a 90°, exceto no topo do poste particular de entrada de energia, onde poderá ser utilizada curva de 135° ou 180°. As curvas feitas diretamente nos eletrodutos não devem reduzir efetivamente seu diâmetro interno.

Denomina-se condutor isolado aquele constituído por condutor de cobre (cabo flexível), nas cores preta, vermelha ou branca para fases, azul-claro para neutro e verde para proteção, tipo não-propagante de chama, tensão de isolamento 450/750V, seções nominais conforme projeto, de acordo com a NBR NM 247-3 (antiga NBR 6148). Poderão ser utilizados em eletrodutos metálicos ou isolantes aparentes e/ou embutidos ou, ainda, em perfilados metálicos (com ou sem tampa). Para todos os trechos de instalação pertencentes aos circuitos alimentadores, utilizar cabos unipolares constituídos por condutor de cobre, nas cores preta, vermelha ou branca para fases, azul-claro para neutro e verde para proteção, tipo não-propagante de chama, tensão de isolamento 0,6/1,0kV, seções nominais conforme projeto, de acordo com a NBR 7288.



Os condutores serão instalados de forma que os isente de esforços mecânicos incompatíveis com sua resistência ou com a do isolamento ou a do revestimento. Nas deflexões os condutores serão curvados segundo raios iguais ou maiores do que os mínimos admitidos para o seu tipo. Os condutores devem formar trechos contínuos entre as caixas de derivação. As emendas e derivações dos condutores serão executadas de modo a assegurarem resistência mecânica adequada e contato elétrico perfeito e permanente por meio de um conector apropriado e serão sempre efetuadas em caixas de passagens com dimensões apropriadas. Condutores emendados ou cuja isolação tenha sido danificada e recomposta com fita isolante ou outro material não devem ser enfiados em eletrodutos. Os condutores somente devem ser enfiados depois de estar completamente terminada a rede de eletrodutos e concluídos todos os serviços de construção que os possam danificar. A enfição só deve ser iniciada após a tubulação ser perfeitamente limpa.

Para facilitar a enfição dos condutores, podem ser utilizados:

- Guias de puxamento que, entretanto, só devem ser introduzidos no momento da enfição dos condutores e não durante a execução das tubulações;
- Talco, parafina ou outros lubrificantes que não prejudiquem a isolação dos condutores;

Os quadros de distribuição são próprios para o uso como quadros de luz e energia, podendo ser equipados com disjuntores termomagnéticos monofásicos, bifásicos, trifásicos, padrão europeu, com montagem em trilhos de engate rápido de 35 mm (conforme DIN EM 50022). Deverão ser de embutir e possuir barramentos dimensionados pelas Normas DIN 43671 e NBR 6808/198L para mínimo de 100A, conforme especificação do projeto de Instalações Elétricas. Deverão apresentar placa de montagem removível, com sistema de engate rápido e seguro de disjuntores. Terão estrutura montada, com parafusos para fixação da placa de montagem e apresentar tostões estampados na parte superior e inferior para passagem de eletrodutos de diversas bitolas. Serão providos de moldura, espelho e porta com fechadura de fácil acionamento.

## *9.27 Memorial de cálculo elétrico*

### *9.27.1 Introdução*

O presente documento tem a finalidade de estabelecer o procedimento de cálculo, adotado para o dimensionamento dos cabos elétricos e demais componentes que alimentarão os equipamentos e unidades das Centrais de Resíduos, conforme recomendações das normas vigentes, em especial, NBR-5410 (Norma Brasileira de Instalações Elétricas de Baixa Tensão), em sua última revisão.

### *9.27.2 Critérios de dimensionamento de um circuito*

Chamamos de dimensionamento técnico de um circuito a aplicação das diversas prescrições da NBR 5410 relativas à escolha da seção de um condutor e do seu respectivo dispositivo de proteção. Para que se considere um circuito completa e corretamente dimensionado, são necessários seis procedimentos. Em princípio, cada um deles pode resultar numa seção diferente. E a seção a ser adotada é a maior dentre todas as seções obtidas.

Os seis critérios técnicos de dimensionamento são:

- Seção mínima;
- Capacidade de condução de corrente;
- Queda de tensão;
- Proteção contra sobrecargas;

- Proteção contra curtos-circuitos;
- Proteção contra contatos indiretos.

#### 9.27.2.1 Seção Mínima

As seções mínimas admitidas em qualquer instalação de baixa tensão são definidas pela norma e dentre os valores indicados destacam-se:

- A seção mínima de um condutor de cobre para circuitos de força (alimentação padrão de medição) é 95mm<sup>2</sup> para fase e 50mm<sup>2</sup> para neutro;

Este relatório tem a finalidade de apresentar apenas o dimensionamento dos cabos que alimentarão o padrão de medição e distribuição de força das Centrais de Resíduos, neste caso, pelo critério apresentado acima, a menor seção aceitável é de 95 mm<sup>2</sup> para condutores fase e 50mm<sup>2</sup> para condutores neutro.

#### 9.27.2.2 Capacidade de Condução de Corrente

A capacidade de condução de corrente é um critério importantíssimo, pois leva em consideração os efeitos térmicos provocados nos componentes do circuito pela passagem da corrente elétrica em condições normais (corrente de projeto).

Este critério de dimensionamento, tratado na seção 6.2.5 da NBR 5410 consiste resumidamente na seleção do condutor mais adequado a uma aplicação pela sua capacidade de corrente.

A capacidade de condução de corrente de um condutor varia em função de diversos fatores, tais como:

- Tipo de isolamento (PVC, EPR, XLPE);
- Forma de instalação (em eletroduto, em leito, diretamente no solo etc.);
- Número de condutores carregados (2 – Mono e Bifásicos, 3 – Trifásicos);

Como a capacidade de condução de corrente está ligada diretamente a temperatura de operação do condutor, além dos fatores acima existem outros que devem ser considerados no dimensionamento dos cabos, são eles:

- Temperatura ambiente (local de instalação do cabo);
- Agrupamento dos cabos;
- Presença de Harmônicas;

#### 9.27.2.3 Queda de Tensão

A queda de tensão num circuito é a diferença de tensão que surge nos terminais de um cabo em função da corrente que passa por ele. Este fenômeno ocorre devido à impedância existente no condutor.

A queda de tensão faz com que a tensão nos terminais de conexão a carga sejam inferiores a tensão da fonte ou do painel de distribuição. A redução na tensão disponível a carga, pode causar falhas em seu funcionamento.

A situação ideal seria a ausência deste efeito, ou seja, que a tensão disponível a carga fosse igual à disponibilizada pela fonte, entretanto, isto não é possível, sendo assim, o que se busca é que a queda de tensão esteja dentro de patamares aceitáveis.

A norma NBR-5410 estabelece os limites máximos admissíveis de queda de tensão nas instalações alimentadas em baixa tensão. Segundo a norma:

- 4% para instalações alimentadas diretamente por ramal de baixa tensão proveniente da concessionária;
- 7% a partir do transformador / gerador para instalações que possuem subestações.

Para os circuitos alimentadores de motores, a norma (NBR-5410) estabelece que a queda de tensão máxima permitida durante a partida seja de 10% (nos terminais do motor).

#### 9.27.2.4 *Sobrecarga e Curto-Circuito*

A sobrecarga e o curto-circuito que podem ocorrer nos circuitos elétricos, devido a falhas com o equipamento, utilização incorreta ou a acidentes em alguma parte do sistema elétrico, traduzem-se em sobrecorrentes que podem ser danosas a integridade do cabo, tanto isolamento quanto condutor.

O dimensionamento de circuitos quanto a este critério resume-se na determinação do cabo e de sua proteção (disjuntor ou fusível), capaz de permitir a condução da corrente normal de operação do circuito levando-se em conta inclusive, eventos como a energização de equipamentos (transformadores por exemplo), partidas de motores, onde a corrente inicial é consideravelmente maior do que a corrente em regime.

A escolha do cabo e de sua proteção, deve portanto garantir que o cabo será capaz de operar na condição para a qual se destina sem sofrer danos devidos aos efeitos destrutivos que podem surgir com a sobrecorrente.

#### 9.27.2.5 *Contatos Indiretos*

A verificação da proteção contra contatos indiretos, tem a finalidade de garantir que o circuito seja automaticamente desligado, caso algum dos equipamentos por ele alimentados venha a sofrer uma falta à terra ou a massa capaz de originar uma tensão perigosa.

Há casos em que o seccionamento automático visando a proteção contra choques pode (e deve no caso do TN-C) ser implementado com o uso de dispositivos de sobrecorrente.

A regra pertinente envolve aspectos conceitualmente equivalentes aos de queda de tensão. Portanto, é um critério que pode pesar seja na seção do condutor, seja no comprimento do circuito, seja enfim em ambos, ou seja, é uma verificação obrigatória.

Este dimensionamento consiste basicamente em se verificar por meio de fórmulas ou tabelas de fabricantes se um determinado circuito está ou não protegido contra contatos indiretos, ou seja, se o dispositivo de proteção será “sensibilizado” em caso de uma falta a terra. A constatação de que um determinado circuito não está protegido segundo este critério, implica na seleção de um cabo de maior seção ou na redução do valor da proteção caso isto seja possível.

#### 9.27.3 *Critérios de dimensionamentos*

Por tratar-se de uma implantação, onde o sistema elétrico é novo (subestação, painéis de distribuição geral) o dimensionamento aqui detalhado inicia-se a partir dos alimentadores provenientes da Subestação.

Sendo assim, abaixo apresentamos todas as considerações adotadas para os cálculos elaborados:

- Queda de tensão máxima entre transformador e os painéis de distribuição geral = 0,5%;
- Nível de curto-circuito máximo sugeridos as barras dos painel de distribuição geral = 50kA;

- Nível de curto-circuito máximo sugeridos nas barras dos painéis de distribuição geral = 55kA;
- Fator de potência das cargas = 0,9;
- Método de Instalação – montagem do padrão de medição conforme desenho das subestações;
- Fator de correção de temperatura = 0,91 (40°C max. temper. ambiente);
- Fator de correção de agrupamento = 0,88 (camada única 3 circuitos);
- Fator de correção devido a presença de harmônicas = 1 (sem harmônic.);
- Fator de demanda / utilização dos circuitos = 0,8 (alimentadores gerais);

Além dos valores acima, torna-se necessário definirmos os valores de queda de tensão aceitáveis para cada trecho da instalação.

A queda de tensão considerada desde os trafos até os painéis de distribuição geral é de 0,5% e a queda total aceita por norma é de 7%.

#### *9.27.4 Características elétricas das subestações*

Para a compreensão do projeto, recomendamos a consulta dos seguintes desenhos:

- Projeto subestação CR's;
- Diagrama Unifilar Simplificado;

Estes desenhos apresentam 01 (uma) subestação simplificada, sendo:

- 01 (uma) Subestação de 75kVA, a ser alimentada pela rede de 13,8kV;

A subestação terá a função de prover alimentações às unidades CR's, ou seja, apesar de o projeto propor 75kVA de potência instalada (1 subestação) a demanda máxima inicial não deverá ultrapassar 46KVA.

##### *9.27.4.1 Ramal de entrada – rede aérea 13,8kv*

Nas imediações da área onde serão instaladas as unidades existem redes de distribuição em alta tensão, em 13,8kV, proveniente de subestação COELBA.

E como não há rede de BT nas imediações, estamos propondo a instalação de uma subestação de 75kVA, alimentada pela rede de 13,8kV.

Atualmente não há infraestrutura elétrica para a alimentação da subestação, sendo necessária a intervenção da concessionária para prover condições de alimentá-la, levando posteamento, cabos e suas respectivas estruturas conforme estabelecido pela a norma (NBR-5434 e NBR-5433) até as unidades.

O projeto para extensão da rede com a locação da nova subestação pode ser observado no desenho que trata do assunto.

##### *9.27.4.2 Subestação simplificada*

A nova subestação de 75kVA, proposta para a alimentação das Cargas das CR's, seguirá o padrão construtivo da COELBA.

Segue abaixo lista com os principais equipamentos que irão compor a subestação:

- Poste de concreto tipo Duplo “T” – 11/800kgf;
- Cruzetas em concreto para instalação dos equipamentos e suportação das estruturas;

- Isoladores de Pino;
- Pára-Raios;
- Chaves Fusíveis;
- Transformador 75kVA - 3Ø;
- Conjunto de Medição em Alvenaria, conforme descrição abaixo.

#### Medições e proteções bt

Os conjuntos de medições, projetados para as novas subestações deverão ser equipados basicamente com os seguintes equipamentos:

- Caixas metálicas para a Instalação dos TC's, Medidores e Disjuntor padrão Coelba;
- 3 Transformadores de Corrente - Fornecimento Coelba;
- Medidores - Fornecimento Coelba;
- Disjuntor Tripolar de Proteção - 120A - Termomagnético em Caixa Moldada;
- Cabos alimentadores BT (secundário do Trafo) - 3c(1x#95mm<sup>2</sup> + (1x50mm<sup>2</sup>);

OBS.: O cabo acima proposto foi dimensionado segundo as recomendações da COELBA e Norma SM04.08-01.003 (COELBA).

#### 9.27.5 Medição tarifária

Em função da medição proposta para o atendimento das CR'S, haverá uma tarifa associada à instalação.

#### 9.27.6 Regime de trabalho

- Horas/dia: 24 horas - dia/semana: 7 (sete)
- Data prevista para início de operação: a depender do início da implantação/operação do empreendimento.

#### 9.27.7 Características especiais de carga

- Variação Máxima Permissível na Tensão de Serviço: (+/- 5,00 %)
- Variação Máxima Permissível na Frequência: (+/- 3.00 %)
- Tempo Máximo de Interrupção do Processo: (1:30 horas)

#### 9.27.8 Motores

Não está prevista a ligação de motores nestes transformadores.

#### 9.27.9 Considerações

Foram considerados para fins de cálculo os valores das demandas de cargas apresentadas na planilha enviada pelo cliente, acrescidos dos valores de demanda de carga dos circuitos de iluminação externa das unidades.

#### 9.28 Sistema de abastecimento de água

O fornecimento de água de serviço para o empreendimento se dará através da instalação de um reservatório elevado tubular confeccionado em chapa de aço carbono, com capacidade para 10.000 litros, num ponto indicados em projeto, de forma a proporcionar a possibilidade de distribuição de água por gravidade para todo o empreendimento. Tal reservatório deverá ser abastecido por caminhão-pipa da prefeitura numa frequência que

se mostre satisfatória para a operação do empreendimento, sendo que a água será fornecida pela concessionária de água local. O diâmetro, conexão de entrada entre reservatório e caminhão, deverá ser indicado pela prefeitura, considerando as especificações do mangote do caminhão de abastecimento, como diâmetro, tipo de conexão de saída, material e outras pertinentes ao engate perfeito do reservatório com caminhão.

Esta água será utilizada para manutenção e limpeza das unidades do empreendimento e para irrigação de jardins, para uso nas instalações sanitárias. Sua distribuição interna será feita através de uma rede de tubos e mangueiras devidamente distribuídas pelo terreno. Para a redução da poeira nas vias de acesso não pavimentada, caso necessário, deverá ser realizado por caminhão pipa.

Com relação ao fornecimento de água potável para consumo dos funcionários, deverá ser instalado um filtro abastecido por galões de água mineral. Desta forma, não haverá utilização de nenhuma coleção hídrica para o abastecimento de água para o empreendimento.

### 9.29 Paisagismo

As especificações técnicas do projeto paisagístico estão apresentadas no item 17 deste relatório.

### 9.30 Critérios de levantamento, medição e pagamento.

#### 9.30.1 Desmatamento e limpeza do terreno

##### 9.30.1.1 Levantamento

O serviço será levantado pela projeção horizontal da área a ser desmatada, destocada e limpa, em metros quadrados (m²). O levantamento será efetuado separadamente para as áreas apenas de capinada e áreas desmatadas, destocadas e/ou limpas.

A limpeza inclui a remoção de cama vegetal com 20 cm de espessura, valor a ser adotado para o levantamento e medição dos referidos serviços de carga e transporte.

##### 9.30.1.2 Medição

Será efetuada adotando-se o mesmo critério de levantamento.

##### 9.30.1.3 Pagamento

Os serviços serão pagos pelo preço unitário contratual, contemplados toda a mão-de-obra, equipamento e ferramentas necessários a execução dos serviços.

#### 9.30.2 Escavação mecânica inclusive transporte até 50 metros

##### 9.30.2.1 Levantamento

Será efetuada, considerando-se o volume em metros cúbicos (m³) extraído, medido no projeto. O levantamento será efetuado separadamente, por categoria de material escavado, de acordo com o relatório de sondagem.

A terminação do volume será utilizando-se o método da “média das áreas” e transformado o volume do aterro em volume de corte através da seguinte equação:

- $\text{volume de corte (Vc)} = \text{fator de conversão (f)} \times \text{volume do aterro}$

Onde:

- $\text{fator de conversão (f)} = \frac{\text{massa específica do material compactado } (\gamma_c)}{\text{massa específica do material em estado natural } (\gamma_n)}$



#### 9.30.2.2 Medição

Será efetuada adotando-se o mesmo critério de levantamento.

#### 9.30.2.3 Pagamento

Os serviços serão pagos pelo preço unitário contratual, contemplados toda a mão-de-obra, equipamento e ferramentas necessários a execução dos serviços.

Os preços que remuneram as operações descritas nesta especificações incluem os encargos de manutenção da área de trabalho.

Até que a terraplenagem esteja concluída, os serviços de escavação manual ou carga manual não serão objeto de medição.

### 9.30.3 Escavação e carga mecanizada

#### 9.30.3.1 Levantamento

Será efetuada, considerando-se o volume em metros cúbicos (m³) extraído, medido no projeto. O levantamento será efetuado separadamente, por categoria de material escavado, de acordo com o relatório de sondagem.

A terminação do volume será utilizando-se o método da “média das áreas” e transformado o volume do aterro em volume de corte através da seguinte equação:

- $\text{volume de corte (Vc)} = \text{fator de conversão (f)} \times \text{volume do aterro}$

Onde:

- $\text{fator de conversão (f)} = \frac{\text{massa específica do material compactado (}\gamma_c\text{)}}{\text{massa específica do material em estado natural (}\gamma_n\text{)}}$

#### 9.30.3.2 Medição

Será efetuada adotando-se o mesmo critério de levantamento.

#### 9.30.3.3 Pagamento

Os serviços serão pagos pelo preço unitário contratual, contemplados toda a mão-de-obra, equipamento e ferramentas necessários a execução dos serviços.

Os preços que remuneram as operações descritas nesta especificações incluem os encargos de manutenção da área de trabalho.

Até que a terraplenagem esteja concluída, os serviços de escavação manual ou carga manual não serão objeto de medição.

### 9.30.4 Carga de material de qualquer categoria em caminhões

#### 9.30.4.1 Levantamento

Será efetuada, considerando-se o volume em metros cúbicos (m³) extraído, medido no projeto.

A determinação do volume será utilizando-se o método da “média das áreas” e transformado o volume do aterro em volume de corte através da seguinte equação:

- $\text{volume de corte (Vc)} = \text{fator de conversão (f)} \times \text{volume do aterro}$

Onde:

- $\text{fator de conversão (f)} = \frac{\text{massa específica do material compactado (}\gamma_c\text{)}}{\text{massa específica do material em estado natural (}\gamma_n\text{)}}$

#### 9.30.4.2 Medição

Será efetuada adotando-se o mesmo critério de levantamento.

#### 9.30.4.3 Pagamento

Os serviços serão pagos pelo preço unitário contratual, contemplados toda a mão-de-obra, equipamento e ferramentas necessários a execução dos serviços.

Os preços que remuneram as operações descritas nesta especificações incluem os encargos de manutenção da área de trabalho.

Até que a terraplenagem esteja concluída, os serviços de escavação manual ou carga manual não serão objeto de medição.

### 9.30.5 Transporte de material de qualquer categoria em caminhões inclusive descarga

#### 9.30.5.1 Levantamento

O material a ser transportado será levantado com base nos volumes geométricos a serem removidos medidos no projeto.

A distancia média de transporte adotada será a média entre o percurso de ida e volta aos destinos acima descritos e serão separados entre os seguintes intervalos:

- $DMT \leq 1 \text{ km}$
- $1 \text{ km} < DMT \leq 2 \text{ km}$
- $2 \text{ km} < DMT \leq 5 \text{ km}$
- $DMT > 5 \text{ km}$

Para os primeiros intervalos, ( $DMT \leq 1 \text{ km}$  e  $1 \text{ km} < DMT \leq 2 \text{ km}$ ), os serviços serão medidos em metros cúbicos ( $m^3$ ), desconsiderando-se aqui para efeito de cálculo de quantidades a distancia de transporte efetiva, e para os demais em  $m^3 \times km$ .

#### 9.30.5.2 Medição

O volume a ser considerado será geométrico resultante da medição efetuada no corte ou empréstimo.

Para determinação da distância média de transporte será utilizado o mesmo critério de levantamento.

As jazidas de empréstimo e/ou os locais de bota fora poderão vir a ser alterado devido as circunstancias, ficando a definição e aprovação a critério da FISCALIZAÇÃO.

#### 9.30.5.3 Pagamento

Os serviços de transporte e descarga de material de qualquer categoria serão pagos conforme preços unitários contratuais.

Os preços que remuneram as operações descritas nesta especificação, incluem os encargos de manutenção, drenagem e umedecimento dos caminhos de percursos, manobras e tempo de espera, bem como toda mão-de-obra, encargos e outras despesas inerentes a execução dos serviços, incluindo os custos relativos e eventuais operações de espalhamento do material descarregado.

A descarga do material de empréstimo na obra para a execução de aterros deverá ser adequadamente planejada, pois remanejamento dentro do canteiro de obras não serão objetos de medição.

### *9.30.6 Aterro Compactado*

#### *9.30.6.1 Levantamento*

Será efetuada, considerando-se o volume em metros cúbicos (m<sup>3</sup>) extraído, medido no projeto.

A determinação do volume será utilizando-se o método da “média das áreas” e transformado o volume do aterro em volume de corte.

#### *9.30.6.2 Medição*

Será efetuada aplicando-se o mesmo critério de levantamento sendo considerado, o volume de material, efetivamente compactado.

#### *9.30.6.3 Pagamento*

Os preços unitários contratuais dos serviços serão de compactação de aterro serão pagos conforme a medição, que remuneram as operações de espalhamento, umedecimento ou aeração e compactação. Quando não for atingido o grau de compactação estabelecido os serviços necessários a recompactação de matéria, estão inclusos no preços unitários, assim como toda a mão-de-obra e encargos necessários à execução do serviço.

### *9.30.7 Reaterro de valas*

#### *9.30.7.1 Levantamento*

O serviço de reaterro compactado de valas será levantado pelo volume geométrico reaterrado da vala, em metros cúbicos (m<sup>3</sup>) pelo projeto de forma de fundação acrescidos 0,15 m de cada lado da peça estrutural da tubulação, quando for o caso, para a determinação da largura e 0,05 m n cota de fundo, para a determinação de altura.

