

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 de Remediação do Lixão**

**CANARANA**

**MARÇO/2012**

## SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO .....	5
2	INFORMAÇÕES GERAIS DO EMPREENDIMENTO .....	5
2.1	Razão Social .....	5
2.2	Endereço .....	5
2.3	Área do empreendimento .....	5
2.4	Desapropriações .....	5
2.4.1	Nome da propriedade, com área correspondente a desapropriar .....	6
2.4.2	Croquis e planta da área em escala conveniente .....	6
2.4.3	Nome do proprietário e seu endereço .....	6
2.4.4	Valor das terras e das benfeitorias .....	6
2.4.5	Coordenadas geográficas ou UTM .....	6
2.4.6	Memorial descritivo da área .....	6
2.5	Início Previsto para Implantação .....	6
2.6	Investimento Total .....	6
2.7	Responsabilidade Técnica .....	6
3	MEMORIAL DESCRITIVO .....	6
3.1	Caracterização do lixão existente .....	6
3.2	Justificativa técnica do projeto de remediação .....	7
3.2.1	Comparação e seleção de áreas para remediação do lixão .....	7
3.2.2	Justificativa da alternativa tecnológica escolhida para a atividade de remediação do lixão .....	7
3.3	Elementos do projeto .....	8
3.3.1	Dimensionamento do maciço de resíduos .....	8
3.3.2	Drenos de chorume .....	9
3.3.3	Tanque de acumulação .....	9
3.3.4	Drenos de gases .....	13
3.3.5	Drenagem pluvial .....	13
3.3.6	Infraestrutura .....	14
3.4	Projeto paisagístico .....	14
3.4.1	Objetivo .....	15
3.4.2	Metodologia .....	15
3.4.3	Medidas operacionais de execução .....	16
3.4.4	Colocação de cobertura morta .....	19
3.4.5	Espécies recomendadas para a implantação do cinturão verde .....	19
3.4.6	Manutenção da área .....	20
3.4.7	Cronograma físico .....	21
3.4.8	Planilha de custo do projeto paisagístico - Cinturão verde .....	22
3.5	Critérios construtivos e operacionais .....	22
3.5.1	Maciço de resíduos .....	22
3.5.2	Drenos de chorume .....	23
3.5.3	Tanque de acumulação .....	23
3.5.4	Drenos de gases .....	23
3.5.5	Drenagem pluvial .....	24
3.5.6	Cobertura do maciço .....	24
4	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....	24
4.1	Considerações gerais .....	24
4.2	Objetivo .....	24
4.3	Apresentação .....	25
4.4	Controles geológicos e geotécnicos .....	25
4.5	Controles topográficos .....	25

4.6	Equipamentos.....	25
4.7	Segurança.....	26
4.8	Segurança do trabalho nas atividades de construção civil .....	26
4.9	Regulamento interno .....	26
4.10	Manutenção .....	26
4.11	Retirada das instalações.....	26
4.12	Serviços preliminares .....	27
4.12.1	Limpeza do terreno e escritório de madeira.....	27
4.12.2	Conformação do maciço de resíduos .....	27
4.12.3	Terraplenagem .....	28
4.13	Acessos .....	29
4.14	Corte no terreno .....	30
4.15	Instalação da geomembrana.....	30
4.15.1	Preparação da Superfície.....	30
4.15.2	Ancoragem.....	31
4.15.3	Instalação.....	31
4.15.4	Emendas.....	31
4.15.5	Controle de Qualidade da Instalação .....	33
4.15.6	Verificação da Qualidade Assegurada da Instalação .....	34
4.16	Drenagem de Águas Pluviais.....	34
4.17	Drenos de chorume .....	35
4.18	Drenos de gás.....	35
4.19	Cerca .....	35
4.20	Poços de monitoramento .....	36
4.21	Critérios de levantamento, medição e pagamento. ....	38
4.21.1	Desmatamento e limpeza do terreno.....	38
4.21.2	Conformação dos resíduos .....	39
4.21.3	Escavação e carga mecanizada .....	39
4.21.4	Carga de material de qualquer categoria em caminhões.....	40
4.21.5	Transporte de material de qualquer categoria em caminhões inclusive descarga .....	40
4.21.6	Aterro Compactado .....	41
4.21.7	Reaterro de valas .....	41
4.21.8	Escavação de valas .....	42
4.21.9	Transporte de material de qualquer natureza em carrinho de mão - carga natural - transporte de material de qualquer natureza em caçamba estacionária. ....	42
4.21.10	Edificações .....	42
4.21.11	Cercamento.....	42
5	MONITORAMENTO AMBIENTAL .....	43
5.1	Apresentação.....	43
5.2	Monitoramento de águas subterrâneas e superficiais .....	44
5.3	Monitoramento de chorume .....	45
5.3.1	Critérios de coleta.....	46
5.3.2	Parâmetros e frequências de coleta .....	46
5.3.3	Estimativa de custos .....	47
5.4	Programa de monitoramento de emissões gasosas.....	48
5.5	Programa de monitoramento dos níveis de ruídos .....	48
6	MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA UNIDADE .....	49
6.1	Descrição sucinta da concepção do sistema .....	49
6.2	Fluxograma dos processos e descrição das unidades operacionais .....	49
6.3	Instruções detalhadas para as partidas iniciais das unidades referentes a processos de tratamento. ....	49