#### *9.30.7.2 Medição*

Será efetuada adotando-se os mesmos critérios de levantamento.

A abertura de valas com largura superior à prevista no levantamento não será objeto de medição.

#### *9.30.7.3 Pagamento*

O serviço será pago pelo preço unitário contratual, deverão ser inclusos os custos de mão-de-obra, os encargos sociais, a colocação do material na vala, o espalhamento e nivelamento da camada, a correção da umidade e a compactação e demais serviços e materiais necessários.

### *9.30.8 Escavação de valas*

#### *9.30.8.1 Levantamento*

Os serviços de escavação de valas serão levantados, pelo volume geométrico da vala, em metros cúbicos (m<sup>3</sup>). Para o caso de fundações o volume será calculado pelo projeto de forma das fundações, acrescidas 0,15m de cada lado e 0,05m na cota de fundo de peça estrutural.

#### *9.30.8.2 Medição*

Será efetuada adotando-se os mesmos critérios de levantamento.

#### *9.30.8.3 Pagamento*

O serviço será pago pelo preço unitário contratual, em conformidade com os critérios da medição definidos no item anterior.

*9.30.9 Transporte de material de qualquer natureza em carrinho de mão - carga natural - transporte de material de qualquer natureza em caçamba estacionária.*

*9.30.9.1 Levantamento*

O material a ser transportado será levantado a partir do volume de escavação e do volume de reaterro.

*9.30.9.2 Medição*

Será efetuada adotando-se os mesmos critérios de levantamento.

*9.30.9.3 Pagamento*

O serviço será pago pelo preço unitário contratual, em conformidade com os critérios da medição definidos no item anterior. Os preços que remuneram estes serviços incluem mão-de-obra, encargos e outras despesas inerentes a execução dos serviços.

*9.30.10 Edificações*

*9.30.10.1 Levantamento*

O levantamento dos serviços de obra civil será feito a partir do índice de rendimento durante a execução dos serviços explicitados na planilha orçamentária.

*9.30.10.2 Medição*

Será efetuada adotando-se os mesmos critérios de levantamento.

*9.30.10.3 Pagamento*

O serviço será pago pelo preço unitário contratual, em conformidade com os critérios da medição definidos no item anterior. Os preços que remuneram estes serviços incluem mão-de-obra, encargos e outras despesas inerentes a execução dos serviços.

*9.30.11 Cercamento*

*9.30.11.1 Levantamento*

O levantamento da cerca será realizado com o comprimento em metros implantado da cerca.

*9.30.11.2 Medição*

Será efetuada adotando-se os mesmos critérios de levantamento.

*9.30.11.3 Pagamento*

O serviço será pago pelo preço unitário contratual, em conformidade com os critérios da medição definidos no item anterior. Os preços que remuneram estes serviços incluem mão-de-obra, encargos e outras despesas inerentes a execução dos serviços.

## **10 ACESSOS E FECHAMENTO DA ÁREA**

### *10.1 Acessos*

O projeto contempla a implantação de um acesso principal que se bifurca em vários traçados alternativos, para o atendimento às diversas áreas utilizáveis do empreendimento.

As pranchas 01 e 21 apresentam os acessos da unidade. Os acessos secundários possuem em média 6,00 m de largura e de 10 metros para o acesso principal ao aterro. Para cada acesso foi previsto um sistema de sarjetas para a drenagem pluvial do tipo

sarjeta. A pavimentação prevista após regularização e compactação do sub-leito é o macadame para as estradas secundárias, e asfalto para a estrada principal de serviços da CR.

O acesso de veículos e pessoas à área da CR se dará exclusivamente através de um portão, que ficará próximo à guarita e balança.

### *10.2 Cerca viva*

A cerca viva tem a função de diminuir a poluição visual, funcionando como barreira contra a ação dos ventos, impedindo o transporte de materiais de baixo peso específico e ainda dificultando a difusão de odores. A cerca deverá ser implantada no perímetro de toda a área.

Além da barreira vegetal, o projeto prevê um tratamento paisagístico em toda a área do Aterro, constituindo-se do plantio de grama nos taludes executados do aterro e áreas de entorno das instalações de apoio e entre as células, bem como árvores e arbustos como elementos de composição paisagística.

### *10.3 Fechamento da área*

Para o fechamento do perímetro da área de implantação do empreendimento concebeu-se a execução de uma cerca de arame farpado de 11 fios, com mourões em concreto de 0,75 m x 0,75 m x 2,30 m, espaçados entre si de 3,00 em 3,00 metros e chumbados no terreno de modo a permanecerem estáveis e firmes.

O portão principal será feito em tela de arame galvanizado nº 12, de malha de 2" e moldura em tudo de aço com duas folhas de abrir, totalizando 6,00 metros de largura e com 1,80 metro de altura.

Os portões internos da unidade serão em tela rígida, moldura em aço com duas folhas de abrir, com dimensões de 3,50 metros de largura e 1,80 metros de altura.

Os detalhes do portão de acesso e cerca são apresentados na prancha 16 do *ANEXO 2*.

As cercas devem ser mantidas sempre em perfeitas condições, impedindo assim o acesso de pessoas não autorizadas e animais à parte interna da CR. Para tanto, estas deverão ser inspecionadas, em todo o seu desenvolvimento, pelo menos uma vez por semana. Será verificado o estado dos fios, dos mourões de concreto e da vegetação (cinturão verde), sendo reparados imediatamente quaisquer defeitos encontrados.

## **11 DESCRIÇÃO DE MÁQUINAS E VEÍCULOS**

A Central de Resíduos Sólidos deve estar permanentemente preparada para atender as demandas do sistema de limpeza urbana, operando diariamente durante o período necessário mediante as características de cada localidade. Deve proporcionar as condições para descarga rápida e segura dos veículos que operam no sistema, e desta forma, permitir que os mesmos retornem ao local de operação de coleta no menor tempo possível, para que não ocorram atrasos na execução dos serviços.

Para que se mantenha o aterro sanitário em boas condições de operação se faz necessário que as quantidades de máquinas e equipamentos que irão compor a infraestrutura operacional sejam dimensionadas de forma adequada e compatível com a quantidade de resíduos que serão dispostos no local.

Apresenta-se a seguir as características dos veículos e equipamentos a serem utilizados na CR:

- Um trator de esteira, D5G-POT, 99HP, peso operacional de 8,5 toneladas;

- Um trator pá-carregadeira, sobre rodas CASEW20 144 HP, com capacidade de 1,53 a 1,91 m<sup>3</sup>;
- Um Caminhão Basculante 6,0m<sup>3</sup>, 208 CV PBT=14100KG. Carga útil máxima com o equipamento 9326 KG, incluindo caçamba;
- Caminhão tipo 'limpa-fossa' a ser utilizado eventualmente para o transporte de lixiviados.

#### *11.1 Plano de substituição/manutenção de máquinas e veículos*

O Plano de substituição e/ou reposição das máquinas, veículos e equipamentos eventualmente paralisados, em função de problemas mecânicos ou até mesmo acidentes, contempla o aluguel imediato de equipamentos junto a uma empresa especializada em locação de equipamentos de terraplenagem até que se faça o conserto ou substituição do paralisado.

O Plano de Manutenção tem como objetivo manter um padrão de atendimento adequado com a regularidade necessária, de forma a garantir a utilização de todos os veículos, máquinas e equipamentos alocados na operação do aterro sanitário, além de aumentar a vida útil econômica dos veículos e equipamentos e a disponibilidade mecânica dos mesmos, mantendo-os mais tempo em condições de operação.

Visando a redução dos custos de operação dessa unidade não foi prevista uma oficina mecânica nas dependências da CR.

O presente plano contempla a manutenção preventiva com a seguinte sequência de serviços para cada um dos veículos: inspeção diária dos veículos, máquinas e equipamentos, lavagem, lubrificação e manutenção preventiva.

Para a execução de serviços específicos tais como conserto de conjuntos e componentes mecânicos, elétricos ou hidráulicos serão utilizadas oficinas especializadas preferencialmente indicadas pelos fabricantes.

#### *11.2 Inspeção diária*

Constitui-se num serviço diário e rotineiro de verificações elementares e pré-determinadas que apontam falhas com grande agilidade.

#### *11.3 Lavagem e lubrificação*

São rotinas que prevêm trocas de lubrificantes e filtros, bem como, limpeza de respiros e outros componentes. A lavagem da frota será feita com a periodicidade determinada pelo operador do sistema, em local específico e licenciado para tal finalidade. A lubrificação, troca e reposição de óleos lubrificantes obedecerão às normas de procedimento recomendadas pelos fabricantes.

#### *11.4 Manutenção preventiva*

São aquelas realizadas no maquinário após determinada hora de uso. Possui caráter essencialmente preventivo compreendendo basicamente as revisões mecânicas, elétricas e hidráulicas.

## **12 PROJETO BÁSICO DE MOVIMENTAÇÃO DE TERRA**

Compreendem os serviços de terraplenagem necessários à execução para execução das vias, coberturas, barreiras verticais, taludes, bermas e exploração de jazidas. Para tanto, deverão ser mobilizados os equipamentos e máquinas apropriados aos serviços de escavação, transporte, carga, espalhamento, compactação, escarificação e nivelamento. O balanço de terra foi definido em função das seguintes obras:



- ✓ Cortes: a serem efetuados na execução de parte do sistema viário, taludes e subleitos das bermas. As demandas de terras deverão ser complementadas efetuando-se cortes nas áreas de empréstimos no entorno do empreendimento.
- ✓ Aterros: bases das vias, barreiras verticais, taludes, bermas e cobertura final das células. Os aterros previstos no projeto, deverão ser executados de acordo com os critérios de engenharia e sob competente controle tecnológico, particularmente no que se refere ao grau de compactação, e a estabilidade dos taludes.

## *12.1 Plano de tratamento de fundações e taludes*

### *12.1.1 Objetivo*

Este plano visa garantir estanqueidade e resistência adequada às unidades integrantes e componentes do sistema por meio de critérios e procedimentos descritos a seguir.

### *12.1.2 Limpeza*

Antes do início das escavações ou aterro, toda a área deverá ser limpa, removendo-se totalmente a vegetação existente, realizar o destocamento, (remoção das raízes), detritos e terra orgânica.

#### *12.1.2.1 Limpeza Grossa de Fundação*

Nas áreas destinadas à implantação de elementos estruturais, deverá ser realizada uma limpeza grossa com equipamentos de escavação, compreendendo a remoção de materiais provenientes da escavação, bem como materiais moles, blocos ou placas soltas de rochas.

#### *12.1.2.2 Limpeza Fina de Fundação*

Após conclusão dos trabalhos de limpeza grossa, deverá ser executada a limpeza fina da superfície da superfície da fundação, que incluirá a retirada manual de materiais remanescentes da limpeza grossa.

### *12.1.3 Movimento de terra*

Concluída a limpeza, iniciar-se-ão os serviços de movimento de terra que consistirão em obter a cota de fundo das células de aterramento de resíduos e das lagoas de tratamento de chorume ou quando necessário na implantação de outras unidades por meio de cortes ou aterros.

O balanço de massa do volume de terra para a implantação, operação e encerramento da Central de Resíduos, incluindo a memória de cálculo, é apresentado na prancha 19 do ANEXO 2 deste relatório.

### *12.1.4 Escavação*

O material escavado deverá ser selecionado e reservado e acondicionado em local apropriado para uso futuro em aterramento de outras áreas ou cobrimento das células de resíduos.

A compactação do solo deverá ser realizada com rolo compressor ou “pé de carneiro”, dependendo da predominância de material arenoso ou argiloso, respectivamente.

O corte de desmonte do solo deverá ser programado de modo que haja coordenação entre este serviço e a construção das obras das unidades.

Dever-se-á facilitar sempre a drenagem das águas pluviais de modo a evitar deslizamentos e carreamento de partículas para fora da área do empreendimento.

Caso se verifique instabilidade nos taludes devido variação de unidade, textura e coesão do solo em relação ao especificado em projeto dever-se-á revisar a inclinação dos taludes para evitar deslizamentos ou instabilidade.

As áreas de empréstimos deverão ser protegidas das águas pluviais superficiais com a finalidade de evitar o carreamento de detritos e solos vegetais ou imprestáveis.

#### *12.1.5 Aterros Compactados*

Os taludes externos dos diques, bem como, quando possíveis, os taludes internos acima da placa de proteção, deverão ser protegidos por meio de plantio de grama resistente, proveniente da própria região.

Os taludes internos receberão uma placa de proteção, conforme definido em projeto. O coroamento do dique receberá uma camada de 10 cm de solo bastante arenoso ou piçarra.

A construção de aterro compactado deverá ser planejado de modo a haver perfeita coordenação com os trabalhos de escavação. Antes do início da construção do aterro compactado dever-se-á inspecionar parte a parte o leito preparado com o fim de eliminar todo material indesejável porventura não afastado nos trabalhos de limpeza do terreno com a finalidade de evitar “borrachudos” e fuga de materiais argilosos encharcados.

O leito que deverá receber o aterro deverá ser preparado para facilitar o emprego em toda a sua extensão das máquinas de lançamento, espalhamento, rega e compactação do solo, sem a formação de bolsões mais espessos e fofos.

O solo transportado será espalhado de acordo com espessura definida em projeto, não ultrapassando 20 cm para solos finos compactados com rolos pé-de-carneiro, 15 cm para solos arenosos compactados com rolo liso e 10 cm para quando se procede à compactação manual.

Uma vez compactada a camada, dever-se-á escarificar a superfície da mesma para o lançamento da seguinte. Havendo a necessidade de permanecer a superfície compactada por longo tempo exposta ao sol intenso, a mesma deverá ser protegida contra a formação de rachaduras por ressecamento ou efeitos de intempéries acentuados.

As camadas deverão ser lançadas em faixas longitudinais, contra as linhas de fluxo da água infiltrada em trabalho e paralelamente as curvas de nível.

As pistas para o movimento deverão ser essencialmente no sentido longitudinal e deslocada sistematicamente de modo a evitar a laminação por super-compactação. A superfície compactada deverá ter inclinação até no máximo de 8% para facilitar a sua drenagem, procurando-se mantê-la na faixa ideal de 2 a 5%. Antes de qualquer paralisação ou na iminência de chuva, a superfície deverá ser compactada e alisada com rolo.

O planejamento da construção deverá ser feito de maneira a produzir um maciço compactado, coeso, continuamente uniforme, isotrópico, livre de defeitos ou impurezas que levem a formação de infiltrações, rachaduras e laminações.

Quando se der a necessidade de levar a construção do maciço compactado em partes, a superfície de emenda de uma parte do mesmo deverá ser planejada para dificultar ao caminhamento das infiltrações, aumentando o percurso destas; para dar maior resistência ao maciço; facilitar a construção; também se deverá preparar a superfície suportante, escarificando-a e irrigando-a de modo a garantir o perfeito ligamento das partes.

Os parâmetros de compactação deverão estar dentro do fixado em projeto, estando na maioria dos casos, para os solos médios mais empregados a umidade 1% abaixo

umidade ótima, com faixa de tolerância de 2% e 1% acima desta constante; o grau de compactação, numa média superior a 98% do Proctor simples e um desvio padrão inferior a 3%, tendo-se o cuidado de evitar sempre a laminação por numero excessivo de passadas do rolo.

Os ensaios de verificação de grau de compactação bem como outros ensaios especiais “in situ” deverão ser rigorosamente amarrados as suas respectivas cotas levantadas concomitantemente. Durante a coleta de amostras do maciço compactado para eventuais ensaios de resistência e permeabilidade em laboratório, dever-se-á observar as normas vigentes para tal, bem como reparar cuidadosamente a parte do maciço danificado no seu corte.

No caso de maciços compactados não homogêneos ou em que estão previstos cortinas e filtros, deverão ser impedidas todas as possibilidades de invasão de outros materiais que venham a dificultar o funcionamento destas partes essenciais posteriormente.

Os pontos de contato entre o maciço compactado e as superfícies de construções de outros materiais como alvenaria, concreto e tubulações merecerão especial atenção devido a possibilidade da ocorrência de enfraquecimentos localizados.

Após a construção, as superfícies expostas do maciço, deverão receber imediatamente o material especificado para a sua proteção, tais como grama, empedregulhamento e calhas de condução de águas pluviais a fim de combater futuros processos erosivos.

#### *12.1.6 Rebaixamento do lençol freático*

Não foi verificada a presença do nível d'água em nenhuma das sondagens realizadas na área de projeto. Por este motivo, não haverá necessidade de rebaixamento do lençol freático para execução das escavações de valas e cavas.

O esgotamento das valas será necessário apenas caso haja acúmulo de água provenientes de chuvas.

### **13 AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL**

Os impactos ambientais oriundos da implantação da CR são esperados sobre os meios físico, biótico e socioeconômico, sendo identificados nas seguintes etapas:

- Planejamento;
- Implantação;
- Operação; e
- Encerramento.

#### *13.1 Medidas mitigadoras, preventivas, compensatórias e potencializadoras*

As medidas aqui apresentadas possuem características em conformidade com os objetivos a que se destinam e com a legislação ambiental vigente conforme abaixo:

- Medida Mitigadora Preventiva: procura anteceder a ocorrência do impacto negativo e tem como objetivo minimizar ou eliminar eventos adversos que se possam causar prejuízos ao meio ambiente físico, biótico e/ou antrópico;
- Medida Mitigadora Corretiva: trata-se de ações de controle e/ou da eliminação do fato gerador do impacto, sendo uma medida que visa restabelecer a situação anterior a ocorrência de um evento adverso sobre o item ambiental destacado nos meios físico, biótico e/ou antrópico;

- Medida Mitigadora Compensatória: consiste em uma medida que procura repor bens sociais e ambientais perdidos em decorrência de ações diretas ou indiretas do empreendimento; e
- Medida Potencializadora: consiste em uma medida que visa otimizar ou maximizar o efeito de um impacto positivo decorrente direta ou indiretamente da implantação do empreendimento.

O quadro 13.1 apresenta as medidas mitigadoras, classificadas quanto ao seu caráter preventivo, corretivo ou compensatório, bem como as medidas potencializadoras propostas, correlacionando - as com os impactos ambientais previstos, de acordo com as ações impactantes do empreendimento, com a fase do empreendimento e com o meio afetado. Além das medidas apresentadas abaixo, também estão previstos a execução de programas de monitoramento que visam acompanhar e prever qualquer evento que possa influenciar negativamente na operação e segurança da CR.

Quadro 13.1 - Relação das medidas mitigadoras, compensatórias preventivas e potencializadoras dos impactos previstos para a Central de Resíduos.

Nº	Especificações	Natureza	Fase do Empreendimento	Impactos ambientais a que se destinam	Prazo de permanência de aplicação
1	Impermeabilização da base	compensatória	Implantação e operação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteração da qualidade e/ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas</li> <li>Alteração da estrutura natural do solo</li> <li>Contaminação do solo</li> <li>Alteração na biota do solo</li> <li>Incômodo e riscos ao bem estar da população do entorno</li> </ul>	Permanente
2	Confinamento e controle de acesso à CR	preventiva	Todas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riscos operacionais</li> <li>Aumento da vida útil do aterro</li> <li>Incômodo e riscos ao bem estar da população do entorno</li> <li>Conflito de uso do solo no entorno do empreendimento</li> </ul>	Permanente
3	Implantação de sistema de drenagem e tratamento dos líquidos lixiviados;	Compensatória preventiva	Operação e encerramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reabilitação ambiental das áreas</li> <li>Alteração da estrutura natural do solo</li> <li>Alteração da qualidade e/ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas</li> <li>Alteração na rede de drenagem superficial</li> <li>Alteração na biota dos solos</li> <li>Geração de efluentes</li> <li>Fluxo de animais sinantrópicos</li> <li>Melhoria do quadro nosológico</li> <li>Ação antrópica sobre a fauna</li> <li>Ação antrópica sobre a flora</li> <li>Alteração na biota dos solos</li> <li>Interferência em processos ecológicos</li> </ul>	Permanente
4	Implantação do sistema de drenagem de gases	Corretiva compensatória	Operação e encerramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteração da qualidade do ar</li> <li>Alteração da estrutura natural do solo</li> <li>Ação antrópica sobre a fauna</li> <li>Ação antrópica sobre a flora</li> <li>Alteração da qualidade e/ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas</li> <li>Contaminação do solo</li> </ul>	Permanente
5	Aproveitamento do material de bota-fora da célula para cobertura do resíduo, diminuindo a necessidade de abertura de novas	Corretiva preventiva	Operação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteração na biota dos solos</li> <li>Ação antrópica sobre a flora</li> <li>Erosão dos solos e risco de assoreamento dos cursos d'água</li> <li>Reabilitação ambiental das áreas</li> </ul>	Temporário

Quadro 13.1 - Relação das medidas mitigadoras, compensatórias preventivas e potencializadoras dos impactos previstos para a Central de Resíduos.

Nº	Especificações	Natureza	Fase do Empreendimento	Impactos ambientais a que se destinam	Prazo de permanência de aplicação
6	jazidas Incentivo a visitas técnicas	Potencializadora	Operação e encerramento	Conscientização da população quanto a resíduos sólidos urbanos	Temporário
7	Manutenção de Equipamentos	Potencializadora e preventiva	Operação e encerramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento da vida útil do aterro</li> <li>Riscos operacionais</li> <li>Incômodo e riscos ao bem estar da população do entorno</li> </ul>	Permanente
8	Campanhas de divulgação e educação ambiental	Potencializadora	Operação e encerramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conscientização da população quanto a resíduos sólidos urbanos</li> <li>Conflito de uso do solo no entorno do empreendimento</li> <li>Especulação imobiliária</li> <li>Melhoria da qualidade dos serviços públicos de coleta de lixo</li> <li>Melhoria do quadro nosológico</li> <li>Transtornos decorrentes do sistema de coleta e transporte de resíduos</li> </ul>	Temporária
9	Controle de poeira fugitiva	Corretiva	Implantação e operação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ação antrópica sobre a flora</li> <li>Ação antrópica sobre a fauna</li> <li>Interferência em processos ecológicos</li> <li>Alteração da qualidade do ar</li> <li>Alteração da qualidade e/ou contaminação das águas superficiais</li> <li>Conflito de uso do solo no entorno do empreendimento</li> <li>Incômodo e riscos ao bem estar da população do entorno</li> <li>Melhoria do quadro nosológico</li> <li>Transtornos decorrentes do sistema de coleta e transporte de resíduos</li> </ul>	Permanente
10	Adoção de medidas de proteção coletiva e utilização de equipamento de proteção individual	Preventiva	Implantação, operação e encerramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conscientização da população quanto a resíduos sólidos</li> <li>Geração de empregos diretos e indiretos</li> <li>Incômodo e riscos ao bem estar da população do entorno</li> <li>Melhoria da qualidade dos serviços públicos de coleta de lixo</li> <li>Melhoria do quadro nosológico</li> <li>Riscos operacionais</li> </ul>	Permanente
11	Controle na emissão de materiais particulados e emanção de odores	Corretiva e preventiva	Implantação e Operação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ação antrópica sobre a flora</li> <li>Ação antrópica sobre a fauna</li> <li>Interferência em processos ecológicos</li> <li>Alteração da qualidade do ar</li> <li>Alteração da qualidade e/ou contaminação das águas superficiais</li> <li>Conflito de uso do solo no entorno do empreendimento</li> <li>Incômodo e riscos ao bem estar da população do entorno</li> <li>Melhoria do quadro nosológico</li> <li>Transtornos decorrentes do sistema de coleta e transporte de resíduos</li> </ul>	Permanente
12	Incentivo a visitas técnicas	Potencializadora	Implantação e Operação	Conscientização da população quanto a resíduos sólidos urbanos	Permanente
13	Contratação de mão de obra local	Potencializadora	Implantação e operação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geração de empregos diretos e indiretos</li> <li>Geração de expectativas e de mobilização da população da AID</li> <li>Incremento do setor terciário</li> </ul>	Longo

Quadro 13.1 - Relação das medidas mitigadoras, compensatórias preventivas e potencializadoras dos impactos previstos para a Central de Resíduos.

Nº	Especificações	Natureza	Fase do Empreendimento	Impactos ambientais a que se destinam	Prazo de permanência de aplicação
14	Campanhas de divulgação e educação ambiental	Potencializadora	Operação e encerramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conscientização da população quanto a resíduos sólidos urbanos</li> <li>Conscientização da população quanto a resíduos sólidos urbanos</li> <li>Conflito de uso do solo no entorno do empreendimento</li> <li>Melhoria da qualidade dos serviços públicos de coleta de lixo</li> <li>Melhoria do quadro nosológico</li> <li>Transtornos decorrentes do sistema de coleta e transporte de resíduos</li> </ul>	Longo
15	Operação de espalhamento, compactação e cobertura diária do resíduo	Preventiva e compensatória	Operação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ação antrópica sobre a flora</li> <li>Ação antrópica sobre a fauna</li> <li>Interferência em processos ecológicos</li> <li>Alteração da qualidade do ar</li> <li>Alteração da qualidade e/ou contaminação das águas superficiais</li> <li>Conflito de uso do solo no entorno do empreendimento</li> <li>Incômodo e riscos ao bem estar da população do entorno</li> <li>Especulação imobiliária</li> <li>Transtornos decorrentes do sistema de coleta e transporte de resíduos</li> <li>Melhoria da qualidade dos serviços públicos de coleta de lixo</li> <li>Riscos operacionais</li> </ul>	Longo

### 13.2 Prognóstico ambiental

Considerando a dimensão do projeto apresentado e sua consequente avaliação de impacto ambiental, é possível apresentar um prognóstico ambiental para as atividades de implantação e operação da CR de Xique-Xique.

Entre os empreendimentos previstos no sistema integrado de resíduos sólidos urbanos a CR é a que apresenta maior potencial de causar impactos negativos. Este cenário está associado a concentração de resíduos em um único local, e dos poluentes derivados do processo de decomposição dos resíduos. Ainda assim, ao se comparar os impactos previstos para o empreendimento, pode-se afirmar que os de adversidade positiva apresentam maior relevância do que aqueles de adversidade negativa, caracterizando o empreendimento como de baixo impacto negativo sobre o meio.

Assim, pode-se afirmar que a implantação e operação da CR de Xique-Xique, dentro das especificações ambientais aqui levantadas apresenta viabilidade ambiental, representando uma importante ferramenta de implantação e manutenção da qualidade ambiental. Para isso faz-se fundamental a observação de seus impactos ambientais e implementação dos programas de mitigação dos impactos negativos e/ou maximização dos positivos.

## 14 PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

### 14.1 Apresentação

Para a implantação e operação de unidades destinadas à disposição final de resíduos sólidos urbanos, vários são os monitoramentos necessários para a adequada segurança e proteção ao meio ambiente e à saúde humana. Esses objetivam, dentre outros:



- Avaliar a eficiência da unidade receptora quanto à proteção dos recursos naturais do entorno;
- Adotar medidas preventivas e corretivas, referentes aos impactos ambientais adversos, passíveis de serem causados pela unidade e, se existentes, executar os controles necessários para remediá-lo;
- Fornecer dados e informações que permitam acompanhar a eficiência do tratamento e bom funcionamento operacional da unidade.

Dentre os tipos de monitoramento existentes, o monitoramento ambiental dessas unidades, principalmente no aterro sanitário, objetiva avaliar a eficiência dos processos biológicos, químicos e físicos, quanto à estabilização da matéria orgânica, bem como o controle do lançamento dos produtos oriundos dessa, sejam eles líquidos ou gasosos, no meio ambiente. Com isso, a qualidade dos recursos naturais envolvidos, além do bem estar da população de entorno, considerando as atividades a serem desenvolvidas, serão mantidos.

O monitoramento mais comum, objetivo, prático e obrigatório, a ser efetuado, é o da qualidade de águas subterrâneas e superficiais, tendo em vista a grande carga poluidora do efluente líquido de aterros sanitários, o chorume, onde, dentre vários outros parâmetros, apresenta elevados valores de DBO, DQO, nitratos, nitritos e nitrogênio amoniacal, além de metais, que são particularmente danosos à saúde humana.

Como solicitado no Termo de Referência, foram desenvolvidos os Planos de Monitoramento Ambiental para as unidades de Centrais de Resíduos, Centrais de Resíduos de Pequeno Porte, Unidades de Compostagem e Remediações de Lixões.

Não há na literatura especializada nenhuma referência ou recomendação da implantação de poço de monitoramento de lixiviado para a Unidade de Compostagem. Além disso, por recomendação da CODEVASF, todas as Remediações de Lixões foram projetadas sem estrutura de impermeabilização da base do maciço, o que significa que todo o líquido ainda existente na massa de resíduos continuará a infiltrar livremente pelo solo já contaminado da área lixão. Posto isto, entendemos ser desnecessária a abertura de poços para o monitoramento de líquidos lixiviados nesses casos.

Entretanto, ressaltamos mais uma vez que os estudos e levantamentos de campo realizados na ETAPA 3 – Serviços de Campo, mostraram que próximos aos empreendimentos previstos para a UGR 5 e UGR 6 não há cursos hídricos superficiais. Além disso, o levantamento realizado pelo CPRM em 2005 de poços de captação de água subterrânea para abastecimento, mostrou que a profundidade média do lençol freático nesses municípios é superior a 60 metros em média.

Diante desses fatos, torna-se tecnicamente desnecessária a realização dos monitoramentos solicitados. Entretanto, por solicitação da CODEVASF, esses são aqui apresentados.

Caberá ao Órgão Estadual de Meio Ambiente a exigência ou não do programa de monitoramento de águas subterrâneas e superficiais. Caso tal programa seja exigido, deverá ser repassado para a CODEVASF, para que seja solicitada a perfuração dos poços de monitoramento e a implantação do programa de monitoramento.

#### *14.2 Monitoramento de águas subterrâneas e superficiais*

O monitoramento das águas superficiais permite averiguar as eventuais alterações da qualidade de corpos de água considerando os seus enquadramentos em relação ao que determina a legislação federal, estadual e municipal vigente.

O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas terá como objetivo avaliar a eficiência da proteção de fundo (impermeabilização da base) e de drenagem dos efluentes, assim como a potencial migração da pluma de contaminação derivada do aterro sanitário, se esta vier a ser gerada.

O programa de monitoramento tem como objetivo acompanhar a qualidade das águas subterrâneas e superficiais definidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008 e Resolução CONAMA nº 357/2005 respectivamente. Os padrões de lançamento de efluentes deverão seguir os parâmetros definidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011.

Os poços de monitoramento serão construídos de acordo com ABNT NBR 15495 (2007) – Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem. Os critérios construtivos estão descritos nas especificações técnicas deste relatório.

As coletas e análises de amostras segundo os parâmetros citados deverão seguir os métodos descritos no “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”.

As águas subterrâneas deverão ser monitoradas de acordo com o quadro 14.1, que tem a estimativa de custos das análises de cada parâmetro e a quantidade de cada análise.

Quadro 14.1 - Planilha orçamentária com os custos previstos para análise dos parâmetros definidos para águas subterrâneas.

PARÂMETROS PARA CHORUME	PREÇO UNITÁRIO	QUANTIDADE. DE ANÁLISES	TOTAL
1 Alcalinidade total;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
2 Alumínio;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
3 Bário;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
4 Cádmio;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
5 Chumbo;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
6 Cloretos;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
7 Cobre;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
8 Coliformes Fecais;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
9 Coliformes Totais;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
10 Condutividade;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
11 Contagem de Bactérias Heterotróficas;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
12 Cromo Total;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
13 Demanda Bioquímica de Oxigênio (5 dias a 20 °C);	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
14 Demanda Química de Oxigênio;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
15 Dureza;	R\$ 14,00	2	R\$ 28,00
16 Ferro Total;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
17 Fosfatos;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
18 Manganês;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
19 Mercúrio;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
20 Níquel;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
21 Nitratos;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
22 Nitrogênio Amoniacal;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
23 Nitrogênio Orgânico;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
24 pH;	R\$ 6,00	2	R\$ 12,00
25 Sólidos Totais a 105 °C;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
26 Sólidos Totais Fixos a 550 °C;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
27 Turbidez;	R\$ 4,00	2	R\$ 8,00
28 Zinco.	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
TOTAL	-	56	R\$ 1.389,00

As águas superficiais deverão ser monitoradas de acordo de acordo com o quadro 14.2, que tem a estimativa de custos das análises de cada parâmetro e a quantidade de cada análise.

Quadro 14.2 - Planilha orçamentária com os custos previstos para análise dos parâmetros definidos para águas superficiais.

PARÂMETROS PARA CHORUME	PREÇO UNITÁRIO	QUANTIDADE. DE ANÁLISES	TOTAL
1 Demande Química de Oxigênio;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
2 Coliformes Totais;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
3 Coliformes Fecais;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
4 Condutividade;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
5 Oxigênio Dissolvido;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
6 pH;	R\$ 6,00	2	R\$ 12,00
7 Nitrogênio Amoniacal;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
8 Nitrogênio Orgânico;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
9 Nitritos;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
10 Fósforo Total;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
11 Cloretos;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
12 Dureza;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
13 Alumínio;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
14 Bário;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
15 Cádmio;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
16 Cobre;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
17 Ferro Total;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
18 Manganês;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
19 Chumbo;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
20 Zinco;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
21 Mercúrio;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
22 Cromo total;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
23 Níquel;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
24 Demanda Bioquímica de Oxigênio (5 dias a 20 °C).	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
TOTAL	-	48	R\$ 1.254,00

### 14.3 Monitoramento de chorume

O monitoramento de chorume tem como objetivo avaliar a qualidade do sistema de tratamento, existente, e permitir que ações corretivas e preventivas possam ser planejadas a fim de se manter a qualidade ambiental e cumprimento da legislação.

Visa também monitorar a vazão do chorume gerado em função de decomposição da matéria orgânica nas células de resíduos.

O monitoramento do chorume deverá contemplar as seguintes ações:

- Permitir a avaliação da eficiência do sistema de drenagem e impermeabilização do aterro sanitário;
- Permitir a avaliação da eficiência a ser requerida na unidade de tratamento;
- Verificar as concentrações dos compostos e propriedades físico-químicas que podem influenciar a eficiência das unidades de tratamento subsequentes, permitindo que se façam as intervenções necessárias à otimização do meio de tal unidade; e
- No caso do efluente final, verificar se estão atendidos os padrões para lançamentos do efluente em um corpo hídrico.

Entretanto devido a distância entre as CR e CRPP e os cursos d'água superficiais e conforme estabelecido pela CODEVASF o efluente final após a passagem pelo tratamento projetado será recirculado no maciço do aterro sanitário, para aumentar a taxa de degradação da matéria orgânica.

Em relação ao monitoramento de chorume subterrâneo, como mencionado anteriormente foi apresentado e discutido na ETAPA 3 dos trabalhos que as características

hidrogeológicas locais determinam um lençol freático localizado a uma profundidade média superior a 60 metros. Mesmo assim, por recomendação da CODEVASF será contemplada a implantação de poços de monitoramento com vistas a verificar eventuais vazamentos de chorume.

#### *14.3.1 Critérios de coleta*

Deverá ser apresentado um plano de amostragem, pelo laboratório responsável pelas análises, que contenha, minimamente:

- As técnicas de coleta por ele utilizadas: descrição das técnicas, dos equipamentos, dos procedimentos de limpeza dos equipamentos de amostragem, do tipo de registro de campo, dos procedimentos para o encaminhamento das amostras para o laboratório, do registro dos erros e anomalias e controle de qualidade no campo e no laboratório;
- As técnicas de preservação e acondicionamento das amostras deverão também ser devidamente apresentadas pelo laboratório responsável, sendo que deverá ser identificado no plano de coleta o método de preservação e o tipo de frasco de coleta que será usado, bem como o procedimento para garantir que eles estejam limpos antes de serem usados. Todos os procedimentos para transferência de amostras no campo e fora do laboratório devem ser detalhados no plano de amostragem;
- Os pontos devem estar localizados nas caixas de inspeção e um ponto na emissão final do efluente, ou seja, no tanque de acumulação, uma vez que não haverá descarte no meio ambiente.

Esse ponto deverá ser monitorado para avaliação do efluente final. Estes resultados de análises deste ponto deverão ser periodicamente enviados ao órgão de controle ambiental, de acordo com a exigência deste. Deverá ser realizado o acompanhamento e a variação dos parâmetros ao longo da operação da unidade e após o encerramento da operação.

#### *14.3.2 Parâmetros e frequências de coleta*

Como apontando anteriormente serão realizadas coletas das amostras de chorume em dois pontos, sendo um a montante e outro a jusante do sistema de tratamento.

Os parâmetros a serem analisados são apresentados no item de Estimativa de custos.

A frequência de amostragem para o monitoramento da vazão de chorume terá periodicidade mensal. Já as análises dos parâmetros dos lixiviados deverá ser de bimestral. As etapas do serviço de monitoramento compreendem:

- Serviços de campo: coleta e caracterização de amostragens de todos os pontos previstos. Deve ser executada segundo critérios técnicos para preservação das características originais da amostra;
- Serviços de laboratórios: compreende as análises laboratoriais de rotina. Destaca-se que o laboratório deverá atender a todos os critérios técnicos das análises além de estar de acordo com a legislação vigente;
- Relatório final anual: contendo um resumo dos dados coletados no monitoramento bimestral, com a sistematização dos resultados obtidos, incluindo série histórica, gráficos e apresentação dos boletins analíticos.

### 14.3.3 Estimativa de custos

É apresentada a seguir uma estimativa de custos para a execução do programa de monitoramento. Os valores das análises dos parâmetros são referentes. Os valores se referem a um ano de monitoramento.

Para o monitoramento de vazão considerou-se na estimativa de custos apenas a emissão dos relatórios de análise, uma vez que leitura deverá ser feita por funcionário do aterro, através de leitura de régua milimetrada a ser instalada na saída dos drenos.

O orçamento apresentado refere-se aos valores estimados para uma campanha de campo.

Quadro 14.3 - Planilha orçamentária com os custos previstos para análise dos parâmetros definidos para chorume

PARÂMETROS PARA CHORUME	PREÇO UNITÁRIO	QUANTIDADE. DE ANÁLISES	TOTAL
1.pH;	R\$ 6,00	2	R\$ 12,00
2.Dureza;	R\$ 14,00	2	R\$ 28,00
3.Fósforo Total;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
4.Nitrogênio	R\$ 32,00	2	R\$ 64,00
5.Sulfetos;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
6.Alumínio;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
7.Bário;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
8.Ferro Total;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
9.Manganês,	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
10.Cádmio;	R\$ 32,00	2	R\$ 64,00
11.Chumbo;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
12.Cianetos;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
13.Cobre;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
14.Cromo Total;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
15.Mercúrio;	R\$ 32,00	2	R\$ 64,00
16.Níquel;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
17.Zinco;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
18.Surfactantes;	R\$ 35,00	2	R\$ 70,00
19.Demanda Química de Oxigênio;	R\$ 30,00	2	R\$ 60,00
20. Demanda Bioquímica de Oxigênio - 5 Dias;	R\$ 32,00	2	R\$ 64,00
21.Sólidos Suspensos Totais;	R\$ 17,00	2	R\$ 34,00
22.Fenóis;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
23.Nitratos;	R\$ 27,00	2	R\$ 54,00
24.Coliformes Totais	R\$ 35,00	2	R\$ 70,00
TOTAL	-	48	R\$ 1.286,00

Quadro 14.4 – Estimativa operacional

ITEM	CUSTO ESTIMADO
Aluguel de veículo e combustível	R\$ 250,00
Alimentação	R\$ 150,00
Hospedagem	R\$ 100,00
Honorários de profissionais em campo	R\$ 300,00
Emissão de relatórios parciais	R\$ 80,00
Emissão de Relatório Final	R\$ 600,00
TOTAL	R\$ 1.480,00

Quadro 14.5 - Estimativa geral de custos (não inclusos impostos e taxas)

ITEM	CUSTO ESTIMADO
Análises laboratoriais	R\$ 1.286,00
Estimativa operacional	R\$ 1.480,00
Taxa administrativa (10%)	R\$ 276,60
CUSTO TOTAL ESTIMADO (Por campanha)	R\$ 3.042,20

#### *14.4 Programa de monitoramento de emissões gasosas*

A importância do monitoramento de emissões gasosas é relacionada, dentre outros, à sua influência como poro-pressão e, conseqüentemente, na estabilidade do maciço sanitário. Entretanto, estas poderão detectadas através do monitoramento geotécnico a ser também implantado.

Deve-se mencionar que a possibilidade de captação do gás gerado para a produção de energia, além da possibilidade de participação no mercado de créditos de carbono, é uma alternativa a ser considerada. Entretanto, devido aos altos custos tecnológicos e operacionais desse sistema, serão adotados o controle dos gases gerados através da simples queima destes na extremidade superior dos drenos. Isso possibilita a redução das emissões de metano (principal componente do biogás) e a minimização dos riscos de explosão do local.

Diante da medida adotada para o controle das emissões gasosas, não serão realizadas coletas/amostragens para análises dos gases gerados nas unidades.

#### *14.5 Programa de monitoramento dos níveis de ruídos*

Com o intuito de controlar o nível de pressão sonora (ruído), algumas medidas deverão ser tomadas. Dentre essas cita-se como exemplo a limitação da velocidade dos veículos que acessam o empreendimento, pois esta é uma componente fundamental na emissão do ruído. A partir de 60 km/h, os pneus dos veículos são os principais geradores de ruídos do veículo. Entretanto, por motivo de segurança, a velocidade máxima permitida na área da unidade será de 40 Km/h.

O pavimento utilizado nas vias internas e de acesso é de boa qualidade e baixa rugosidade, diminuindo o atrito dos pneus no solo e assim controlando o nível de pressão sonora emitido ao meio ambiente. As condições do asfalto devem ser verificadas de maneira sistemática para que não haja obstáculos que proporcionem o aumento do nível de pressão sonora da região.

Os dispositivos de isolamento acústico dos equipamentos, bem como os abafadores de ruído no escape de gases, deverão ser substituídos quando necessário. Os veículos que irão descarregar os resíduos no empreendimento também deverão utilizar o dispositivo de abafamento de ruído no escape de gases.

### **15 PROGRAMAS AMBIENTAIS ESPECÍFICOS**

#### *15.1 Programa de monitoramento geotécnico*

O monitoramento geotécnico consistirá basicamente no monitoramento da estabilidade do aterro e será iniciado quando da operação do empreendimento e continuará sendo realizado por um período determinado após o encerramento da operação do aterro sanitário. Tal monitoramento permite o controle operacional e contribui para o entendimento do comportamento geotécnico dos resíduos aterrados.

O monitoramento da estabilidade tem por objetivo analisar o potencial de deformação da massa de resíduos e identificar feições de degradação, de instabilidade e de situações de risco e avaliar o comportamento e a estabilidade global do aterro.

Os resultados do monitoramento da estabilidade e recalque devem funcionar como norteadores dos serviços de conservação e manutenção das CR's, de forma a permitir a adoção, em tempo hábil, de medidas preventivas e corretivas das áreas afetadas e potencialmente instáveis.

O comportamento geotécnico dos sistemas de disposição de resíduos sólidos urbanos é função não só de sua composição e forma de operação, mas também das condições geoambientais da área.



Segundo Catapreta (2005) o monitoramento da estabilidade será realizado por meio dos seguintes procedimentos:

- Verificação do sistema de drenagem de águas pluviais;
- Verificação sistemática da eventual ocorrência de trincas nas camadas de cobertura do aterro, seja no topo do aterro, nas bermas ou nos taludes;
- Implantação de medidores de recalques superficiais, que serão compostos de uma base de concreto quadrada com uma haste metálica no centro. Estes medidores deverão ser alinhados topograficamente sobre a superfície do aterro, de forma a permitir a coleta de dados de forma adequada para análise; e
- Registros de dados pluviométricos e de vazão de líquidos percolados.

O programa permitirá ainda fornecer dados para elaboração e monitoramento de outros projetos de aterro sanitário na região em estudo e outras regiões brasileiras, fornecendo elementos para a estimativa da vida útil de aterros sanitários.

A descrição detalhada desse programa foi apresentada na ETAPA 5 dos trabalhos.

### *15.2 Programa ambiental de construção e implantação do canteiro de obras*

No processo de implantação do empreendimento, algumas empresas estarão envolvidas na execução das diferentes atividades construtivas. O sucesso da fiscalização e controle ambiental dependerá do conhecimento das ações impactantes das obras, dos impactos ambientais decorrentes, dos procedimentos operacionais adotados e do resultado obtido pelas ações desenvolvidas.

O Programa Ambiental para Construção deverá assegurar que as obras de Infraestrutura do Sistema Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos sejam implantadas em condições de segurança, evitando danos ambientais ao meio ambiente natural, às pessoas alocadas nos serviços e comunidade de seu entorno, estabelecendo ações e controles para mitigar os impactos ambientais e para promover a recuperação ambiental das áreas degradadas pelas obras.

A descrição detalhada desse programa foi apresentada na ETAPA 5 dos trabalhos.

## **16 MANUAL DE OPERAÇÃO E MAUTENÇÃO DA UNIDADE**

Abaixo será descrita a rotina operacional da Central de Resíduos, desde a recepção dos resíduos coletados até a destinação final adequada. Tal operacionalização poderá sofrer adequações para melhor funcionamento, a critério do administrador da unidade.

### *16.1 Descrição sucinta da concepção do sistema*

A Central de Resíduos contempla uma unidade que possui as instalações de Aterro Sanitário (AS) e Unidade de Compostagem (UC), com toda a infraestrutura necessária a operação conjunta dessas.

Para o dimensionamento de um aterro sanitário, vários são os critérios e parâmetros a serem utilizados. Estes são levantados, dentre outros, com base na geração de resíduos, topografia do terreno, nas condições geológicas e geotécnicas, escolha do método de aterramento dos resíduos, etc. As três formas tradicionalmente utilizadas para o aterramento dos resíduos são: método da trincheira ou vala, método da rampa e método da área, sendo este último o método adotado para o empreendimento.