6.4	Diagrama de decisão e de procedimentos dos processos operacionais nas situações normais e emergenciais .....	49
6.5	Manutenção preditiva e preventiva das unidades .....	49
6.6	Cuidados necessários para manutenção da segurança e higiene do trabalho .....	50
6.7	Procedimentos e parâmetros das análises laboratoriais .....	50
6.8	Procedimentos básicos no caso de acidentes com veículos, incêndio, vazamentos de líquidos lixiviados, ruptura de taludes, descarga de resíduos perigosos, entre outros. ....	50
6.9	Listagem dos órgãos públicos, com endereço e número de telefone, para serem acionados no caso de acidentes na unidade.....	50
7	PROGNÓSTICO AMBIENTAL .....	50
8	USO FUTURO DA ÁREA .....	51
9	CUSTO DO PROJETO .....	51
10	EQUIPE TÉCNICA .....	52
	RELAÇÃO DE ANEXOS .....	54

## 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 Remediação do Lixão do município de Canarana, referente à ETAPA 6 do referido contrato.

Este relatório contempla todas as determinações citadas no Termo de Referência da CODEVASF para esta etapa. Portanto, este complementa e detalha as informações apresentadas no projeto básico do empreendimento, como também apresenta os seguintes elementos e projetos:

- Memorial descritivo do empreendimento;
- Especificações técnicas;
- Orçamento detalhado e cronograma físico-financeiro;
- Projetos (implantação, drenagem pluvial, detalhes de cercas e portões e sinalização).

Deve ser ressaltado que todas as informações referentes à caracterização física, socioeconômica, demográfica e de gerenciamento dos serviços de limpeza pública do município foram devidamente apresentadas na ETAPA 1 dos trabalhos.

Da mesma forma, também já foram apresentados os estudos referentes ao crescimento populacional, geração de resíduos e discussão da alternativa tecnológica para o empreendimento.

Portanto, neste relatório é apresentado apenas as informações inerentes à ETAPA 6 – Projeto Executivo, o que complementa os relatórios e projetos das etapas anteriores. Informações estas que culminam no perfeito entendimento construtivo do empreendimento.

## 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 do empreendimento

A área total do projeto previsto é de 21.061,22 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: 199.726,00; Y: 8.702.776,00.

#### *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 Início Previsto para Implantação*

O início previsto para a execução do projeto está condicionado a licitação das obras do mesmo, sendo previsto o início dos trabalhos em julho de 2011.

#### *2.6 Investimento Total*

Os Projetos Básicos e Executivos da Remediação do Lixão do município de Canarana estão concluídos, sendo o valor total para a execução das obras de R\$ 232.713,27.

#### *2.7 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 Nº da ART MG88709-000012, do Engenheiro Ambiental e Sanitarista Marconi Vieira da Silva, CREA/MG 88709, Visto BA 26.588.

### **3 MEMORIAL DESCRITIVO**

#### *3.1 Caracterização do lixão existente*

O “lixão” de Canarana fica a uma distância de 7 km da Prefeitura Municipal (ponto de referência) e a 2 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 não possui nenhuma licença ambiental e não está localizada em Área de Preservação Permanente. Não há nenhum tipo de monitoramento ambiental, não há drenagem de gases, sistema de impermeabilização e nem drenagem de água pluvial, portanto não há sistema de tratamento de efluentes líquidos. Não é feito o recobrimento do lixo. Há indícios de queima a céu aberto. A declividade do terreno é baixa, não superior a 15%.

Não foi verificada a deposição de Resíduos de Saúde expostos. Há deposição de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e há indícios de lançamento de resíduos de abate (ossos, vísceras, cascos, etc.). Não há presença de resíduos não-urbanos, como embalagens de produtos químicos e resíduos industriais, por exemplo.