A CR, por solicitação da CODEVASF, foi projetada por etapas de operação e também implantação, perfazendo um horizonte de projeto de trinta anos (2010 a 2040), sendo as etapas distribuídas da seguinte forma:

- 1ª ETAPA (2011/2015): cinco anos de operação;
- 2ª ETAPA (2016/2020): cinco anos de operação;
- 3ª ETAPA (2021/2025): cinco anos de operação;
- 4ª ETAPA (2026/2030): cinco anos de operação;
- 5ª ETAPA (2031/2035): cinco anos de operação;
- 6ª ETAPA (2036/2040): cinco anos de operação.

A concepção geral das estruturas dessa unidade, obras civis e outros, foram fundamentadas no princípio da qualidade ambiental, sustentabilidade, simplicidade e operacionalidade. Em função disso, através da comparação entre as alternativas mais utilizadas para o aterramento de resíduos, foi escolhida aquela que melhor maximiza o uso das condições naturais locais vistas à preservação ambiental.

A CR é caracterizada pela presença das seguintes instalações:

- Unidades operacionais:

- células de resíduo domiciliar;
- células de resíduo hospitalar;
- impermeabilização de fundo e superior das células;
- sistema de coleta e tratamento dos líquidos percolados;
- sistema de coleta e queima do biogás;
- sistema de drenagem e afastamento das águas pluviais;
- sistemas de monitoramento ambiental, topográfico e geotécnico;
- pátio de compostagem.

- Unidades de apoio:

- cerca e barreira vegetal;
- estradas de acesso e de serviço;
- balança rodoviária e sistema de controle de resíduos;
- guarita de entrada e prédio administrativo.

Abaixo será descrita a rotina operacional da Central de Resíduos, desde a recepção dos resíduos coletados até a destinação final adequada. Tal operacionalização poderá sofrer adequações para melhor funcionamento, a critério do administrador da unidade.

### 16.2 Fluxograma dos processos

Os fluxogramas operacionais do Aterro Sanitário e da Unidade de Compostagem são apresentados respectivamente nas figuras 16.1 e 16.2.

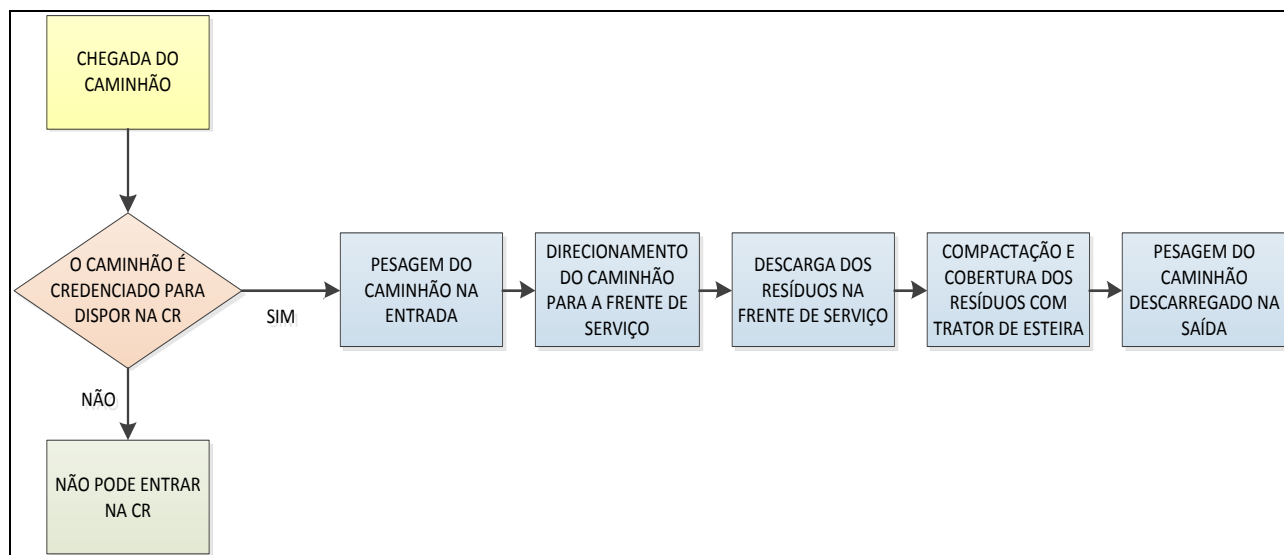


Figura 16.1 – Fluxograma da operação do Aterro Sanitário.

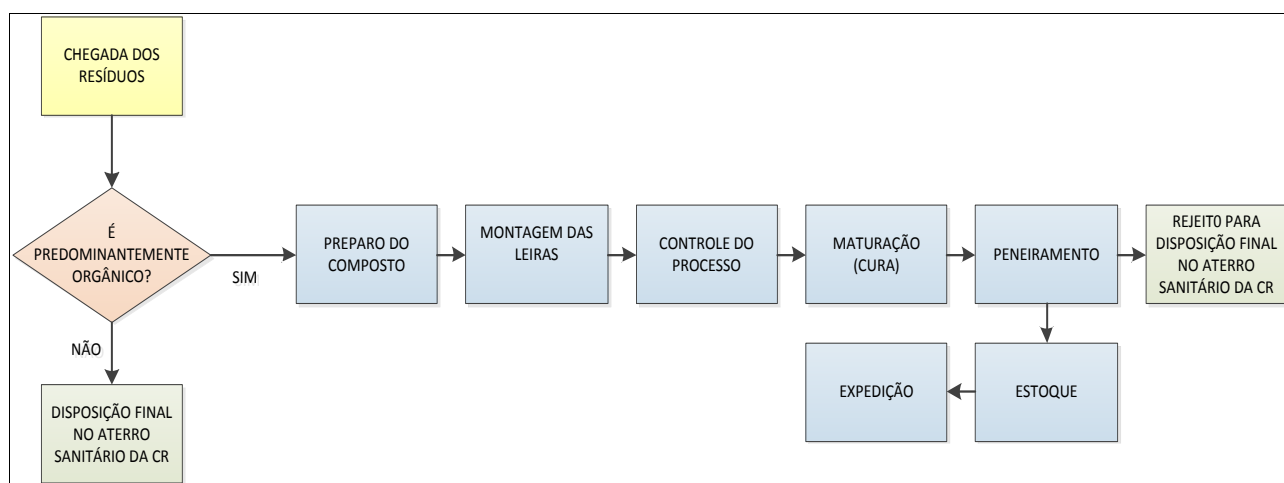


Figura 16.2 – Fluxograma da operação da Unidade de Compostagem.

### 16.3 Descrição das unidades operacionais

#### 16.3.1 Aterro sanitário

##### 16.3.1.1 Recepção dos resíduos

A Central de Resíduos é composta pelas seguintes unidades para tratamento e disposição final de resíduos:

- Aterro Sanitário para o recebimento dos resíduos domiciliares gerados no município classificados como Classe II, conforme NBR 10.004/2004;
- Unidade de Compostagem para recebimento dos resíduos orgânicos, de poda de árvores e capina;
- Valas Sépticas para recebimento dos resíduos de serviços de saúde, respeitando as condições previstas na Resolução Conama nº 358/2005 para disposição final;
- Pátio para recebimento de resíduos de construção civil classe A (estabelecido pela Resolução Conama nº 307/2002) para utilização como material de cobertura diária dos resíduos e na construção e manutenção de acessos internos.

A recepção dos resíduos deverá ser controlada na entrada da Central de Resíduos. Tal entrada será dotada de uma guarita e uma balança. Quando da chegada de um veículo coletor de resíduo deverão ser feitos os seguintes registros para controle, conforme exemplificado no quadro 16.1: placa do caminhão, tipo de resíduo transportado, origem ou fonte do resíduo e peso do veículo na chegada com o resíduo e na saída sem resíduo.

Quadro 16.1 – Exemplo de planilha de controle de acesso de veículos a Central de Resíduos.

Data	Tipo de veículo	Placa	Tipo de material	Nº de cadastro	Horário de entrada	Horário de saída	Peso			Autorizado por
							Cheio	Tara	Líquido	

Tal controle de acesso visa assegurar que os resíduos somente serão aceitos na Central de Resíduos durante o horário de operação. Isso garante que não serão descarregados resíduos em desconformidade com as características do aterro. Um segundo aspecto do controle de acesso é garantir que os veículos façam a descarga dos resíduos no local correto (na frente de serviço), evitando a descarga desordenada. Os caminhões não devem exceder a velocidade máxima de 40 Km/h na área interna da CR.

Os resíduos de construção e demolição (RCD's) recebidos pela unidade deverão ter seu volume estimado e anotado em planilha de controle semelhante à do quadro 16.1. O operador deverá ser capaz de identificar os resíduos da construção civil, permitindo, preferencialmente, a entrada de resíduos Classe A e impedindo a entrada de Resíduos Classe D (CONAMA nº 307/2002), para isso ressalta-se da necessidade de treinamento e capacitação dos operadores da unidade.

#### 16.3.1.2 Sistema de impermeabilização

A área destinada ao Aterro Sanitário e as valas dos serviços de saúde e possuem dupla camada de impermeabilização que visa a proteção ambiental com relação aos líquidos lixiviados.

A primeira camada é composta de argila compactada com espessura de 50 cm, sendo a segunda camada de manta de PEAD de 2 mm de espessura. Para proteção mecânica da manta de PEAD é considerado uma cobertura de 50 cm. Tal camada é necessária em função da movimentação de máquinas e veículos nas frentes de serviço.

#### 16.3.1.3 Disposição e compactação dos resíduos sólidos urbanos

A disposição cuidadosa dos resíduos no aterro é um aspecto essencial para uma operação adequada do aterro sanitário. Deve ser feita de modo a garantir que todo o resíduo seja compactado para atingir a melhor densidade possível no enchimento do maciço de resíduos. Esta compactação reduz os vazios no interior do maciço, diminuindo a entrada de água e a consequente geração de lixiviados e confere maior estabilidade ao maciço, diminuindo o risco de colapso.

A boa compactação dos resíduos no aterro reduz a probabilidade de ocorrência de problemas futuros. Para isso, será utilizado um trator de esteira para fazer a compactação.

A descarga feita pelo veículo coletor é realizada o mais próximo possível da frente de serviço (figura 16.3). Neste momento, o funcionário do aterro tem o papel importante de orientar o motorista a não deixá-lo efetuar a descarga em qualquer lugar.

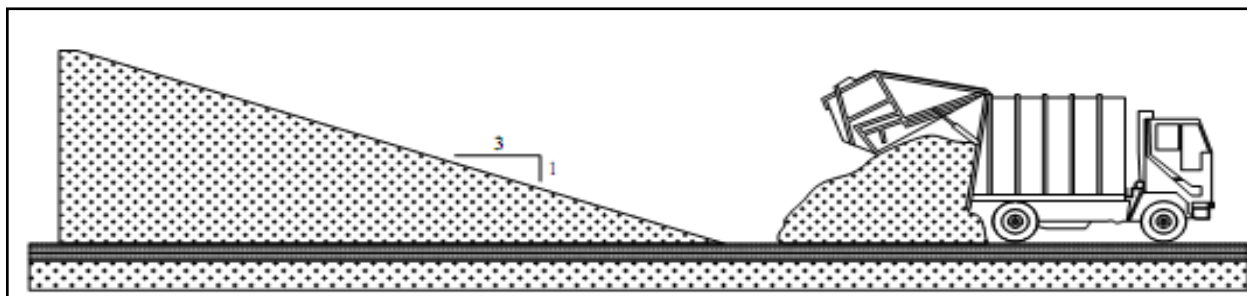


Figura 16.3 – Descarga dos resíduos próximo a frente de serviço.

Fonte: Geraldo Reichert, 2007.

Na sequência, um trator de esteiras faz o espalhamento e a compactação dos resíduos em rampa (figuras 16.4 e 16.5). A rampa deve ter declividade da ordem de 3:1 (Horizontal:Vertical), otimizando a distribuição do peso na roda de tração do trator e conferindo uma maior compactação aos resíduos. Rampas muito íngremes, além de levarem o trator de esteiras a patinar, também causam problemas de lubrificação do motor do trator. O espalhamento deve ser feito em camadas finas, que tenham entre 30 e 50 cm de espessura.

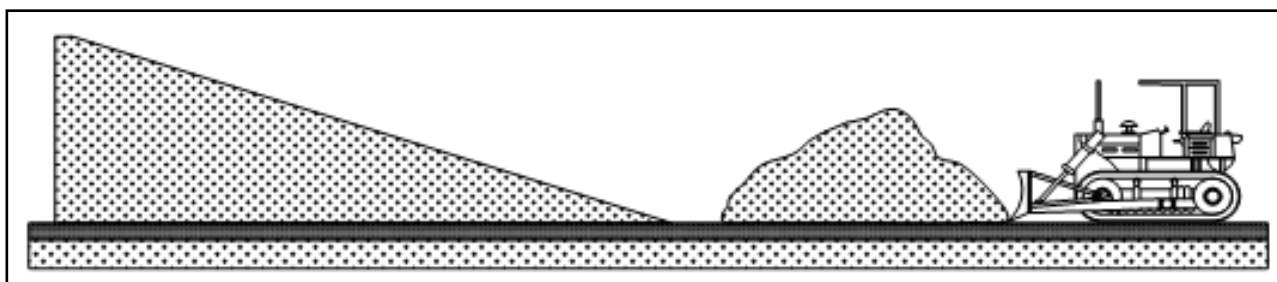


Figura 16.4 – Espalhamento inicial dos resíduos em rampa 3:1.

Fonte: Geraldo Reichert, 2007.

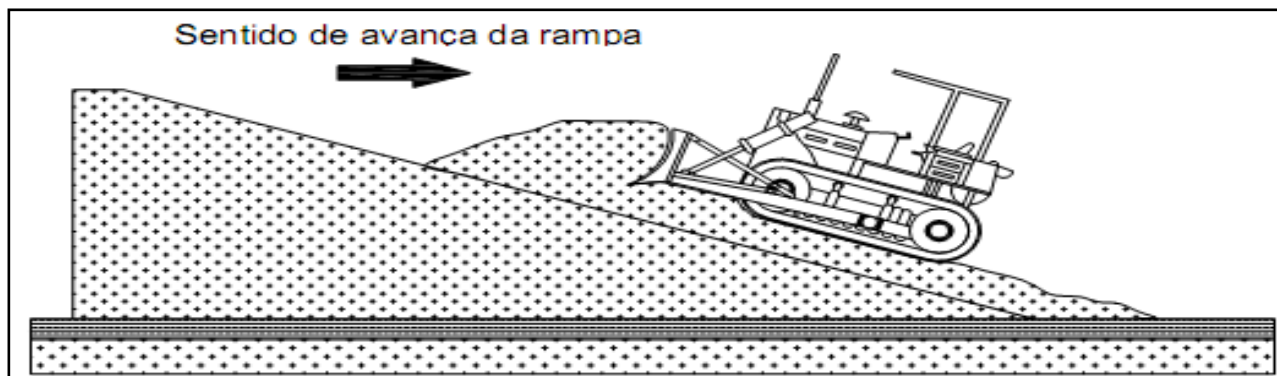


Figura 16.5 – Espalhamento para posterior compactação dos resíduos em rampa 3:1.

Fonte: Geraldo Reichert, 2007.

Após o espalhamento destas finas camadas, a compactação é feita pela passagem sucessiva do trator de esteiras (atentar que o trator deverá estar com a lâmina frontal erguida, somente compactando, sem fazer o espalhamento dos resíduos). Geralmente são feitas de 3 a 5 passadas com o trator de esteiras no mesmo local.

#### 16.3.1.4 Recobrimentos dos resíduos sólidos urbanos

Após a compactação dos resíduos faz-se a cobertura diária dos mesmos com uma camada de solo (figura 16.6). Essa cobertura tem a função sanitária da eliminação da exposição dos resíduos e consequente espalhamento dos mesmos pela ação do vento, a proliferação de vetores, presença de animais e exalação de odores.



Tal cobertura deve ser feita de modo a permitir o tráfego de veículos e equipamentos, além de possibilitar o desvio de águas de chuva para o sistema de drenagem superficial. O espalhamento e compactação da cobertura diária são feitos pelo trator de esteira usado na compactação dos resíduos, atingindo uma espessura de 20 cm.

Esta cobertura é feita colocando-se o solo na parte superior da célula e depois fazendo a cobertura da parte superior da célula e de suas laterais.

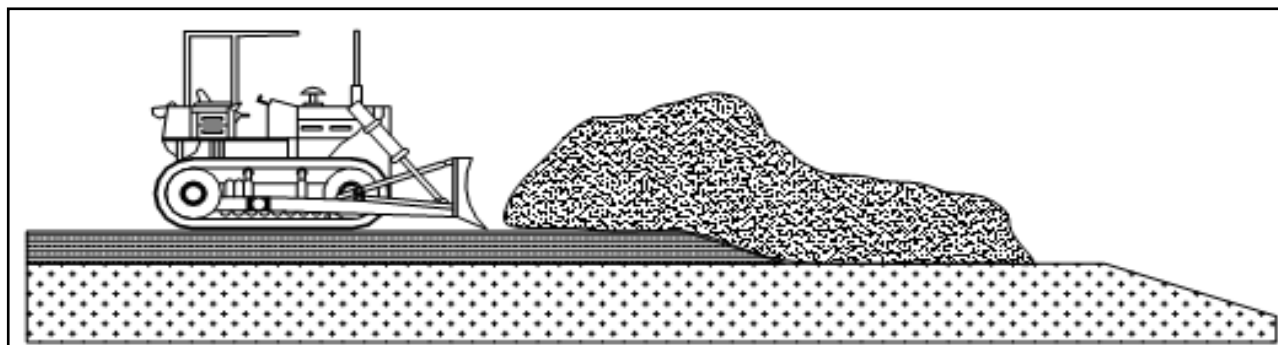


Figura 16.6 – Cobertura diária dos resíduos compactados.

Fonte: Geraldo Reichert, 2007.

-Após o encerramento das atividades de aterramento nas plataformas de resíduos e no aterro deverá ser realizada cobertura final com uma camada de argila e terra vegetal de espessura média de 60 cm. Após o recobrimento deve-se plantar gramas nos taludes e platôs, que servirão como proteção contra erosão. Sobre as bermas é recomendando o lançamento de cascalhos, em função do tráfego operacional.

#### 16.3.1.5 Sistemas de drenagem

Os sistemas de drenagem que compõem o Aterro Sanitário é composto por:

- Drenagem de chorume;
- Drenagem pluvial;
- Drenagem de gás.

##### 16.3.1.5.1 Drenagem de chorume

À medida que as camadas de lixo forem formando as células, será necessária a construção de drenos intermediários horizontais de chorume. Estes drenos deverão escavados com trator retroescavadeira sobre o resíduo disposto com profundidade de 0,50m e largura da concha da retroescavadeira e preenchida com brita nº 4 ou pedra rachão, conforme apresentado na prancha 05 – detalhes dos drenos de gás e chorume. O sistema de drenagem tem função de conduzir os líquidos lixiviados até o sistema de tratamento do aterro, evitando assim o acúmulo de líquidos e consequentemente gases no interior do aterro.

##### 16.3.1.5.2 Drenagem de gás

O metano é o gás produzido em maior volume dentre os gases liberados na decomposição do lixo, sendo explosivo e bastante volátil. Por isso, é comum controlar seu escapamento através da queima, a qual se apresenta invisível.

Para a drenagem dos gases gerados pela decomposição anaeróbia da matéria orgânica presente na massa de resíduos, foi projetado um sistema para conduzi-los até a superfície do aterro. Os drenos de gases devem ser interligados para melhor eficiência na drenagem de chorume para alívio de pressões no aterro e escoamento dos lixiviados para o sistema de tratamento dos lixiviados. Os drenos possuem seção circular de 600 mm em



tela de aço preenchida por brita nº 04 com altura de 2,0m. A medida em que o aterro se eleva, a tela de aço deverá ser içada para conformação dos drenos até as proximidades da superfície. Na superfície deverão ser colocadas manilhas de concreto seguidas por *flares* para queima do metano. O acúmulo excessivo de gás no interior do maciço de aterro pode ocasionar a instabilidade do maciço e possíveis explosões.

#### 16.3.1.5.3 Drenagem pluvial

Para coletar e conduzir as águas pluviais, impedindo que estas adentrem nas áreas operacionais do aterro, foram projetados sistemas de drenagens composto por canaletas de concreto, dimensionadas em função do balanço hídrico da região. Cada sistema, a depender da necessidade, foi contemplado com estruturas dissipadoras de energia, denominadas enrocamentos.

A drenagem da água pluvial sobre os taludes e bermas do maciço de resíduos será realizado também por seções de concreto meia cana. Todo sistema de drenagem deve ser mantido desobstruído para impedir a entrada de água no aterro, evitando a contaminação de um maior volume de água. As águas de chuvas coletadas dentro do aterro devem ser drenadas diretamente para fora da área da Central de Resíduos, evitando o seu contato com o chorume.

A drenagem ineficiente das águas de chuva pode provocar maior infiltração na célula, aumentando o volume de chorume gerado. Por isso, deve-se evitar ao máximo a entrada de água da chuva na área das células. Caso a drenagem interna e a impermeabilização da base sejam mal feitas, pode haver a contaminação do solo.

#### 16.3.1.6 Sistema de tratamento de efluentes

O sistema de tratamento de chorume é composto por lagoa anaeróbia, seguida de lagoa facultativa e tanque de acumulação. Após a passagem do chorume pelo sistema de tratamento o mesmo será recirculado no Aterro Sanitário, evitando assim o lançamento do mesmo em cursos d'água. A recirculação do chorume deverá ser realizada, preferencialmente, com a utilização de um caminhão para transporte de lixiviado, que coletará o efluente tratado do tanque de acumulação e o aspergirá sobre o maciço de resíduos. Ressalta-se que este efluente também poderá ser utilizado para a molhagem dos taludes já conformados.

#### 16.3.1.7 Preparo das lagoas para o início de operação

De acordo com manual da CETESB - Operação e Manutenção de Lagoas Anaeróbias e Facultativas, 1986 - a técnica a ser adotada na partida inicial de uma lagoa de estabilização depende das circunstâncias locais. Todavia, qualquer que seja a situação, a fase de carregamento inicial deve ocorrer preferencialmente no verão em virtude das temperaturas mais elevadas e dois procedimentos devem ser evitados:

1 - Receber a carga de efluentes prevista em projeto, sem que antes na lagoa se estabeleça uma comunidade balanceada de algas e bactérias.

Se tal prática for adotada, as lagoas passarão por um processo de decomposição anaeróbia, com o predomínio da fermentação ácida e emissão excessiva de maus odores de compostos à base de enxofre e nitrogênio. As medidas adotadas para minimizar os problemas são dispendiosas; levam cerca de quase dois meses para surtirem efeitos e, até certo ponto, são incontroláveis, principalmente, quanto maiores forem as áreas das lagoas e o número de células do sistema.

2 - Carregar as lagoas com pequenas e continuadas contribuições de efluentes, pois pode acontecer que, até que ocorra a colmatação do terreno, todo o líquido, ou parte dele, percole pelos taludes e o lastro, fazendo com que aí se acumule material sólido putrescível e/ou se estabeleça a anaerobiose e putrefação, com exalação de maus odores.

Diante disso, o operador do sistema deverá escolher por um dos dois procedimentos sugeridos para o início de funcionamento/operação das lagoas:

a) Enchimento das lagoas com água bombeada de algum curso d'água ou do sistema de abastecimento público até a altura mínima de 1,00 metro. A partir desse ponto, com os dispositivos de saída e emissário fechados, pode-se iniciar a introdução de efluentes até atingir a altura do nível definida em projeto.

Este procedimento permite testar a estanqueidade do conjunto (lastro e taludes) e possibilita a correção de eventuais deficiências decorrentes de uma compactação insuficiente na construção das lagoas, antes de encher as mesmas com o efluentes.

b) Enchimento, intermitente, com uma mistura de água bombeada de algum curso d'água e efluente a ser tratado. Neste caso, faz-se uma mistura de água e efluente (numa proporção de 5:1) até uma altura em torno de 0,40 m de lâmina. Aguardam-se alguns dias, até que se verifique visualmente o surgimento das algas.

Nos dias subsequentes, adicionar mais efluentes ou mistura até ocorrer floração das algas, interrompendo posteriormente a alimentação do sistema por um período de 7 a 14 dias. Repetir este procedimento novamente com a utilização de efluente bruto.

Ressalta-se que o período de formação de uma boa comunidade biológica para o adequado tratamento dos efluentes gira em torno de 60 dias. Depois desse prazo, pode-se iniciar a operação normal do sistema.

#### *16.3.1.8 Cuidados ao início de operação das lagoas.*

- Lagoa anaeróbia:

A introdução dos efluentes na lagoa anaeróbia deve ser feita obedecendo os procedimentos descritos no item 4.2 acima. O pH do líquido nessa lagoa deve ser levemente alcalino, devendo estar entre 7,2 a 7,5. Portanto este deve ser medido frequentemente e, se necessário, a sua correção poderá ser feita através da adição de pó de calcário.

- Lagoa facultativa:

A introdução dos efluentes na lagoa facultativa deve ser feita obedecendo os procedimentos descritos no item 4.2 acima. O pH natural do líquido presente nessa lagoa é acima de 7,5, sem ser necessário a adição de produtos químicos para a sua correção. A taxa de oxigênio dissolvido deve ser medido diariamente. Concentração de oxigênio muito baixa na superfície da lagoa é indicativo de erro operacional ou algum outro problema no sistema.

Para o correto funcionamento do sistema de tratamento de chorume devem ser realizados os seguintes procedimentos de operação e manutenção:

- Diários:
  - Percorrer toda área delimitada do sistema de tratamento, procurando verificar o estado geral das lagoas, da grama dos taludes, a adequação dos níveis entre as lagoas, possíveis danificações no sistema de impermeabilização;
  - Evitar qualquer início de erosão nos taludes; e
  - Manter as margens internas das lagoas sem vegetação.

- Periódicos:
  - Limpar os vertedores e encaixes com auxílio de equipamento apropriado, evitando, assim, a proliferação de algas ou a criação de crostas; e
  - Recomenda-se uma avaliação da espessura do lodo depositado no fundo da lagoa, através do uso de um varão de madeira graduado, a fim de avaliar a necessidade de limpeza da lagoa.

#### 16.3.1.9 Principais problemas e possíveis correções nas lagoas.

##### 16.3.1.9.1 Lagoa anaeróbia

Os principais problemas operacionais que ocorrem numa lagoa anaeróbia são emissão de maus odores, formação de escumas na superfície e proliferação de insetos.

No primeiro caso tem-se um processo natural de geração de odores decorrentes da decomposição da matéria orgânica por bactérias anaeróbias, os principais produtos desse processo são os gases de compostos de enxofre e metano. A maioria dos odores é ocasionada por uma sobrecarga de matéria orgânica ou pela operação inadequada do processo.

- As principais causas da geração de odores são:
  - procedimentos incorretos na partida inicial das lagoas;
  - projeto das lagoas, com cargas orgânicas volumétricas acima das permissíveis, ou com o emprego de tempos de detenção muito reduzidos;
  - tratamento de despejos líquidos com altas concentrações de sulfetos ou com a presença de substâncias tóxicas que inibem a fermentação metanogênica;
  - queda repentina ou persistência de baixas temperaturas no conteúdo líquido das lagoas e
- Possíveis correções
  - iniciar a operação das lagoas na estação de verão, ou nas épocas que as temperaturas médias do ambiente são superiores a 20°C;
  - introduzir lodo digerido de uma ETE, tanque Imhoff ou de fossas sépticas inodoras, lançando-o no fundo das lagoas, nas regiões circunvizinhas aos tubos de alimentação da lagoa;
  - carregar a lagoa de maneira progressiva, evitando o lançamento brusco de toda a carga orgânica;
  - aplicação de pó calcário ou cal para elevar o pH do líquido a valores levemente alcalinos (7,0 a 7,5).
  - Plantar barreira vegetal no perímetro do empreendimento de forma a amenizar a propagação dos maus odores para a vizinhança.

O problema da formação de espuma na superfície pode indicar uma deficiência no processo ou erro operacional. Muitas vezes as escumas são ocasionadas em decorrência de grande quantidade de gordura no afluente da lagoa. Essa constatação deve ser observada no sistema de tratamento preliminar. Em caso de formação de escumas, essas devem ser retiradas com o auxílio de rastelos e pás de forma cuidadosa de forma a não danificar a manta impermeabilizante.

Esse material quando removido deverá ser encaminhado para o aterro sanitário.

### 16.3.1.9.2 Lagoa Facultativa.

Os principais problemas normalmente encontrados em lagoas facultativas são: aparecimento de escumas, geração de maus odores, presença de animais e insetos, proliferação exagerada de algas e plantas, declínio do pH. O quadro 16.2 mostra as principais causas e possíveis correções para esses problemas.

Quadro 16.2 – Principais problemas e correções para lagoas facultativas.

PROBLEMA	CAUSA PROVÁVEL	AÇÃO CORRETIVA
Escuma ou outros materiais flutuantes	placas desprendidas do fundo	remoção com rastelo, jatos de água, hastes longas com peneira tipo tela (mandar para aterro controlado da ETE)
	presença efluente gorduroso	
Maus odores	proliferação excessiva de algas	remover obstáculos para facilitar a ação do vento
	baixa circulação atmosfera	
Decréscimo do OD superficial	sobrecarga de matéria orgânica	verificar a eficiência da lagoa anaeróbia, controlar pH
	baixas temperaturas	
	problemas nas etapas anteriores de tratamento	Verificar a eficiência das etapas anteriores de tratamento
	baixa penetração da luz solar (sujeira na superfície)	

A possível proliferação de algas ou qualquer outra espécie vegetal deve ser removida assim que verificada a sua presença. Todo e qualquer material removido das lagoas deverão ser encaminhados para o aterro sanitário.

Os efluentes gerados nas unidades de apoio e administração serão encaminhados para tratamento em um sistema constituído por fossa séptica, filtro anaeróbico e sumidouro.

### 16.3.1.10 Valas de resíduos de serviços de saúde

Para a disposição dos resíduos oriundos dos serviços de saúde foi projetado sistema de valas sépticas para o recebimento desses. A vala séptica possuirá a base impermeabilizada com dupla camada de proteção, sendo a de fundo em argila compactada com espessura de 50 cm e a superior de manta de PEAD de 2 mm.

As valas sépticas foram dimensionadas para a recepção dos os resíduos de serviços de saúde gerados ao longo da vida útil do empreendimento. Deverão ser abertas gradativamente de acordo com a necessidade. Em função da quantidade gerada e das características desses resíduos, as valas foram projetadas visando etapas de operação em intervalos reduzidos de 6 em 6 meses. Foi projetado uma cobertura móvel para proteger a vala de intempéries e infiltração de água pluvial, sem comprometer as descargas dos veículos.

A cobertura diária dos resíduos de serviços de saúde deverá ser feita com uma camada de 20 cm de solo sem compactação. Quando encerrada a etapa de operação, a vala receberá uma cobertura final de 10 cm de solo, seguido de aplicação de manta PEAD de 2,00 mm. Por cima da manta será aplicado uma cobertura de 25 cm de solo de baixa permeabilidade e, por fim, mais 20 cm de solo vegetal para a recomposição vegetal com a plantação de gramineas. A área destinada as valas de resíduos de serviços de saúde será cercada com cerca de mourões de madeira de 4 fios.

### 16.3.1.11 Pátio de depósito de resíduos de construção e demolição

Foi definida uma área para a destinação e armazenamento dos resíduos de construção e demolição classe A (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, concreto e argamassa), com o objetivo de estocar esse material para a sua utilização na cobertura diária do aterro sanitário e na execução dos acessos internos e pátios de descarga. O operador da unidade deverá inspecionar a carga de resíduos a fim de evitar a presença de outros resíduos misturados com os RCD Classe A.

### 16.3.2 Unidade de Compostagem

A operação da UC deverá ser realizada considerando os itens abaixo:

- Controle da chegada dos resíduos orgânicos;
- Preparo do composto;
- Formação das leiras;
- Controle do processo na degradação ativa;
- Maturação do composto;
- Estocagem, amostragem e utilização do composto orgânico.

#### 16.3.2.1 Controle da chegada dos resíduos orgânicos

Antes do recebimento de qualquer carga de resíduos orgânicos deverá ser feita a inspeção visual da carga de resíduos pelo administrador da unidade (ou por um dos ajudantes). Na inspeção visual, deverá apenas verificar se os resíduos que chegam na unidade são resíduos orgânicos degradáveis, como restos de alimentos, poda e capina.

Ressalta-se que nesta unidade deverá ocorrer apenas a compostagem, não havendo estrutura prevista para triagem, ou seja, separação de resíduos recicláveis de compostáveis. Portanto, os resíduos que deverão chegar na unidade deverão ser apenas (ou predominantemente) aqueles que poderão ser utilizados no processo. Todo o controle qualitativo e quantitativo dos resíduos recebidos pela UC, bem como a sua destinação final, será de responsabilidade do seu operador/gestor.

#### 16.3.2.2 Preparo do composto

Os resíduos a serem compostados devem estar livres de inertes, ter partículas com diâmetro médio de 35 mm, umidade satisfatória (55%), concentração adequada de nutrientes e uma relação carbono:nitrogênio próxima a 30:1.

Todo o resíduo recebido deverá passar por uma peneira manual para a segregação do material grosseiro. É importante a observação da presença de possíveis resíduos como pilhas, plásticos, trapos, borrachas, dentre outros. A presença destes pode contaminar o composto.

Segundo Lelis, 2009, para o preparo do composto são necessários dois tipos de materiais: os que se decompõem fácil, como o esterco, e os que se decompõem mais lentamente, como as folhas e palhas. As condições em termos de nutrientes favoráveis a ação dos microorganismos são conseguidas com uma fonte de carbono (resíduos palhosos e vegetais secos) e um pouco de material rico em nitrogênio (lodo, esterco). Desta forma, o ideal é que a massa de compostagem seja resultante da mistura de vários resíduos orgânicos tais como: podas de árvore, restos de alimentos, restos de culturas vegetais, esterco etc, atingindo o equilíbrio nutricional (relação entre Nitrogênio e Fósforo de 30:1) e a composição microbiológica diversificada, o que imprime alta eficiência ao processo. O quadro 16.3 apresenta a relação carbono/nitrogênio para vários materiais orgânicos.

Quadro 16.3 – Relação Carbono/Nitrogênio para diversos resíduos.

RESÍDUO	RELAÇÃO C/N
Fração orgânica do lixo urbano	25 a 35/1
Sobras de verduras	15/1
Capim gordura	81/1
Gramma de jardim	36/1
Cavaco de madeira ou serragem	100 a 600/1
Esterco de gado	18/1

Quadro 16.3 – Relação Carbono/Nitrogênio para diversos resíduos.

RESÍDUO	RELAÇÃO C/N
Esterco de galinha	10/1
Esterco de porco	6/1

Fonte: adaptado de KIEHL (1985) e LELIS (1998)

De acordo com Lelis, 2009, a relação C/N não precisa ser exata, até porque é difícil avaliá-la de forma precisa, sendo preferível colocar um pequeno excesso de material rico em nitrogênio. Saber a relação exata carbono/nitrogênio é menos importante que o manejo adequado da leira.

### 16.3.2.3 Formação e operação das leiras

Para a formação das leiras, os resíduos devem estar bem homogeneizados. Quando o material disponível para a formação das leiras for insuficiente estes deverão ser dispostos em forma de pilhas, com o formato cônico. Depois de formada cada leira ou pilha deverá ser sinalizada com placa de identificação informando a data de sua formação conforme apresentado na figura 16.7.

Após a compostagem (aproximadamente 90 dias), as leiras deverão ser removidas e transportadas para o galpão de armazenamento temporário para a cura final do composto, onde poderão ser dispostas em pilhas.

**USINA DE COMPOSTAGEM**

Leira nº \_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Figura 16.7 – Placa de identificação das leiras / pilhas.

### 16.3.2.4 Controle do processo na degradação ativa

O processo de compostagem é desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos e envolve necessariamente duas fases distintas sendo elas:

- Degradação ativa: onde a temperatura deve ser controlada a valores termofílicos, na faixa de 45°C a 65°C e com duração média de 90 dias;
- Maturação ou cura: onde o composto entra no processo de humificação, onde a temperatura fica próxima da temperatura ambiente, com duração média de 30 dias.

O processo de compostagem simplificado é desenvolvido com base no rígido controle dos fatores na fase de degradação ativa que afetam o processo sendo eles:

- umidade;
- aeração;
- temperatura; e
- ciclo de reviramento imposto à massa de compostagem.



O reviramento da leira tem duas funções básicas: propiciar a aeração da massa e dissipar as altas temperaturas (maiores que 65°C) desenvolvidas na fase ativa de degradação. Um ciclo de reviramento satisfatório deve ser executado a cada três dias. Tal ciclo favorece a atividade microbiológica, homogeneiza a massa, favorece a degradação e exerce ações físicas de quebra das partículas.

O teor de umidade dos resíduos depende da sua granulometria, porosidade e grau de compactação. Para uma boa compostagem, a umidade deve ser mantida em torno de 40% a 60%. Teores de umidade abaixo de 40% retardam o processo por inibir a atividade biológica e acima de 60% torna o meio anaeróbio, reduzindo a eficiência do processo. Sendo assim, teores na faixa de 55% são considerados ótimos para o processo. O controle da umidade será feita com ensaio de umidade em laboratório e verificação tátil-visual e a umidificação das leiras será feita com a mangueira.

A temperatura do processo na fase de degradação ativa deverá permanentemente ser acompanhada com medições com termômetro, devendo ser controlada pelo reviramento e pela umidificação das leiras.

Após algum tempo de operação da Unidade de Compostagem, como alternativa poderá ser retirada uma amostra de composto das leiras mais antigas, e adicioná-la ao composto novo, estimulando a ação dos microrganismos.

#### 16.3.2.5 *Maturação do composto*

Na compostagem, após a fase de degradação ativa é iniciada a fase de maturação. O início do período de maturação é determinado pela redução da temperatura (observada pela rotina operacional e controle das leiras). Nessa etapa o composto deverá ficar em repouso sem a prática do reviramento e correção da umidade. A temperatura do composto tende a se igualar com a temperatura ambiente.

Os procedimentos em relação ao composto maturado são o peneiramento, coleta e análise. O peneiramento visa a homogeneização de suas partículas e a garantia de seu aspecto estético para o aproveitamento futuro. É importante a retirada dos resíduos inertes que porventura não tenham sido retirados no início do processo. Caso seja observada a presença de materiais orgânicos, que não foram totalmente decompostos, estes podem ser misturados à leira nova para o seu reprocessamento e completa decomposição.

#### 16.3.2.6 *Estocagem, amostragem e utilização do composto*

A estocagem do composto deverá ser feita em local coberto e sobre piso pavimentado, visando resguardar sua qualidade. Na coleta de amostra do composto para análise, devem ser observados os seguintes critérios:

- Faz-se a composição da amostra retirando-a de vários pontos da pilha de composto (10 amostras). Compor uma única amostra bem homogeneizada e dividi-la em 4 partes semelhantes. Utilizar as duas partes das extremidades e compor nova amostra. Efetuar esse procedimento até obter-se uma amostra de aproximadamente 1kg. Finalmente, encaminhar esse material para análise em laboratório;
- A embalagem para armazenar a amostra deve ser plástica e lacrada; e
- A amostra destinada à análise bacteriológica deve ser preservada em caixa de isopor com gelo.

Recomenda-se a utilização do composto maturado em paisagismo, na produção de mudas de plantas ornamentais, bem como em recuperação e recomposição de áreas degradadas. Caso o gestor da Unidade de Compostagem tenha interesse em

comercializar e/ou utilizar o composto na agricultura, por cautela e segurança deverá ser apresentado projeto agrônômico específico.

#### 16.4 Rotina de operação

##### 16.4.1 Aterro Sanitário

A rotina diária de operação em relação ao controle da entrada de resíduos, compactação e cobertura dos mesmos, já foi descrita no item 4.2 Seguem abaixo alguns procedimentos de rotinas periódicas, não menos importantes que os procedimentos diários, na rotina de um aterro sanitário:

- Periódicos:
  - Verificar os poços de monitoramento. No caso da presença de água, coletar e analisar no laboratório da CR ou, para análises mais detalhadas em laboratórios de qualidade da água certificados.

Em relação ao sistema de tratamento de chorume devem ser realizados os seguintes procedimentos de operação e manutenção:

- Diários:
  - Percorrer toda área delimitada do sistema de tratamento, procurando verificar o estado geral das lagoas, da grama dos taludes, a adequação dos níveis entre as lagoas, possíveis danificações no sistema de impermeabilização;
  - Evitar qualquer início de erosão nos taludes; e
  - Manter as margens internas das lagoas sem vegetação.
- Periódicos:
  - Limpar os vertedores e encaixes com auxílio de equipamento apropriado, evitando, assim, a proliferação de algas ou a criação de crostas; e
  - Recomenda-se uma avaliação da espessura do lodo depositado no fundo da lagoa, através do uso de um varão de madeira graduado, a fim de avaliar a necessidade de limpeza da lagoa.

O Quadro 16.4 apresenta os principais problemas ocorridos na operação de um sistema de tratamento de chorume composto por lagoas anaeróbias e facultativas e as possíveis soluções.

Quadro 16.4 – Principais problemas ocorridos na operação do sistema de tratamento de chorume

ODORES DESAGRADÁVEIS	
Possíveis causas	Possíveis soluções
Sobrecarga orgânica com redução do tempo de detenção	Diminuir vazão do afluente
Longos períodos de tempo nublado e baixa temperatura	Limpeza geral
Presença de substâncias tóxicas	Escuma ou nata deverá ser quebrada com jatos de água ou destruída com rastelo e depois enterrada
Proliferação de insetos	
Sedimentos retirados das caixas de passagens e inspeção deixados expostos nas proximidades	Aterramento dos sedimentos retirados nas operações de limpeza do sistema
Crescimento de vegetais nos taludes internos	Remoção dos vegetais aquáticos (sobrenadantes) e capina e queima dos vegetais terrestres. Poderá considerar o aterramento dos vegetais.

Os efluentes gerados nas unidades de apoio e administração serão encaminhados para tratamento em um sistema constituído por fossa séptica, filtro anaeróbico e sumidouro.

#### 16.4.2 Unidade de Compostagem

Abaixo será apresentada a rotina de operação para a Usina de Compostagem em todas as atividades desenvolvidas.

- Procedimentos diários
  - Verificar a umidade das leiras. Havendo excesso de umidade, adicionar palha ou materiais fibrosos, cobri-las com uma camada fina de composto maturado e, em período chuvoso, com lona. Se o material estiver muito seco, adicionar água;
  - Identificar as leiras, até os 120 dias de compostagem, com placas numeradas;
  - Ler e anotar a temperatura diária das leiras durante a fase de degradação ativa, 90 dias, e durante a fase de maturação, 30 dias, até completar o ciclo de 120 dias de compostagem;
  - Promover a aeração a cada reviramento, na frequência de 3 em 3 dias. Se o material estiver muito compactado, adicionar material fibroso, aumentando os vazios;
  - Retirar durante os reviramentos os materiais inertes eventualmente presentes nas leiras;
  - Atentar para a presença dos nutrientes essenciais ao processo. Quanto mais diversificados forem os resíduos orgânicos que compõem a leira de compostagem, mais diversificados serão os nutrientes e, conseqüentemente, a população microbológica, resultando em uma melhor eficiência da compostagem;
  - Garantir o tamanho de até 5cm das partículas a compostar;
  - Retirar qualquer vegetação eventualmente germinada nas leiras.
- Procedimentos semanais
  - Limpar os ralos e as canaletas de drenagem;
  - Verificar as condições de impermeabilização do piso do pátio e das juntas de dilatação;
  - Testar o funcionamento e substituir, caso necessário, a torneira e a mangueira que abastecem o pátio de compostagem;
  - Peneirar o composto maturado obtido na semana e armazená-lo adequadamente;
  - Estocar esse composto em local com piso impermeabilizado e com cobertura, preferencialmente, com isolamento, evitando a entrada de animais;
  - Encaminhar os materiais retidos na peneira para o aterramento em Aterro Sanitário;
  - Promover o escoamento sistemático do composto, evitando o acúmulo excessivo; e
  - Impedir a permanência de animais domésticos no local, evitando a contaminação do composto por meio de seus excretos.

- Procedimento semestral e anual
  - Promover a poda da vegetação no entorno do pátio de compostagem a fim de evitar qualquer sombreamento;
  - Coletar e encaminhar 1kg do composto maturado para análise laboratorial; e
  - Utilizar o composto maturado em paisagismo, na produção de mudas de plantas ornamentais e na recuperação e recomposição de áreas degradadas. Outras utilizações para o composto deverão ser justificadas mediante análises laboratoriais.

### 16.5 Procedimentos e parâmetros das análises laboratoriais

O Quadro 16.5 apresenta os principais equipamentos necessários à realização dos ensaios e medições necessários para o controle do processo de compostagem da matéria orgânica. Este possui caráter informativo e a aquisição de novos equipamentos e até mesmo a terceirização de alguns serviços de análises será de responsabilidade do administrador/gestor da unidade.

Quadro 16.5 – equipamentos necessários ao laboratório da unidade.