Não há instalações administrativas, portanto não havendo vigilância nem controle de acesso a área. Há indícios de catadores na área que fazem a separação de materiais recicláveis.

Na área não há evidências de lençol freático superficial e também não há corpos d'água no local.

A principal via de acesso a área é a BA 432, estrada essa que possui pavimentação asfáltica em boas condições. Essa estrada dá acesso direto ao "lixão".

A área em questão possui pastagem degradada e não existe nenhuma vegetação arbórea ou arbustiva. Das áreas ao redor, a única que possui vegetação densa e com boa diversidade de espécies fica localizada atrás do lixão.

Na própria área existem manchas de solo argiloso que podem servir de jazida para o fornecimento de material para cobertura das células, além do mais, a prefeitura também dispõe de jazidas que poderão fornecer material.

A predominância dos ventos é sentido nordeste, que não segue em direção ao núcleo urbano da cidade.



Figura 3.1 e 3.2 – Visão geral do lixão de Canarana.

### *3.2 Justificativa técnica do projeto de remediação*

#### *3.2.1 Comparação e seleção de áreas para remediação do lixão*

No município de Canarana existe apenas um lixão, o qual será fruto das ações de remediação.

#### *3.2.2 Justificativa da alternativa tecnológica escolhida para a atividade de remediação do lixão*

Não haverá discussão metodológica (descrição e seleção de alternativas) sobre a melhor concepção para a remediação do lixão. Será apenas apresentado a metodologia recomendada pela CODEVASF para esse empreendimento. A remediação a ser realizada será aquela definida no Termo de Referência como sem uso, pois a execução do projeto somente

Essa ação visa principalmente o encerramento da disposição irregular dos resíduos sólidos urbanos, que é uma prática que implica em degradação e contaminação ambiental da área que os recebe.

A remediação promoverá a minimização dos riscos de incêndio, da poluição no solo, águas e atmosfera, oriunda da decomposição e lixiviação dos componentes dos resíduos



ali dispostos. Portanto, a importância desse projeto é justificada pelo ganho ambiental tanto da referida área como do município.

A remediação proposta consiste no rearranjo dos resíduos espalhados em um único ponto na área do lixão, formando-se um único maciço de lixo dotado de drenos de chorume e drenos de gases. Feito isso, a área anteriormente coberta por lixo, juntamente com o maciço, receberá tratamento paisagístico.

### 3.3 Elementos do projeto

#### 3.3.1 Dimensionamento do maciço de resíduos

A remediação do lixão será realizada através da conformação dos resíduos dispostos na área em um único maciço, o que reduzirá significativamente a área coberta pelo lixo.

O dimensionamento do maciço foi calculado obtendo-se o volume de todo o resíduo presente no local (cálculo de volumetria). Esse cálculo foi obtido através do levantamento topográfico e pelos serviços de tradagem manual, pelos quais obteve-se as manchas de resíduos presentes na área e as respectivas alturas médias.

A definição do local de implantação do maciço foi obtida através da metodologia do balanço de massa. Através desta, juntamente com as informações obtida nos levantamentos de campo, foi possível identificar o ponto de maior concentração (adensamento) de resíduos na área. Assim, este local é definido como o centro de massa do maciço a ser conformado. Portanto, os resíduos espalhados na área devem ser trazidos para este ponto, fazendo com que o trabalho de arraste de lixo seja menor.

O maciço será formado com o auxílio de um trator de esteira para a compactação dos resíduos e para a conformação dos taludes na inclinação definida em projeto.

O quadro 3.1 apresenta o número de manchas de resíduos dispostos na área do lixão, com suas respectivas áreas e altura média, através as quais obteve-se o volume em m<sup>3</sup>.

Quadro 3.1 – Disposição dos resíduos no lixão de Canarana .

Manchas existentes	Área (m2)	Altura média (m)	Volume (m3)
Lixo 01	10.053,92	2,20	22.118,62
VOLUME TOTAL DE RESÍDUOS			22.118,62

Deve ser ressaltado que as dimensões da(s) mancha(s) de resíduos existente(s) mudam diariamente. Essa mudança se deve a fatores como lançamento diário de resíduos podendo criar novas manchas; decomposição da matéria orgânica; ações de catadores, queima espontânea ou intencional dos resíduos, o que reduz significativamente o volume; e alterações topográficas da área provocadas por equipamentos como tratores, dentre outros. Portanto, as informações apresentadas referem-se àquela situação encontrada no dia levantamento em campo, podendo ser essas diferentes quando da execução do projeto.