Parâmetros		Equipamentos necessários
Físicos	Temperatura	- Sonda para medição de temperatura e umidade
	Umidade	
	Sólidos voláteis	- Estufa (1) - Moinho (1) - Cadinhos de porcelana (8) - Peneira (1) - Sacos plásticos - Dessecador (1) - Mufla (1) - Balança analítica (1) - Pinça (4)
Químicos	pH	- Deionizador (1) - Recipiente para armazenamento da água deionizada (1) - Bomba de vácuo (1) - Filtros - pHmêtro - Bastão de vidro (5)

Ressalta-se que análises simples como de PH e sólidos, também poderão ser realizadas na operação do sistema de tratamento de lixiviados.

As coletas e análises de amostras segundo os parâmetros citados deverão seguir os métodos descritos no “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”.

### 16.6 Impactos das Unidades

#### 16.6.1 Aterro Sanitário

O aterro sanitário provoca impactos ambientais, que são mitigados quando a operação é realizada de acordo com os critérios técnicos preconizados para o processo. São três os principais agentes impactantes durante a operação do aterro, conforme a seguir.

##### 16.6.1.1 Emissão de gases e emanação de odores

Uma vez que o processo de decomposição que ocorre no aterro é predominantemente anaeróbio, ocorre liberação de gases inodoros como o metano e de gases fétidos nitrogenados e sulfurosos, como a amônia ( $\text{NH}_3$ ) e o gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ). No entanto, a minimização da geração de gases e da emanação dos odores pode ser feita considerando os seguintes critérios de implantação e operacionais:

- localizar o aterro em local distante de comunidades, pois caso ocorra a geração de odores, esteja a uma distância segura que não afete a qualidade de vida das pessoas. Ressalta-se que esta CR foi locada desta forma;
- tratar o máximo de resíduos compostáveis na UC, consequentemente, reduzindo a quantidade de resíduos degradáveis que irão para o aterro, desta forma reduzindo a geração de gases no aterro;
- promover a compactação e cobertura imediata dos resíduos aterrados, minimizando o escape de gases com odores pela superfície do aterro, sem a realização da queima;
- realizar a construção dos drenos de gases e chorume;
- promover a queima dos gases gerados e captados nos drenos.

Ressalta-se ainda que a queima dos gases deverá ser feita também para oxidar o metano, levando este a forma de CO<sub>2</sub>, gás cerca de 21 vezes menos poluente que o metano em termos de efeito estufa.

#### *16.6.1.2 Proliferação de Vetores*

A maioria dos vetores biológicos está associada ao lixo urbano, pelo fato da matéria orgânica se constituir num ambiente propício a proliferação destes. Sendo assim, é importante minimizar esse fenômeno e adotar medidas para evitar sua proliferação. Dentre as principais medidas de controle, tem-se:

- coleta eficiente dos resíduos nas áreas urbanas. Resíduos que demoram muito para serem coletados acabam atraindo vetores ainda no ambiente urbano. Uma coleta rápida e eficiente reduz significativamente a quantidade de insetos e vetores nos resíduos;
- tratar o máximo de resíduos compostáveis na UC da CR. Ressalta-se que o processo de compostagem atinge temperaturas na faixa de 65° C, controlando desta forma os vetores;
- promover a compactação e cobertura imediata dos resíduos aterrados, minimizando desta forma, a possibilidade do contato de vetores com os resíduos, uma vez que não estão expostos;
- desenvolver um programa de limpeza da unidade, incluindo a lavagem de todos os equipamentos e ferramentas com sabão e detergentes específicos para essa finalidade e mantendo as condições sanitárias adequadas na unidade administrativa.

#### *16.6.1.3 Produção de Chorume*

O chorume é o líquido resultante do processo de decomposição natural de resíduos orgânicos. Trata-se de um líquido que pode incorporar altas concentrações de macro e micronutrientes. Este líquido é inevitavelmente gerado em aterros sanitários, mas sua geração pode ser minimizada da seguinte forma:

- tratar o máximo de resíduos compostáveis na UC, consequentemente, reduzindo a quantidade de resíduos degradáveis que irão para o aterro, desta forma reduzindo a geração de chorume no aterro;
- promover a compactação e cobertura imediata dos resíduos aterrados, minimizando desta forma, a exposição da massa de resíduos à infiltração das águas de chuva, uma vez que, quanto menor a infiltração das águas pluviais, menor a geração de chorume.

Além do controle da geração de chorume, ressalta-se, que para o bom desempenho de um aterro, a base do mesmo deve ser impermeabilizada, reduzindo a infiltração do chorume gerado no solo e, todo o chorume gerado deve ser rapidamente drenado para fora do aterro e tratado num sistema projetado para tal finalidade. Ressalta-se que esta CR foi projetada com sistema de drenagem e tratamento de chorume, além do sistema de impermeabilização da base, composto por 50cm de argila compactada e geomembrana de PEAD, com 2mm de espessura.

### *16.6.2 Unidade de Compostagem*

A compostagem pode provocar impactos ambientais caso a operação não siga os critérios técnicos preconizados para o processo. São três os agentes que podem causar impactos durante a operação do processo de compostagem, conforme a seguir.

#### *16.6.2.1 Emissão de Odores*

Os resíduos orgânicos entram em estado de putrefação ainda na fonte de produção, liberando odores. No entanto, durante a compostagem, só haverá liberação de odores caso o sistema não esteja sendo operado tecnicamente. Geralmente, isso ocorre devido aos seguintes fatores:

- excesso de umidade;
- tamanho da partícula do material maior que 50 mm;
- configuração geométrica inadequada da leira de compostagem;
- Baixa relação carbono/nitrogênio na montagem da leira, que provoca liberação de amônia.

Para evitar esse problema recomenda-se durante os primeiros dez dias recobrir as leiras com uma camada de composto maturado, a qual funcionará como um filtro biológico, eliminando a liberação de odor pela leira.

#### *16.6.2.2 Proliferação de Vetores*

A maioria dos vetores biológicos está associada ao lixo urbano, pelo fato da matéria orgânica se constituir num ambiente propício a proliferação destes. Sendo assim, é importante minimizar esse fenômeno e adotar medidas para evitar sua proliferação. Dentre as principais medidas de controle, tem-se:

- desenvolver um programa de limpeza da unidade, incluindo a lavagem de todos os equipamentos e ferramentas com sabão e detergentes específicos para essa finalidade;
- estabelecer um controle do sistema de compostagem a fim de que as leiras operem sempre na faixa termofílica de temperatura (45-65°C);
- cobrir as leiras com uma camada de composto maturado na primeira semana do processo, evitando a atração de vetores.

#### *16.6.2.3 Produção de Chorume*

O chorume é o líquido resultante do processo de decomposição natural de resíduos orgânicos. Trata-se de um líquido que pode incorporar altas concentrações de macro e micronutrientes. Uma correta operação do pátio impede a geração de chorume. Dentre os fatores causadores da liberação de chorume, têm-se:

- a falta de critérios na operação do sistema;
- o excesso de umidade na massa de compostagem.



Mesmo que seja gerado chorume este será drenado para um reservatório enterrado para ser utilizado posteriormente na manutenção da umidade das leiras.

#### 16.6.2.4 *Produção de Rejeitos*

Os rejeitos resultantes do peneiramento final do composto orgânico devem retornar para as leiras que estarão sendo montadas, melhorando a porosidade, a eficiência do processo e evitando a produção de rejeito no sistema.

#### 16.7 *Manutenção preventiva, preditiva e cuidados necessários para manutenção da higiene e segurança no trabalho*

A inspeção e manutenção tem por objetivo a identificação e correção dos problemas de ordem funcional ou acidentais que por ventura ocorrerem, devendo ser efetuadas inspeções periódicas e sistemáticas. Qualquer problema constatado na Central de Resíduos deve ser corrigido rapidamente, para evitar o seu agravamento. Por esse motivo, um serviço de manutenção eficaz é imprescindível. Como atividades rotineiras são recomendadas as seguintes ações:

- Manter disponível na área do aterro o manual de operação e um livro para registro de ocorrências;
- Manter atualizados, na unidade, os cartões de vacinação dos funcionários;
- Manter meio de comunicação para contato com o responsável técnico e para utilização em ações de emergência;
- Fazer uso rigoroso dos EPI's como máscaras, luvas, botas e uniformes, de modo a minimizar a possibilidade de contaminação e garantir a boa qualidade de trabalho;
- Higienizar diariamente as instalações de apoio operacional;
- Limpar a unidade, removendo os materiais espalhados pelo vento;
- Efetuar periodicamente a capina da área, para manutenção do paisagismo;
- Realizar inspeções e manutenções periódicas no sistema de recobrimento final das plataformas, mantendo a cobertura vegetal sobre os taludes encerrados, de forma a protegê-los contra erosões;
- Manter sempre limpas e desobstruídas as canaletas e os demais dispositivos de drenagem pluvial;
- Efetuar inspeções e manutenções periódicas no sistema de drenagem de chorume e tratamento de chorume;
- Limpar e fazer eventuais reparos nos equipamentos e máquinas ao final de cada dia de trabalho;
- Limpar e manter em boas condições de tráfego as vias de acesso externas e internas;
- Fazer a manutenção da cerca de isolamento realizando o reparo e reposição dos trechos de tela e mourões e do cinturão verde, verificando a presença de pragas e moléstias nas mudas e evitando o acesso de pessoas não autorizadas e animais;
- Realizar frequentemente a manutenção da balança de acordo com o manual do fabricante;
- Realizar inspeções semanais a fim de verificar a condição dos taludes do maciço;
- Realizar com frequência trimestral de aferição, devendo ser emitido atestado de aferição do INMETRO. Esta frequência poderá ser alterada de acordo com a legislação vigente e com os critérios do órgão ambiental.

- Realizar medições, pesagens e acompanhamento diário do programa de monitoramento;
- Eliminar as moscas e pássaros, cobrindo os resíduos após compactação;
- Eliminar as moscas, cobrindo as leiras novas com uma camada de composto maturado e dedetizando as canaletas;
- Impedir o armazenamento de resíduos e sucatas no pátio de compostagem;
- Verificar as condições de impermeabilização do piso do pátio e das juntas de dilatação;
- Testar o funcionamento e substituir, caso necessário, a torneira e a mangueira que abastecem o pátio de compostagem;
- Realizar semestralmente a desinsetização da unidade de compostagem;
- Promover o escoamento sistemático do composto, evitando o acúmulo excessivo;
- Promover a limpeza anualmente do reservatório de água de abastecimento da CR;
- Promover a inspeção e manutenção, se necessária, do cortinamento vegetal, de acordo com o Projeto Paisagístico.

#### 16.8 Horário de funcionamento e número de funcionários

A CR funcionará, preferencialmente, das 8:00 às 18:00 horas de segunda a sábado, exceto domingos e feriados. Este horário, se necessário, poderá ser alterado pelo gestor do empreendimento.

Para o início da operação da CR, o Quadro 16.6 apresenta o número de 24 funcionários, mas que pode sofrer variações de acordo com o interesse do administrador/gestor da unidade.

Quadro 16.6 – Número de funcionários necessários à CR.

CARGO	QUANTIDADE	FUNÇÃO
Administrador	1	Administrador (Encarregado geral) da CR
Ajudantes	5	Ajudantes na operação do aterro sanitário
Fiscal de balança	1	Realizar e registrar as leituras nas pesagens dos caminhões
Operadores de trator	2	Operação de compactação e cobertura dos resíduos, e abertura de valas
Laboratorista	1	Operação do laboratório
Ajudante de laboratório	1	Análises internas e externas ao laboratório
Operador do pátio da UC	5	Trituração de galhos, peneiramento e operação do pátio.
Ajudante de operação	3	Ajudantes na operação da unidade de compostagem
Cozinheira	1	Alimentação dos funcionários
Ajudante geral	1	Serviços gerais de limpeza e manutenção
Vigilantes	3	Vigilância da unidade

#### 16.9 Máquinas e equipamentos utilizados

Os equipamentos previstos para a Central de Resíduos são aqueles mínimos necessários para o bom funcionamento da mesma e foram dimensionados de forma adequada e compatível com a quantidade de resíduos que são dispostos no local. O quadro 16.7 apresenta os equipamentos e ferramentas necessários.

Quadro 16.7 - Equipamentos e ferramentas necessários para o pátio de compostagem.

PÁTIO DE COMPOSTAGEM	
ITEM	QUANTIDADE (UNIDADE)
Triturador de galhos e troncos	1
Balança 150 Kg	1
Pá quadrada	4

Quadro 16.7 - Equipamentos e ferramentas necessários para o pátio de compostagem.

PÁTIO DE COMPOSTAGEM	
ITEM	QUANTIDADE (UNIDADE)
Enxada	3
Carrinho de mão	3
Vassoura para limpeza	3
Balde de 10 litros	3
Peneira Manual	2
Kit de jardinagem	2
Mangueira do galpão	40 metros
Mangueira do pátio	100 metros
Central de Resíduos	
Trator de esteira	1
Retroescavadeira	1
Trator pá carregadeira	1
Caminhão basculante 6 m <sup>3</sup>	1
Caminhão para transporte e recirculação de lixiviado	1

Fonte: Projeto Básico da Central de Resíduos.

Na manutenção dos equipamentos deve-se observar as recomendações dos fabricantes, as quais podem ser encontradas nos respectivos manuais de operação.

#### 16.10 Instruções detalhadas para as partidas iniciais das unidades referentes a processos de tratamento

##### 16.10.1 Aterro Sanitário

Já descritos anteriormente no item 16.3.1.7

##### 16.10.2 Unidade de Compostagem

A UC é uma unidade de reciclagem de nutrientes dos resíduos sólidos orgânicos, que pode gerar chorume. Entretanto, o chorume gerado no pátio será drenado e armazenado em reservatório enterrado para aproveitamento na manutenção da umidade das leiras. Desta forma não será necessário realizar tratamento de chorume, sendo que este item não se aplica a esta unidade.

#### 16.11 Diagrama de decisão e de procedimentos dos processos operacionais nas situações normais e emergenciais - Plano de emergência

##### 16.11.1 Diagrama de decisão e procedimentos nas situações normais

Conforme apresentado no item 4.7, o aterro sanitário terá 8 funcionários trabalhando diretamente na operação, sendo 2 tratoristas e 1 fiscal da balança subordinados diretamente ao administrador da CR. O aterro ainda terá 5 ajudantes na operação. Para auxílio na operação do sistema de tratamento de chorume, o aterro ainda conta com o apoio de um laboratorista e um ajudante de laboratório, conforme Figura 16.8.

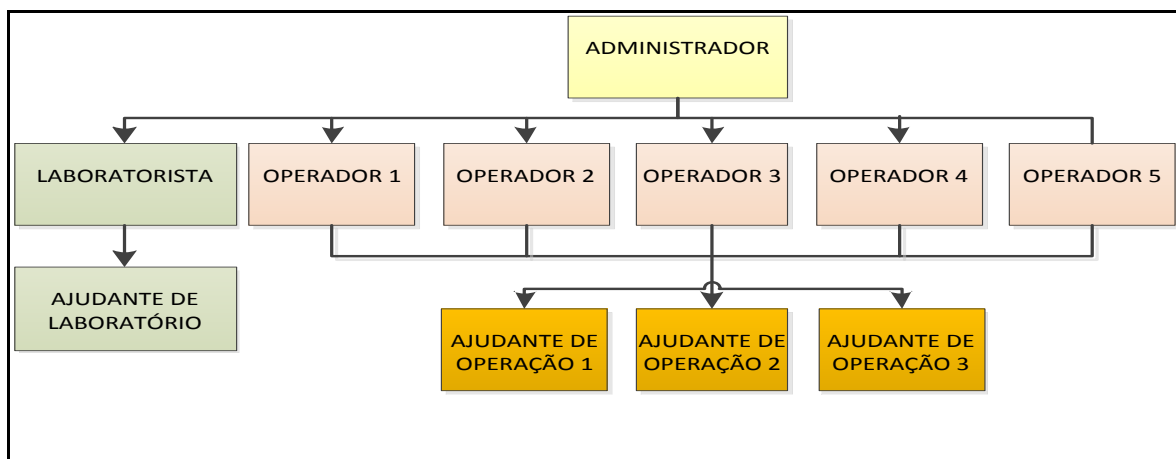


Figura 16.8 – Diagrama de decisão do Aterro Sanitário.

Após a chegada do caminhão o fiscal da balança fará registro da pesagem o caminhão e a operação se dará conforme descrito no item 4.2.2.1.

A UC terá 8 funcionários trabalhando diretamente na operação, sendo 5 operadores subordinados diretamente ao administrador da CR e 3 ajudantes de operação subordinados aos operadores. Para auxílio no controle do processo, a unidade de compostagem ainda conta com o apoio de um laboratorista e um ajudante de laboratório, conforme Figura 16.9.

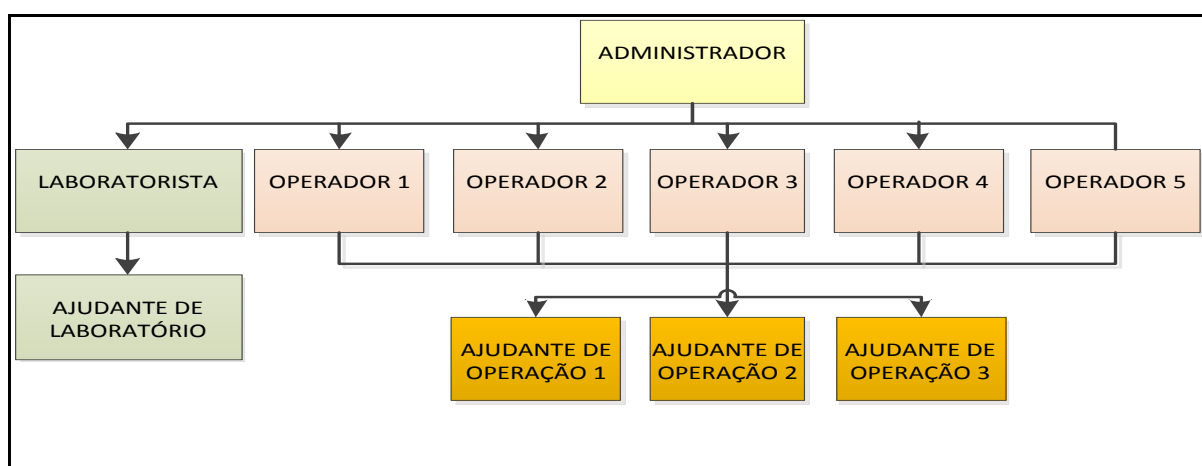


Figura 16.9 – Diagrama de decisão da Unidade de Compostagem.

Ressalta-se que o laboratorista e o ajudante de laboratórios são os mesmos tanto para o auxílio na operação do aterro sanitário quanto da unidade de compostagem.

Após a chegada do resíduo o administrador geral fará inspeção da carga, verificando se os resíduos são integralmente ou predominantemente orgânicos. Após isso, a operação se dará conforme descrito no item 4.2.2.2.

### 16.11.2 Plano de Emergência

Deverá ter sempre pelo menos uma pessoa como coordenador do plano de emergência presente na CR. Na ausência do responsável técnico do aterro o coordenador será o encarregado do dia.

Nas situações de emergência na CR o administrador geral será designado como coordenador de emergência. O laboratorista e o ajudante de laboratório serão designados como auxiliares de emergência, por terem maiores conhecimentos em relação à segurança, conforme apresentado na Figura 16.10.

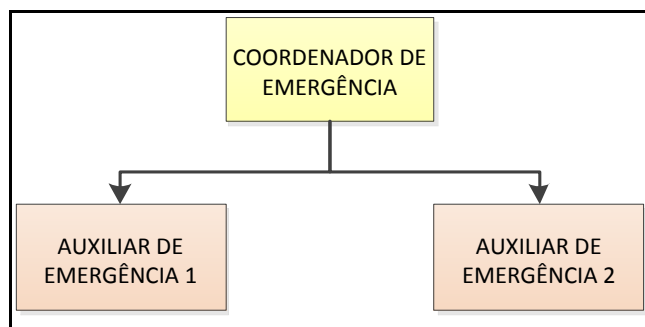


Figura 16.10 – Diagrama de decisão da CR em situações de emergência.

Ressalta-se ainda que poderão ser formadas outras equipes com coordenador de emergência e auxiliares de emergência. Todos os coordenadores de emergência deverão ter este plano de emergência em versão impressa e deverá estar sempre disponível em versão impressa na administração da CR.

A seguir apresenta-se o modelo de lista do(s) coordenador(es) de emergência que deverá estar atualizada no aterro sanitário

Nome:

Especialização:

Telefones de contato :

Endereços para ser localizado:

O coordenador de emergência e os auxiliares deverão ser treinados para ações de combate a incêndio e primeiros socorros, no caso de acidentes. Ressalta-se ainda que os auxiliares deverão receber treinamentos para procedimentos de segurança em laboratório. A cada mudança de coordenador e de auxiliares na unidade, estes deverão ser treinados. O coordenador de emergência deverá realizar treinamentos anuais com os auxiliares de emergência ou sempre que entrar um novo funcionário na unidade. Também recomenda-se 1 treinamento anual para toda a equipe de funcionários da CR em caso de emergência.

Na situações de emergência a operação da unidade deverá ser interrompida até que a situação esteja controlada.

As situações de emergência mais provável de ocorrer na CR são:

- Acidentes de trabalho e acidentes com veículos;
- Incêndio.
- Explosão
- Vazamento de lixiviados e gases

Para cada uma destas situações têm-se procedimentos que devem ser seguidos em caráter emergencial para minimizar os impactos e retomar o controle da obra, como segue:

#### 16.11.2.1 Acidentes de trabalho e acidentes com veículos

No caso de acidentes de trabalho e acidentes com veículos o coordenador de emergência deverá designar um dos auxiliares para realizar o contato com o Corpo de Bombeiros e com o Pronto Socorro. O coordenador de emergência junto com o outro auxiliar deve orientar e efetuar os procedimentos de primeiros socorros.

#### 16.11.2.2 *Incêndio nos resíduos aterrados:*

No caso de incêndio nos resíduos aterrados, antes de combatê-lo o coordenador de emergência deverá tomar as seguintes medidas:

- Designar um auxiliar para realizar o contato com o Corpo de Bombeiros e Bombeiros e Brigada Militar;
- Promover a evacuação do local.

Após essas três medidas de segurança o coordenador de emergência deverá deslocar-se ao local do incêndio com uma equipe, equipada com seus EPIs, iniciando o combate utilizando a técnica de abafamento do fogo com uso de solo. Orientar e efetuar os procedimentos de primeiros socorros caso exista algum ferido. O combate aos princípios de incêndios deve se iniciar na prevenção. Os elementos inflamáveis (madeiras, combustíveis, papel, plásticos, etc) devem ser mantidos afastados dos materiais que geram calor.

#### 16.11.2.3 *Incêndio nas instalações e equipamentos*

No caso de incêndio nas instalações e equipamentos, antes de combatê-lo o coordenador de emergência deverá tomar as seguintes medidas:

- Designar um auxiliar para desligar os disjuntores no quadro de energia elétrica da unidade administrativa da CR;
- Designar um auxiliar para realizar o contato com o Corpo de Bombeiros e Bombeiros e Brigada Militar;
- Promover a evacuação do local.