O formato do maciço de lixo será semelhante ao tronco de pirâmide. As dimensões do maciço, com informações da área ocupada, inclinação e volume total, é apresentado no quadro 3.2. Determinou-se que a compactação da massa de resíduos, depois de confinada, promoverá uma redução de 25% do volume total dos resíduos inicialmente dispostos na área. A inclinação dos taludes de resíduos adotado no maciço é de 1V:3H.



Quadro 3.2 – Dimensões do maciço.

MACIÇO	MEDIDAS		UNIDADE
Dimensões do maciço	LADO 01 (m)	83,00	m
	LADO 02 (m)	70,00	m
	Área (m²):	5.810,00	m²
	LADO 03 (m)	59,00	m
	LADO 04 (m)	46,00	m
	Área (m²):	2.714,00	m²
	ALTURA:	4,00	m
Volume pós conformação:	16.659,92		m³

O maciço será formado por sobre o terreno natural e não haverá nenhuma impermeabilização da base. A sua cobertura será constituída de 70 cm de solo impermeável compactado, seguido por uma camada de 20 cm de solo vegetal local para plantação de gramíneas.

O volume do material de cobertura refere-se à área do maciço conformado, multiplicado pela altura da cobertura, totalizando um volume estimado de 5.229 m³.

### 3.3.2 Drenos de chorume

Para a coleta e drenagem dos líquidos gerados no interior do maciço, serão construídos dois sistemas interligados de drenos, um radial e um anelar. O sistema radial, como define o próprio nome, será constituído de drenos que sairá do centro do maciço em direção às bordas, conectando-se ao dreno anelar. O sistema anelar é constituído de um único dreno que contornará todo o maciço e conduzirá grande parte do chorume proveniente dos resíduos e daqueles coletados até uma caixa de passagem e, por fim, a um tanque de acumulação.

Ambos conjuntos de drenos serão constituídos apenas de brita nº 4 e possuirão seção quadrada, sendo os internos (radial) de 0,60 X 0,60 metros e o anelar de 1,00 X 1,00 metro.

Uma vez no dreno anelar, o líquido percolado será encaminhado para uma caixa de passagem, que serve também como caixa de inspeção. Esta será construída em alvenaria nas laterais e ao fundo em cimento de 5 cm de espessura. Dessa caixa, o chorume será conduzido em tubo de PVC de 75 mm até uma segunda caixa de passagem e, por fim, ao tanque de acumulação.

As dimensões definidas acima para os drenos previstos foram definidos pela CODEVASF.

### 3.3.3 Tanque de acumulação

O tanque ou bacia de acumulação tem como finalidade reter o líquido percolado do maciço de resíduos por um período de detenção determinado.

Esse tanque será escavado no terreno e terá base impermeabilizada com 40 cm de argila compactada seguida de manta PEAD de 2 mm.

Após o seu enchimento, o líquido acumulado deverá ser coletado por um caminhão tipo limpa-fossa e encaminhado para tratamento na estação de tratamento de efluentes do aterro sanitário ou da ETE do município, se existente.

Essa operação deverá se repetir enquanto houver a geração de chorume no maciço, que reduzirá significativamente com o passar dos meses.

#### 3.3.3.1 Dimensionamento do tanque de acumulação

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 do tanque de acumulação, considera-se o chorume que é gerado na decomposição da matéria orgânica e pelo lixiviado, decorrente da percolação de líquidos no interior do maciço de resíduos. Estes valores foram utilizados para o dimensionamento do tanque de acumulação.

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 maciço) e a umidade (intrínseca e aderida) dos resíduos conformados na maciço.

Existem outros fatores que alteram a quantidade e a qualidade do chorume, tais como: a idade do resíduos disposto na área, a temperatura, a permeabilidade do maciço de lixo (função da maior ou menor eficiência da operação de compactação e recobrimento), bem como a degradabilidade dos resíduos pela via anaeróbia. 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 do maciço. 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.

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.

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

### 3.3.3.2 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:

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

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

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

Onde:

EP = Evapotranspiração potencial (mm/mês);

F<sub>c</sub> = Fator de correção (quadro 3.3) 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 3.3 - 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' = α × C; onde α representa um coeficiente que depende do tipo da estação e C representa um coeficiente que depende de tipo de solo (quadro 4.3).

C' são valores de coeficientes de escoamento superficial determinado em conforme quadro 3.4:

Quadro 3.4 - Valores dos Coeficientes C e α.

TIPO DE SOLO	DECLIVIDADE (%)	COEFICIENTE A	
		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:

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

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

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

$$I = P - E_s$$

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:

$$\{\Sigma \text{NEG} (I - EP)\}$$

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:

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

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 ( $m^3$ );

$t_d$  = 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, ( $Q_d$ ).

A memória de cálculo para o dimensionamento do tanque de acumulação projetado é apresentado no ANEXO 2 deste relatório.

#### 3.3.4 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:

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

Os drenos serão ligados aos drenos de chorume e terão seção circular com 60 cm de diâmetro e preenchidos com brita nº 4. 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 de gases e seus componentes é apresentado no projeto anexo.

#### 3.3.5 Drenagem pluvial

A drenagem pluvial da remediação do lixão será composta por drenos em seção meia cana de concreto de 300 mm. Esses encaminharão a água coletada para uma caixa de passagem e, posteriormente, para o enrocamento.

O enrocamento visa a redução da velocidade de escoamento, evitando-se a formação de ravinas e possível erosão dos solos. A bacia de contenção será construída por meio da escavação em terreno natural. A concepção desta não segue critérios de

dimensionamento e visam apenas o acúmulo da água pluvial formando um pequeno tanque. O intuito desta é apenas paisagístico.

Diante a simplicidade do empreendimento e do sistema de drenagem pluvial projetado, foi acordado com a CODEVASF que o dimensionamento deste ( memória de cálculo) não seria necessário. Os detalhes dos drenos de água pluvial e enrocamento são apresentados na prancha nº 04 do projeto anexo a este relatório.

### *3.3.6 Infraestrutura*

Para a remediação do lixão está previsto o cercamento da área para impedir o acesso de pessoas e animais. Para isso, será construída uma cerca de mourão de concreto de 4 fios de arame farpado.

O acesso a área pós cercamento se dará por um portão de tela rígida com estrutura de aço composto por 2 folhas de abertura.

Por fim, haverá uma placa de identificação do empreendimento em aço galvanizado de 2 m<sup>2</sup>.

### *3.4 Projeto paisagístico*

O projeto paisagístico da remediação do lixão envolve o tratamento da área via plantação de espécies nativas, formação de cerca viva e plantação de gramíneas por sobre o maciço de resíduos. A cerca viva acompanhará a linha da cerca a ser instalada e, juntamente com esta, promoverá o impedimento de pessoas e animais à área e também servirá como barreira visual da área.

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 nos municípios.

Neste contexto, o Projeto Paisagístico pode contribuir na mitigação dos efeitos locais ocasionados pelos projetos, tendo em vista o impacto visual negativo causado pelo empreendimento.

O tratamento paisagístico é aqui abordado não por um enfoque cosmético ou puramente estético, mas é considerado por diferentes aspectos, incluindo o funcional e estrutural, e principalmente reconhecido sua importância para uma melhor integração ambiental dos empreendimentos na paisagem no qual está inserido.

Para este fim, o programa paisagístico para a implantação nos empreendimentos enfoca, prioritariamente, a implantação de uma cortina vegetal ou cinturão verde no seu entorno, envolvendo ao menos o estrato arbustivo.

Cabe ressaltar ainda que este projeto deverá ser materializado concomitantemente à implantação do empreendimento, para que na fase de implantação ou operação a vegetação esteja em início de desenvolvimento, de modo a se integrar ao contexto paisagístico local.

O Projeto Paisagístico, objeto deste documento, integra o conjunto de ações que contemplam o atendimento das demandas das Obras e Atividades de Infraestrutura do Sistema Integrado de Resíduos Sólidos dos municípios da Unidade de Gestão Regional 5 – UGR 5. Nesse sentido, a CODEVASF direciona seus esforços para implementação deste projeto com intuito de minimizar e mitigar os impactos ambientais advindos dos projetos de implantação dos empreendimentos.



### 3.4.1 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.

### 3.4.2 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.

#### 3.4.2.1 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 3.3).

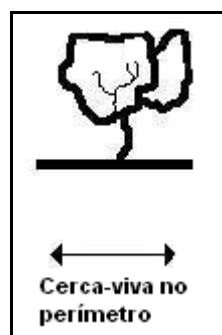


Figura 3.3. Esquema básico do plantio de cinturão verde (sem escala)

Fonte: FLORAM

#### 3.4.2.2 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.

#### 3.4.3 Medidas operacionais de execução

As medidas de execução descritas neste programa ocorrerão conforme o cronograma pré-estabelecido. A seguir apresentam-se passo a passo as metodologias de execução propostas para área do entorno do empreendimento a ser implantada.