Após essas três medidas de segurança o coordenador de emergência deverá deslocar-se ao local do incêndio com uma equipe, equipada com seus EPIs e utilizar os extintores de incêndio apropriados para cada tipo de combustível. Orientar e efetuar os procedimentos de primeiros socorros caso exista algum ferido

#### 16.11.2.4 *Explosão nas dependências do aterro*

O primeiro procedimento a ser adotado se inicia pelo isolamento da área e a retirada de todos os funcionários para um local onde não haja risco. Deverá ser efetuado isolamento de forma que impeça a passagem de pessoas no local da explosão. O coordenador deverá entrar em contato com o Corpo de Bombeiros e Polícia Militar ou designar algum funcionário para tal ação. Orientar e efetuar os procedimentos de primeiros socorros caso haja feridos.

#### 16.11.2.5 *Vazamento de líquidos percolados*

O primeiro procedimento é conter o vazamento na sua origem com solo argiloso. Caso não seja possível conter o vazamento, deve-se desviar estes líquidos para um reservatório provisório até posterior recirculados para o sistema de tratamento de efluentes do aterro com caminhões com reservatório para transporte de lixiviados.

#### 16.11.2.6 *Liberação de gases*

Nos locais, sobre o aterro, onde houverem liberações de gases através da camada de impermeabilização, este ponto deverá ser aberto e colocado um sistema para drenagem e queima dos gases (*flare*).

Nos locais fora da área do aterro, onde houver a detecção de gases, o procedimento recomendado é o isolamento dos gases sem a colocação de queimadores, visando a realização de um estudo para a determinação da origem deste gás.



#### 16.11.2.7 *Rompimento de taludes de contenção do aterro*

Neste caso todos os equipamentos deverão ser mobilizados para reconstrução do talude. Os líquidos percolados deverão ser contidos e recirculados para o interior do aterro. O solo saturado deverá ser removido e solo argiloso na umidade adequada deverá ser utilizado para recompor o talude e finalmente deve-se construir uma berma externa para evitar outro rompimento de talude.

#### 16.11.2.8 *Intoxicação*

Como primeiro procedimento deve-se encaminhar o trabalhador ao serviço médico, em seguida detectar e isolar a área de atuação onde ocorreu o sinistro com o operário não permitindo a passagem de pessoas. Complementando-se a atuação deve-se distribuir EPIs para todos os trabalhadores que atuarem no aterro.

#### 16.11.2.9 *Acidentes com lesões corporais*

Em todos os acidentes com lesões corporais deve-se verificar a gravidade do mesmo, efetuando os procedimentos de primeiros socorros e em seguida encaminhar o trabalhador ao serviço médico.

*16.12 Procedimentos básicos no caso de acidentes com veículos, incêndio, vazamentos de líquidos lixiviados, ruptura de taludes, descarga de resíduos perigosos, entre*

Já descritos no Plano de Emergência

*16.13 Listagem dos órgãos públicos, com endereço e número de telefone, para serem acionados no caso de acidentes na unidade.*

O Quadro 16.8 apresenta a lista dos órgãos públicos a serem acionados em casos de acidentes.

Quadro 16.8 – Lista de órgãos a serem acionados em casos de emergência.

Ambulância - SAMU	192
Corpo de Bombeiros	193
Defesa Civil	199
Polícia Militar	190
Disque-Meio Ambiente	0800711400

#### 16.14 *Planos de monitoramento*

##### 16.14.1 *Monitoramento de águas superficiais e subterrâneas*

Estudos realizados em 2005 pelo CPRM em vários municípios da Bahia, intitulado Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, define muito bem a realidade dos municípios que possuem Central de Resíduos como é apresentado pelo trecho a seguir:

*“O Polígono das Secas apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população.”*

Foi constatado em levantamento de campo que a profundidade média das captações subterrâneas existentes no município é superior a 50 metros, podendo ocorrer captações subterrâneas com profundidade superior a 100 metros. Ainda na área da Central de Resíduos não há cursos d'água superficiais em um raio inferior a 2 km.

Devido a ausência de água nas proximidade da área da Central de Resíduos, somado à elevada profundidade do lençol freático, não se aplica o monitoramento de águas superficiais e subterrâneas.

#### *16.14.2 Monitoramento de chorume*

O monitoramento de chorume tem como objetivo avaliar a eficiência do sistema de tratamento existente e permitir que ações corretivas e preventivas possam ser planejadas a fim de manter a qualidade ambiental e o cumprimento da legislação. Tem também como objetivo monitorar a vazão de chorume gerado em função da decomposição da matéria orgânica no maciço de resíduos.

#### *16.14.3 Monitoramento geotécnico*

O monitoramento geotécnico consiste basicamente no monitoramento da estabilidade do aterro, a partir da instalação de marcos superficiais e medidores de recalque, no qual a partir de levantamento topográfico são observados os deslocamentos horizontais e verticais ocorridos no maciço de resíduos.

#### *16.15 Manutenção e Inspeção da Central de Resíduos*

A inspeção e manutenção tem por objetivo a identificação e correção dos problemas de ordem funcional ou acidentais que por ventura ocorrerem, devendo ser efetuadas inspeções periódicas e sistemáticas. Qualquer problema constatado na Central de Resíduos deve ser corrigido rapidamente, para evitar o seu agravamento. Por esse motivo, um serviço de manutenção eficaz é imprescindível. Como atividades rotineiras são recomendadas as seguintes ações:

- Manter disponível na área do aterro o manual de operação e um livro para registro de ocorrências;
- Manter atualizados, na unidade, os cartões de vacinação dos funcionários;
- Manter meio de comunicação para contato com o responsável técnico e para utilização em ações de emergência;
- Fazer uso rigoroso dos EPI's como máscaras, luvas, botas e uniformes, de modo a minimizar a possibilidade de contaminação e garantir a boa qualidade de trabalho;
- Higienizar diariamente as instalações de apoio operacional;
- Limpar a unidade, removendo os materiais espalhados pelo vento;
- Efetuar periodicamente a capina da área, para manutenção do paisagismo;
- Realizar inspeções e manutenções periódicas no sistema de recobrimento final das plataformas, mantendo a cobertura vegetal sobre os taludes encerrados, de forma a protegê-los contra erosões;
- Manter sempre limpas e desobstruídas as canaletas e os demais dispositivos de drenagem pluvial;
- Efetuar inspeções e manutenções periódicas no sistema de drenagem de chorume e tratamento de chorume;
- Limpar e fazer eventuais reparos nos equipamentos e máquinas ao final de cada dia de trabalho;
- Limpar e manter em boas condições de tráfego as vias de acesso externas e internas;

- Fazer a manutenção da cerca de isolamento realizando o reparo e reposição dos trechos de tela e mourões e do cinturão verde, verificando a presença de pragas e moléstias nas mudas e evitando o acesso de pessoas não autorizadas e animais;
- Realizar frequentemente a manutenção da balança de acordo com o manual do fabricante.
- Realizar com frequência trimestral de aferição, devendo ser emitido atestado de aferição do INMETRO. Esta frequência poderá ser alterada de acordo com a legislação vigente e com os critérios do órgão ambiental.
- Realizar medições, pesagens e acompanhamento diário do programa de monitoramento.

#### *16.15.1 Manutenção do sistema viário*

Deverão ser desenvolvidos trabalhos de inspeção ao longo dos acessos internos e externos (uma vez por semana). Caso seja detectado algum dano, executar imediatamente os serviços necessários.

Para permitir o trânsito de caminhões até a frente de trabalho, é necessária a implantação de acesso provisório sobre a área aterrada. Durante o período chuvoso, especial cuidado deve ser dado à manutenção destes acessos, procurando manter estoque suficiente de material granular, para a recomposição. Tais acessos provisórios podem ser implantados com resíduos de construção e demolição.

#### *16.15.2 Paisagismo*

A cobertura vegetal sobre as células de lixo é importante para proteger o solo de erosões, pequenas rupturas nos taludes, etc. Deve-se, pois, atentar para sua manutenção. Deve-se proceder também a manutenção da cerca viva instalada em todo o perímetro da Central de Resíduos.

#### *16.15.3 Manutenção do sistema de drenagem e tratamento de chorume*

É importante que o sistema de drenagem de chorume esteja operando corretamente. Para isso é necessário que ocorram:

- Inspeções visuais periódicas no sistema de drenagem;
- Remoção periódica do material depositado no fundo das caixas de passagem;
- Avaliação dos recalques, identificação de eventuais deslizamentos no maciço de resíduos;
- Proceder a remoção da vegetação na parte interna dos taludes das lagoas;
- Evitar início de erosão nas taludes das lagoas; e
- Proceder inspeções diárias nas tubulações e caixas de passagens.

#### *16.15.4 Manutenção de máquinas e equipamentos*

Realizar a limpeza dos equipamentos e máquinas ao fim de cada dia de trabalho e os possíveis reparos para conservá-los e garantir a eficiência do aterro. Diariamente deve-se proceder a uma inspeção para verificação elementar e pré-determinada que apontam falhas.

A lavagem e lubrificação das máquinas são rotinas que prevêm trocas de lubrificantes e filtros bem como limpeza de respiros e outros componentes. A lavagem da frota será feita com a periodicidade determinada pelo operador do sistema, em local específico e licenciado para tal finalidade. A lubrificação, troca e reposição de óleos lubrificantes obedecerão às normas de procedimento recomendadas pelos fabricantes. Deverá ser

estabelecida também uma rotina de manutenção preventiva, sendo compreendida basicamente por revisões mecânicas, elétricas e hidráulicas.

#### 16.15.5 *Manutenção do sistema de monitoramento geotécnico*

O sistema de monitoramento geotécnico deve ser mantido durante e após o encerramento das atividades de operação do aterro. Os seguintes cuidados devem ser tomados para a manutenção da integridade dos mesmos:

- Proteção em volta dos marcos e medidores de recalque para que estes fiquem bem visíveis; e
- Evitar o tráfego próximo aos marcos e medidores de recalque.

#### 16.15.6 *Manutenção do sistema de drenagem pluvial*

A manutenção do sistema de drenagem pluvial consiste basicamente em verificar as seguintes ações:

- Quebra de tubulações canaletas, etc: ocorre principalmente por depressões e erosões visto que trabalham por gravidade. Deve-se proceder a inspeção diária a fim de evitar as quebras e caso ocorra, corrigir e restabelecer a drenagem;
- Verificação do estado das canaletas: verificar as condições de escoamento das canaletas, mantendo-as desobstruídas;
- Depressões em taludes e bermas: realizar inspeções mensais em todos os taludes e bermas, a procura de possíveis danos. Se os mesmos ocorrerem, deve-se fazer um reaterro para restaurar as condições anteriores, evitando, principalmente, o acúmulo de água na superfície do maciço de resíduos.

#### 16.16 *Condições adversas*

##### 16.16.1 *Período chuvoso*

Deve-se ter bastante atenção na operação da Central de Resíduos principalmente no período chuvoso. É necessário ter um estoque de material de cobertura, resíduos de construção e demolição para possíveis reparos nos acessos e sistemas de drenagem. Os principais problemas oriundos dos período chuvoso são apresentados no quadro 16.9.

Quadro 16.9 - Principais problemas ocorridos na operação da unidade durante período chuvoso

PROBLEMAS	SOLUÇÕES
Acúmulo de água, poças, assoreamento etc	Manutenção rigorosa do sistema de drenagem pluvial
Comprometimento do trânsito e descarregamento de caminhões	Manutenção e reparo dos acessos internos e externos
Trincas no maciço de resíduos provocando infiltração das águas superficiais e consequente aumento da vazão de chorume	Recomposição da camada de cobertura

#### 16.17 *Sinalização*

O programa de sinalização interna da Central de Resíduos, visa regulamentar, advertir ou indicar quanto ao uso das vias de circulação pelos veículos, equipamentos e pessoas, da forma mais segura e eficiente.

Para isso, foram implantados dispositivos de sinalização vertical (placas) para o controle do trânsito, localizadas ao lado das vias de circulação dos veículos coletores, transmitindo mensagens fixas, mediante símbolos ou legendas pré-conhecidas e legalmente instituídas.

Nas imediações de acesso à Central de Resíduos ao longo da estrada deverá ser implantada sinalização vertical (placas) e horizontal (marcações no chão). Quanto às placas de sinalização, deverão ser observadas as seguintes determinações:

- Sinalização de Perigo;
- Sinalização Informativa;
- Sinalização de Precaução;
- Sinalização de Segurança;
- Sinalização Direcional;
- Sinalização de Regulamentação;
- Sinalização de Advertência;
- Sinalização de Indicação; e
- Sinalização de Identificação e Educação.

O projeto de sinalização da CR é apresentado no ANEXO 3-D deste relatório.

## 17 PROJETO PAISAGÍSTICO

A implantação de um Projeto de Gerenciamento de Sistema Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos, apesar do impacto ambiental positivo na saúde pública, pode causar impactos ambientais locais e pontuais negativos, envolvendo o grande revolvimento do solo e a movimentação de grande quantidade de resíduos sólidos domésticos, além de outros tipos de resíduos gerados no município.

Neste contexto, o Projeto Paisagístico pode contribuir na mitigação dos efeitos locais ocasionado pelo projeto, tendo em vista o impacto visual negativo causado pelo empreendimento.

### 17.1 *Objetivo*

O principal objetivo do Projeto Paisagístico é a implantação do “Cinturão Verde” ou cortina vegetal no entorno da área do empreendimento, de forma a associar os objetivos de melhoria estética e visual da área, implantação de barreira visual, contribuição para a diminuição de odores e ruídos, abrigo e alimentação para a fauna e de proteção física à entrada não autorizada de pessoas e animais dentro da área onde será implantado.

### 17.2 *Metodologia*

Para implementação do “cinturão verde” ou cortina vegetal serão necessários levantamentos de campo para identificação da área ao redor dos empreendimentos, onde este será implantado e das características edafoclimáticas da região, que servirão de parâmetros para determinação das espécies vegetais que serão utilizadas neste projeto.

A implementação deste projeto segue as seguintes diretrizes:

- Implantar espécies nativas e exóticas que estejam adaptadas a região, observando as condições edafoclimáticas regionais;
- Reestruturar o solo das áreas que serão objeto da implantação dos plantios;
- Identificar e ordenar a distribuição das espécies a serem implantadas na área;
- Monitorar o desenvolvimento (crescimento e adaptação) das espécies plantadas na área;
- Monitorar e controlar a infestação de ervas daninha, o ataque de formigas e outras potenciais pragas ou doenças;

Com base nesta sistemática de trabalho, foi elaborado o Projeto de Cinturão Verde, que relaciona um conjunto de procedimentos visando minimizar o impacto ambiental causado pela implantação dos empreendimentos do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

As ações de implementação que estão previstas neste Projeto Paisagístico, contempla as diretrizes básicas estabelecidas nas demandas do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, conforme mostrada a seguir:

- Módulos paisagísticos; sua estrutura espacial e quantitativa;
- Especificações de espécies vegetais e seus quantitativos;
- Instruções de plantio e monitoramento;
- Definição de espécies nativas e exóticas adaptadas às condições edafoclimáticas locais.

#### *17.2.1 Módulos de plantio*

Os módulos de plantio que compõem o projeto são constituídos por um conjunto de espécies vegetais arbustivas, definidas em função do porte, características gerais (presença de acúleos e/ou espinhos, floração e frutos atrativos para a fauna) e arquitetura de copa.

Os módulos a serem implantados devem observar as seguintes especificações:

- a) Espécie vegetal pelo nome científico e nome vulgar;
- b) Quantitativo das mudas por espécie;
- c) Características solicitadas para o porte das mudas;
- d) Espaçamento de plantio das árvores.

O local de implantação do projeto paisagístico será no entorno dos empreendimentos formando um “cinturão verde” ou cortina vegetal uniestratificada.

A largura do cinturão estimada é de 20 centímetros, considerados a partir da cerca externa do perímetro da área destinada. Dependendo de cada situação específica, essa largura poderá ser aumentada, de forma a potencializar os benefícios proporcionados pela sua implantação.

O módulo de plantio prevê a faixa abaixo descrita:

- Uma cerca-viva contínua e densa, do lado externo da cerca ou alambrado divisório da área da unidade, composta de uma linha de sansão-do-campo ou outra espécie arbustiva adequada, plantada com espaçamento de 20 centímetros entre mudas. O objetivo principal é proteção e formação de uma barreira visual. Densidade: 5 mudas/metro linear de cerca perimetral.

O esquema básico abaixo mostra a disposição da cortina vegetal a ser implantada.



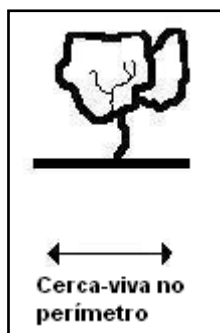


Figura 17.1. Esquema básico do plantio de cinturão verde (sem escala)

Fonte: FLORAM

### *17.2.2 Especificações das espécies vegetais*

No processo de implantação da cortina vegetal do perímetro da área, é de fundamental importância a escolha de espécies de rápido desenvolvimento, alta rusticidade e que estejam adaptadas às condições edafoclimáticas regionais.

Deve ficar claro que o objetivo da cortina não é a recomposição da vegetação nativa regional, e sim a implantação de uma estrutura com objetivos específicos de contribuição para a melhoria estética, ambiental e de proteção às estruturas implantadas.

Além disso, ressalta-se como características desejáveis da vegetação a ser implantada além do seu rápido desenvolvimento, fácil implantação a baixo custo e consequente manutenção, a reduzida exigência quanto às condições do solo.

### *17.3 Medidas operacionais de execução*

As medidas de execução descritas neste programa ocorrerão conforme o cronograma pré-estabelecido no item 10. A seguir apresentam-se passo a passo as metodologias de execução propostas para área do entorno do empreendimento a ser implantada.

#### *17.3.1 Preparo do terreno*

No preparo do terreno estão incluídas todas as atividades que irão propiciar as condições mais adequadas ao plantio e desenvolvimento das plantas. Essas atividades são definidas de acordo com as características do local, onde serão realizados os plantios, que neste caso estamos tratando de pequenas áreas do entorno do empreendimento que requer certos cuidados.

#### *17.3.2 Roçada*

Esta atividade consiste na eliminação mecânica das plantas invasoras na área onde será implantada cerca-viva e o “Cinturão Verde” ou cortina vegetal com uso de foice, facão, enxada ou “geringonça”.

#### *17.3.3 Controle das formigas cortadeiras*

Essa atividade é realizada tanto nas fases de implantação como na de manutenção das áreas plantadas. Ela inicia-se com o caminhamento por toda a área e arredores para localizar possíveis formigueiros. Uma vez localizado, é feito então o controle, o qual consiste inicialmente em calcular a quantidade de produto (iscas) a ser utilizada. Toma-se como base de cálculo a quantidade de 10g de isca granulada por metro quadrado de formigueiro (Figura 17.2).

Exemplo: se o formigueiro tiver dois metros de largura e dois metros de comprimento, a área total será de quatro metros quadrados. A dose recomendada é de 10 g/m<sup>2</sup>, portanto serão aplicadas 40 g para o formigueiro do nosso exemplo.

$$A = L \times C = 2 \times 2 = 4 \text{ m}^2$$

Onde:

A = área (m<sup>2</sup>)

L = largura (m)

C = comprimento (m)

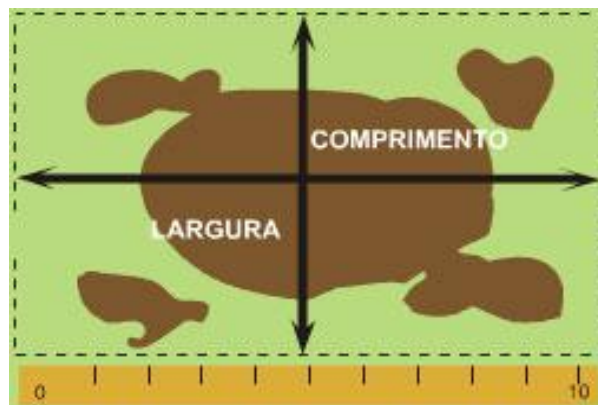


Figura 17.2 – Estimativa de cálculo do tamanho do formigueiro em metros quadrados.

A colocação do defensivo é feita sempre próxima do caminho das formigas e com auxílio de um dosador para que não haja contato direto do trabalhador com o produto. Ocorrendo o contato, a isca perderá sua atratividade e o controle torna-se ineficaz. O trabalhador deve estar munido de Equipamento de Proteção de Individual - EPI, neste caso utilizam-se luvas.

Observações importantes

- Em dias chuvosos e/ou em que a superfície do solo encontra-se úmida, não se deve fazer o controle com formicida granulado.
- Durante a fase de implantação, essa atividade deverá ser realizada antes e durante o plantio das mudas, de maneira que toda a área seja percorrida duas vezes preferencialmente uma feita pela parte da manhã e a outra no final da tarde.

#### 17.3.4 Abertura das covas e espaçamento de plantio

O objetivo do coveamento é melhorar as condições físicas do solo, através da descompactação, eliminação de pedras e demais obstáculos físicos presentes no solo que possam impedir o desenvolvimento da muda. Esta operação proporciona condições físicas adequadas de solo para que as raízes das mudas possam se desenvolver com facilidade, o que promove um rápido estabelecimento do Cinturão Verde. As covas devem ser abertas preferencialmente no dia do plantio, desta forma evita-se o ressecamento da cova provocado pelos dias quentes e o encharcamento provocado pelos dias chuvosos o que impede o plantio. A abertura das covas deve respeitar os desníveis do terreno, sendo necessário realizar o plantio em curva de nível, para evitar a erosão do solo.

A partir da definição do tamanho e do espaçamento entre covas, a sua abertura deve ser realizada de modo que a camada superficial do solo (os primeiros 15 a 20 cm) que é rico em matéria orgânica (terra escura) seja colocada externamente em um dos lados da cova. O solo retirado a seguir deve ser depositado no lado oposto de onde foi colocada a terra escura.

A dimensão das covas será em função do tamanho das mudas e das espécies selecionadas, podendo estas variar de 0,30 x 0,30 x 0,30 m até 0,60 x 0,60 x 0,60m. É

uma distância viável para adensar a área e assegurar que não ocorra a erosão do solo em locais com declividade significativa.

#### 17.3.5 Adubação

A adubação consiste em suprir as necessidades nutricionais de cada espécie utilizada no plantio, para garantir a sobrevivência e o desenvolvimento das mesmas. As quantidades e os tipos de adubos que deverão ser utilizados são definidos a partir da análise química do solo, do tipo de solo e das exigências nutricionais de cada espécie escolhida para o plantio. Neste projeto são recomendados procedimentos simples que não comprometem nem inviabilizam as atividades da recomposição paisagística, uma vez que contribuem para reposição de nutrientes do solo, visando propiciar condições favoráveis para o desenvolvimento das mudas plantadas.

Caso não seja realizada a análise química do solo, pode-se utilizar as seguintes dosagens de fertilizantes, conforme o quadro 17.1:

Quadro 17.1 - Adubação de plantio recomendada caso não seja realizada a análise química do solo.

ADUBO / COVA
- 100g de NPK por cova (04-14-08 ou 10-10-10);
- 200g de calcário pulverizados nas paredes e no fundo da cova;
- 300g de Superfosfato Simples por cova;
- 10 litros de esterco de gado curtido, ou de composto orgânico; ou 7 litros de esterco de galinha ou de húmus de minhoca por cova.

É fundamental realizar uma adubação de cobertura 6 meses após o plantio, recomenda-se a utilização de 150 gramas de NPK (04-14-08 ou 10-10-10) por planta.

#### 17.3.6 Plantio e replantio

É fundamental que os trabalhadores envolvidos no plantio sejam alertados sobre os cuidados que devem ser tomados para execução do mesmo. O procedimento para execução do plantio inicia-se com a mistura de parte do solo retirado da cova com o fertilizante, e essa mistura deve voltar ao fundo da cova, assim evitasse que as raízes tenham contato direto com o fertilizante. Em seguida e com as duas mãos pressiona-se o torrão (sacola plástica com a muda) para que o mesmo não se desfaça, para então retirar a embalagem da muda.

Após a liberação da muda de sua embalagem, coloca-se mais terra até atingir a altura em que a mesma será assentada. Centralizada e alinhada a muda (quando for o caso), completa-se com terra o interior da cova, pressionando a terra junto ao torrão. Com o auxílio inicial das mãos comprime-se a terra ao redor da muda, a fim de mantê-la firme na cova.

Ao término dessa tarefa, com o auxílio da enxadinha de plantio, faz-se uma pequena bacia ao seu redor para reter água e então com o auxílio dos pés, faz-se uma leve pressão no solo ao redor da muda plantada. O plantio deve ser realizado no início da estação chuvosa que ocorre nos meses de novembro a março.

O replantio é a operação na qual, decorridos 30 dias, é feito um novo plantio naquelas covas onde as mudas morreram.

Após e durante o plantio e o replantio todas as embalagens plásticas utilizadas deverão ser recolhidas e acondicionadas em locais apropriados.

#### 17.3.7 Colocação de cobertura morta

O objetivo da colocação de cobertura vegetal morta é proteger a muda recém plantada, evitando o excesso de perda de água do solo, assim como manter no período seco um grau de umidade favorável para o desenvolvimento da planta. Esta operação permitirá ainda a incorporação de nutrientes contidos na biomassa vegetal, através de sua

decomposição ao longo do tempo, como também proporciona a proteção do solo, evitando as perdas e o carreamento das partículas do mesmo.

Na fase de implantação, e logo após o plantio, recolhe-se com o auxílio de uma enxada os restos vegetais existentes próximos a muda plantada. Esse material é então colocado cuidadosamente ao seu redor, mantendo uma distância aproximada de 10 cm do colo da planta. Nas fases de manutenção, essa atividade é realizada sempre após as roçadas manuais e/ou capinas.

#### 17.3.8 Irrigação

Os plantios devem ser realizados preferencialmente no período das chuvas ou um mês antes, para evitar a carência de água e o aumento do custo de operação com a suplementação de água através da irrigação. Com isso, diminui-se o estresse hídrico sofrido pela muda, e também facilita a adaptação da mesma na área implantada. Devido ao estresse hídrico sofrido pelas mudas as perdas podem variar de 10% a 20%, devendo ser acrescentado esse percentual para a compra de mudas para replantio. Após o plantio, recomenda-se realizar uma irrigação com 5 L de água por muda.

Para efeito de estimativa de custo de projeto, foi prevista a implantação de irrigação, por meio de um “kit” básico de aspersão convencional em uma área de 1,0 ha.

#### 17.4 Espécies recomendadas para a implantação do cinturão verde

Primeiramente, serão indicadas espécies nativas agressivas como as leguminosas que apresentam uma grande capacidade de fixação de nitrogênio no solo, como a sansão do campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* L.). Tal espécie é a indicada para formação da cerca-viva externa (linha) ao redor da cerca do perímetro do empreendimento. Tal espécie, originada do semi-árido é produzida comercialmente (sementes e mudas), e largamente difundida como cerca-viva em outras regiões do país, principalmente em propriedades rurais no sudeste e centro-oeste. Possui muitos acúleos e floração atrativa para abelhas, crescimento rápido e alta rusticidade, além de ser forrageira.



Figuras 17.3 e 17.4 - Cerca-viva simples implantada com sansão-do-campo em propriedade rural e detalhe da planta, com acúleos.

Fonte: <http://www.cercavivasansaodocampo.com.br/fotos.html>

O sansão-do-campo pode ser conduzido como arbusto e é uma excelente cerca-viva, com crescimento rápido. Para tal conformação, vêm sendo plantada com espaçamento de 10 cm entre plantas, formando uma cortina vegetal densa e compacta já aos dois anos em situação favorável em relação à disponibilidade de água.

Para escolha desta espécie foi levada em consideração a incorporação de nutrientes no solo e seu poder de trocas catiônicas, grau de exigências, capacidade de absorção de nutrientes, características das raízes e atração da fauna local.

A seguir é apresentada uma tabela contendo as espécies mais conhecidas e empregadas na recuperação das áreas de Caatinga que ali se encontravam e que poderão ser utilizadas para a revegetação das áreas em questão.

O quadro 17.2 apresenta uma lista indicativa, servindo como uma referência mínima de consulta. Recomenda-se avaliar a disponibilidade regional de sementes e mudas para definir as espécies a serem plantadas. Os portes indicados são aproximações, pois em função das condições edafoclimáticas e forma de plantio (adensamento).

Quadro 17.2 - Espécies recomendadas – Cerca-viva

LOCALIZAÇÃO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	ESPAÇAMENTO	OBSERVAÇÃO
CERCA-VIVA	Sansão do Campo	Mimosa caesalpiniaefolia L.	0,20 m entre mudas (linha)	Cerca-viva fechada área externa, linha única
	Aveloz, Espinho-de-judeu	<i>Euphorbia tirucali</i>	0,20 entre mudas (linha)	Medicinal, latexcente tóxica, utilizada como cerca-viva região nordeste, exótica
	Ora pro Nobis	<i>Pereskia aculeata</i>	0,20 entre mudas (linha)	Cactácea, folhas e flores comestíveis, espinhenta, ornamental

### 17.5 Manutenção da área

A fase de manutenção compreende o período em que os plantios são cuidados de maneira que as plantas cresçam e se desenvolvam de forma adequada. É importante salientar que as áreas plantadas devem receber cuidados para que formação do cinturão verde ocorra de forma efetiva.

As atividades previstas nos três primeiros anos de manutenção compreendem praticamente às mesmas atividades da fase de implantação, à exceção do coroamento das plantas, que consiste em fazer pelo menos uma capina por ano e sempre que preciso em função da intensidade de infestação e crescimento de plantas invasoras, com destaque para gramíneas.

#### 17.5.1 Primeiro ano de manutenção

É caracterizado pela realização de tratos culturais que se iniciam aproximadamente com três meses após a implantação. Nesta fase são previstas quatro manutenções em intervalos de três meses cada, onde as plantas que não foram adaptadas e morreram serão substituídas.

Neste período as mudas que por algum motivo morreram serão substituídas por outras maiores, e terão que ser plantadas no período de chuva para que não sofra o estresse hídrico conforme visto anteriormente.

Os tratos culturais compreendem, de maneira geral, o controle das formigas cortadeiras, a roçada manual e uma limpeza das ervas daninhas em volta da planta com o auxílio de uma enxada. Nas áreas onde não existir matéria orgânica e ainda se a muda estiver atrofiada, terá que ser feito ao redor dela uma escarificação com o bico da enxada e a colocação de cobertura morta.

#### 17.5.2 Segundo ano de manutenção

Compreende o segundo ano após a implantação, repete-se a mesma sequência de tratos culturais da primeira etapa praticamente, todavia agora num total de três manutenções e com intervalos de quatro meses entre uma e outra. Porém sempre analisando o desenvolvimento das plantas, do solo, nutrientes e umidade.



### 17.5.3 Terceiro ano de manutenção

No terceiro ano após a implantação, novamente se repete a sequência dos tratos culturais, mas dessa vez somente com duas manutenções e com seis meses entre uma e outra.

A partir do terceiro ano de plantio, a necessidade de adoção de práticas de manutenção diminui gradativamente à medida que o plantio adquire uma estrutura de floresta, ou seja, atingindo o real objetivo do plano. Após alguns anos de implantação (três anos), a cobertura formada pelas plantas arbóreas fornece um nível de sombreamento do solo que praticamente inibe a infestação por espécies invasoras, e o sistema radicular das plantas também se torna profundo o suficiente para garantir a sua sobrevivência, mesmo nos períodos de estiagem prolongada como de costume na região de projeto.

### 17.6 Cronograma físico

Descreve o período e o tempo que será efetuado o Projeto Paisagístico propostos neste, como foi dito nos tópicos anteriores, o tempo de 3 anos é suficiente para uma análise quanto à nova floresta formada, identificando bem as espécies que agregaram e que já estão se proliferando, e aquelas que ainda requerem um cuidado maior ou um trato a mais serão tratadas nas ultimas avaliações do ano.

O cronograma financeiro para a implantação do Projeto Paisagístico está no quadro a seguir, mostrando valores aproximados das atividades a serem realizadas.

Quadro 17.3 – Cronograma financeiro para implantação do PP.

ETAPAS	1º ANO		2ª ANO		3ª ANO	
	1º sem.	2º sem.	1º sem.	2º sem.	1º sem.	2º sem.
Seleção de Espécies Vegetais						
Obtenção de mudas						
Preparo do Solo						
Plantio/Replanteio						
Manutenção						

### 17.7 Planilha de custo do projeto paisagístico.

O quadro 17.4 apresenta a planilha de custo para o empreendimento.

Quadro 17.4 – Custo de implantação do projeto paisagístico da CR.

PROJETO PAISAGÍSTICO E CINTURÃO VERDE DA CENTRAL DE RESÍDUOS					
MUNICÍPIO			XIQUE-XIQUE		
PERÍMETRO DO ENCERRAMENTO DA CR (m)			1.526		
ÁREA PAISAGISMO DO ENCERRAMENTO DA CR (m²)			305		
ÁREA DO PAISAGÍSTICO (ha)			0,03		
SERVIÇOS	UNIDADE	RENDIMENTO hH/ha	CUSTO (R\$)		
			UNIT.	SERV/ÁREA	TOTAL
Roçagem manual	hH	32	5,08	0,98	R\$ 4,96
Combate formiga	hH	6	5,08	0,18	R\$ 0,93
Coveamento	hH	40	5,08	1,22	R\$ 6,20
Adubação	hH	20	5,08	0,61	R\$ 3,10
Plantio	hH	40	5,08	1,22	R\$ 6,20
Replanteio	hH	10	5,08	0,31	R\$ 1,55
Supervisão Eng. Florestal/ Agrônomo.	hH	8	40,00	0,24	R\$ 9,77
SUB-TOTAL SERVIÇOS					R\$ 32,71
INSUMOS	UNIDADE	QUANT/HA.	CUSTO (R\$)		



Quadro 17.4 – Custo de implantação do projeto paisagístico da CR.

PROJETO PAISAGÍSTICO E CINTURÃO VERDE DA CENTRAL DE RESÍDUOS					
MUNICÍPIO			XIQUE-XIQUE		
			UNIT.	QUANT/ÁREA	TOTAL
Adubo (NPK)	saco 50 kg	4	78,00	0,1	R\$ 9,52
Superfosfato Simples	saco 50 kg	10	63,00	0,3	R\$ 19,23
Adubação de Cobertura (NPK)	saco 50 kg	5	78,00	0,2	R\$ 11,90
Calcário	saco 25 kg	16	7,00	0,5	R\$ 3,42
Isca formicida	kg	6	8,00	0,2	R\$ 1,46
Cupinicida	kg	6	8,00	0,2	R\$ 1,46
Mudas cerca-viva - 5 mudas/m, 400 m/ha	unidade	2000	0,30	7.630	R\$ 2.289,00
Sistema irrigação aspersão	ha	1	2.500,00	0,03	R\$ 76,30
SUB-TOTAL INSUMOS					R\$ 2.412,30
MATERIAIS	UNIDADE	QUANT/HA.	CUSTO (R\$)		
			UNIT.	QUANT/ÁREA	TOTAL
Enxada	peça	6	15,00	6,0	R\$ 90,00
Cavadeira americana	peça	6	25,00	6,0	R\$ 150,00
Foice com cabo	peça	6	15,00	6,0	R\$ 90,00
Carrinho-de-mão	peça	2	75,00	2,0	R\$ 150,00
SUB-TOTAL MATERIAIS					R\$ 480,00
SUB-TOTAL GERAL					R\$ 2.925,01
BDI 25%					R\$ 731,25
TOTAL GERAL					R\$ 3.656,27
hH = Hora Homem					

## 18 PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO

O plano de encerramento da CR projetada deverá ser desenvolvido após o término de sua vida útil.

### 18.1 Encerramento das atividades

A ações que permitirão o encerramento da Central de Resíduos, sem provocar danos ao meio ambiente, devem ser desenvolvidas de acordo com os seguintes procedimentos:

- paralisar o recebimento de resíduos: consiste na interrupção do recebimento de resíduos no sistema, paralisando as atividades de aterramento de lixo;
- proceder a cobertura final do lixo em toda a área: consiste no término da cobertura final da área, permitindo o selamento de todo o lixo aterrado;
- monitorar as condições ambientais da área: consiste na manutenção de um programa de monitoramento dos recursos naturais, que permita verificar a evolução das condições ambientais na área;
- implantar o projeto de paisagismo da área: consiste na implantação de projeto paisagístico da área, visando o uso futuro;
- Sistema de segurança, a garantia de controle da segurança na Central de Resíduos deverá ser mantida e adequadamente dimensionada, de maneira a resguardar a gleba do empreendimento, o patrimônio e a infra-estrutura ali instalados;
- Todas as estruturas instaladas: deverão contar com serviços de manutenção de suas edificações, equipamentos e infra - estrutura, visando garantir a sua funcionalidade durante o período de manutenção da CR;
- Retirada de equipamentos: nessa etapa de encerramento, cessadas as ações de disposição final de resíduos, parte dos equipamentos mobilizados poderão ser retirados, entretanto, devendo-se manter no local todos aqueles fundamentais para a execução dos serviços de manutenção de acessos, drenagens, replantio, etc;

- Desmobilização da mão de obra: encerrada a operação de recebimento e disposição final de resíduos, parte da mão de obra poderá ser desmobilizada, mantendo-se as equipes necessárias para os serviços continuados de manutenção.

Todos os sistemas de controle ambiental do entorno deverá atender plenamente aos períodos definidos pelo órgão de controle ambiental, a legislação vigente e as especificidades dos itens monitorados em relação ao comportamento e composição ao longo do tempo (vazões e composição de efluentes gasosos e líquidos, consolidação geotécnica do maciço, dentre outros).

## 19 USO FUTURO DA ÁREA

Os principais usos futuros para o pós-fechamento de aterros sanitários são (Reichert, 2007):

- Agricultura;
- Florestamento;
- Paisagismo;
- Recreação (parques, praças, complexo esportivo, trilhas, etc).

Entretanto, apesar dos vários usos possíveis para o reaproveitamento da área, muitas são as restrições à ocupação. De uma forma geral, os usos mais comumente empregado é o emprego de espaços abertos para recreação e paisagismo. Porém, por se tratar de uma área localizada afastada da área urbana do município, e que não sofrerá nenhuma pressão imobiliária a longo prazo, não será contemplado nenhum uso para a mesma, a não ser o próprio tratamento paisagístico após o seu completo encerramento. Portanto, a área permanecerá isolada e com acesso restrito para animais e pessoas.

## 20 CUSTO DO PROJETO

Todo o custo envolvido para a implantação e operação da unidade estão apresentados no ANEXO 4 da seguinte forma:

Anexo 4-A – Custo de implantação da unidade;

Anexo 4-B – Cronograma físico-financeiro;

Anexo 4-C – Custo operacional;

Anexo 4-D – Cronograma de desembolso.

Anexo 4-E – Custo de encerramento.

## 21 EQUIPE TÉCNICA

Quadro 21.1 - Equipe Técnica – Resíduos Sólidos Bahia.

NOME	ATRIBUIÇÃO
<b>Paulo Tarcísio Cassa Louzada</b> Engº Agrônomo; CREA/MG 34.536/D – Visto BA/PE 5.175; CTF 254.079, Coordenador Geral	Coordenação Geral do Contrato
<b>Ricardo de Oliveira Filho</b> Eng.º Ambiental; CREA/MG 107408/D; CTF 4.012.769 – Equipe Técnica -	Projeto Básico e Executivo; Projetista
<b>André Oliveira Soares Pessanha</b> Engenheiro Civil; CREA/MG 107.453/D – CTF 4.990.912 – Equipe Técnica	Projeto Básico e Executivo
<b>Cícero Antonio Antunes Catapreta</b> Engenheiro Civil, DSc; CREA 61925/D – Consultor	Projeto Básico e Executivo
<b>Daniel Mafra Braga</b> Engenheiro Sanitarista e Ambiental; CREA/MG 97.009/D – CTF 4.990.866 - Equipe Técnica	Projeto Básico e Executivo
<b>Marconi Vieira da Silva</b> Engº Ambiental e Sanitarista; CREA/MG 88.709/D – Visto BA 26.588; CTF 4.472.968 – Responsável Técnico	Projeto Básico e Executivo
<b>Roanderson Beltrame Vital</b> Engenheiro Sanitarista; CREA/MG 106263 – CTF 1939392 – Equipe Técnica	Projeto Básico e Executivo
<b>Claudio Silva Abdala</b> Engenheiro Agrônomo; CREA/BA 42.954 D – CTF 5204647 – Equipe Técnica	Projeto Básico e Executivo
<b>José Mauro Filardi</b> Engenheiro Sanitarista; CREA/BA 17895 – Consultor	Projeto Básico e Executivo
<b>Marcelo Almeida Gonçalves</b> Engenheiro de Computação e Eletricista – CREA-ES 016778/D – Consultor	Projeto Básico e Executivo
<b>Augusto Luciani Carvalho Braga</b> Biólogo; CRBio 44.253/04-D; CTF 2.487.497 – Equipe Técnica	Estudos Ambientais – Avaliação de Impacto Ambiental; Planos e Programas
<b>Rovena Serralha Teodoro</b> Engenheira Ambiental; CREA/DF 15.309/D; CTF 2.687.610 – Equipe Técnica	Estudos Ambientais – Avaliação de Impacto Ambiental; Planos e Programas
<b>Antonio Ricardo Cassa Louzada</b> Administrador de Empresas; CRA/BA 9.749; CTF 569.710; Coordenador Setorial	Estudos Ambientais – Licenciamento Ambiental
<b>Aldevando Carvalho Paz</b> Pedagogo; CTF 288.183; Coordenador Setorial	Estudos Ambientais – Planos e Programas Ambientais; Licenciamento Ambiental
<b>Felipe Ferreira Pereira</b> Engenheiro Florestal; CREA/ES 14.001/D – Visto BA 23.216; CTF 3.684.716 – Equipe Técnica	Estudos Ambientais - Planos e Programas Ambientais; Licenciamento Ambiental
<b>Hybsen Silva Pinheiro</b> Engenheiro Agrônomo; CREA/BA 52.626/D; CTF 2.933.317 – Equipe Técnica	Estudos Ambientais - Planos e Programas Ambientais; Licenciamento Ambiental
<b>Daiane Cristina Maltez dos Santos</b> Engenheira Agrônoma; CREA/BA 42.544/D; CTF 2.988.538 – Equipe Técnica	Estudos Ambientais - Planos e Programas Ambientais; Licenciamento Ambiental
<b>Francisco Lucas Virginio Frazão</b> Tecnólogo em Meio Ambiente; CRQ/PI 18.200.105 – CTF 4.227.279 – Equipe Técnica	Estudos Ambientais - Licenciamento Ambiental
<b>Pedro Alves Duarte</b> Engenheiro Ambiental; CREA/DF 16411/D – CTF 4.196.436 – Consultor	Projeto Básico e Executivo;
<b>Caroline de Moraes Pinheiro</b> Engenheira Florestal CREA-BA 53.405-D	Estudos Ambientais - Planos e Programas Ambientais; Licenciamento Ambiental
<b>Luciano de Almeida Alves</b> Engenheiro Químico – CREA – SP -5060878330 – Consultor	Projeto Básico e Executivo
<b>Thyago Anthony Soares Lima</b> Geógrafo; CREA – AL 2336TPAL – CTF – 5.362.776 - Equipe Técnica	Projeto Básico e Executivo - Geoprocessamento
<b>Fernanda Silva de Araújo</b> Geóloga; CREA – 2011121358 – RJ – Equipe Técnica	Projeto Básico e Executivo - Geotecnia

Quadro 21.1 - Equipe Técnica – Resíduos Sólidos Bahia.

NOME	ATRIBUIÇÃO
<b>Téodulo Bastos Figueirêdo</b> Desenhista	Projeto Básico e Executivo - Desenhos e Plantas
<b>Roberto Tavares Santiago</b> Desenhista	Projeto Básico e Executivo - Desenhos e Plantas
<b>Carlos Antonio Alves Pereira Junior</b> Tecnólogo em Sistema de Informação - CTF - 5.233.612 - Equipe Técnica	Geoprocessamento; Controle de Qualidade, Diagramação, Formatação e edição
<b>Adenilda Soares Queiroz</b> Tecnólogo em Gestão Ambiental - CTF 5.232.467 Equipe Técnica	Controle de Qualidade; Diagramação, Formatação e edição
<b>Marilene Pinheiro Cerqueira</b> Tecnólogo em Gestão Ambiental - CTF 5.232.544 Equipe Técnica	Controle de Qualidade; Diagramação, Formatação e edição
<b>Janice Souza Prates</b> Tecnólogo em Marketing - CTF - 5.232.850 - Equipe Técnica	Controle de Qualidade; Diagramação, Formatação e edição

Paulo Tarcísio Cassa Louzada  
Coordenador Geral

Marconi Vieira da Silva  
Responsável Técnico pelo Projeto

## RELAÇÃO DE ANEXOS

*Anexo 1 – Dimensionamento da unidade*

Anexo 1-A – Dimensionamento das células de resíduos

Anexo 1-B – Dimensionamento das células de RSS

Anexo 1-C – Dimensionamento dos sistemas de drenagem

Anexo 1-D – Dimensionamento das lagoas anaeróbia e facultativa

Anexo 1-E – Dimensionamento do tanque de acumulação

*Anexo 2 – Projetos da unidade*

*Anexo 3 – Projeto Executivo da Unidade*

*Anexo 4 – Orçamento da unidade*

Anexo 4-A a 4 D – Custo de implantação da unidade, cronograma físico-financeiro, custo operacional, cronograma de desembolso;

Anexo 4-E – Custo de encerramento;

Anexo 4-F – Memorial descritivo de orçamento.