##### 3.4.3.1 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.

### 3.4.3.2 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”.

### 3.4.3.3 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 caminhar 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 3.4).

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)

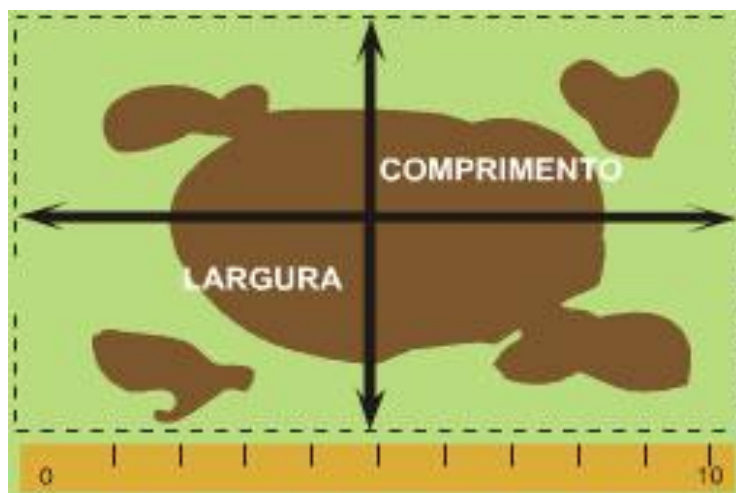


Figura 3.4 – Estimativa de cálculo do tamanho do formigueiro em metros quadrados.

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 granulada.
- 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.

### 3.4.3.4 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.

### 3.4.3.5 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 3.5 a seguir:

Quadro 3.5 - 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.

### 3.4.3.6 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.

#### *3.4.4 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.

##### *3.4.4.1 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.

#### *3.4.5 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 3.5 e 3.6).



Figuras 3.5 e 3.6 - 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 a seguir (Quadro 3.6) 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 3.6 - Espécies recomendadas - Cerca-viva

LOCALIZAÇÃO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	ESPAÇAMENTO	OBSERVAÇÃO
CERCA-VIVA	Sansão do Campo	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> 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, latescente 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

### 3.4.6 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.



#### 3.4.6.1 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.

#### 3.4.6.2 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.

#### 3.4.6.3 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.

#### 3.4.7 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 3.7 a seguir, mostrando valores aproximados das atividades a serem realizadas.

Quadro 3.7 – Cronograma financeiro para implantação do PP.

ETAPAS	1º ANO		2º ANO		3º ANO	
	1º sem.	2º sem.	1º sem.	2º sem.	1º sem.	2º sem.
Seleção de Espécies Vegetais						
Obtenção de mudas						
Preparo do Solo						
Plantio/Replantio						
Manutenção						

### 3.4.8 Planilha de custo do projeto paisagístico - Cinturão verde

A seguir é apresentada a planilha de custo para o empreendimento previsto (Quadro 3.8).

Quadro 3.8 – Planilha de custo para implantação do Projeto Paisagístico para Remediação de Lixão do município de Canarana.

PROJETO PAISAGÍSTICO E CINTURÃO VERDE DO ENCERRAMENTO DO LIXÃO					
MUNICÍPIO			CANARANA		
PERÍMETRO DO ENCERRAMENTO DO LIXÃO (m)			700		
ÁREA PAISAGISMO DO ENCERRAMENTO DO LIXÃO (m²)			140		
ÁREA DO PAISAGÍSTICO (ha)			0,01		
SERVIÇOS	UNIDADE	RENDIMENTO hH/ha	CUSTO (R\$)		
			UNIT.	SERV/ÁREA	TOTAL
Roçagem manual	hH	32	5,08	0,45	R\$ 2,28
Combate formiga	hH	6	5,08	0,08	R\$ 0,43
Coveamento	hH	40	5,08	0,56	R\$ 2,85
Adubação	hH	20	5,08	0,28	R\$ 1,42
Plantio	hH	40	5,08	0,56	R\$ 2,85
Replanteio	hH	10	5,08	0,14	R\$ 0,71
Supervisão Eng. Florestal/ Agrônomo.	hH	8	40,00	0,11	R\$ 4,48
SUB-TOTAL SERVIÇOS					R\$ 15,01
INSUMOS	UNIDADE	QUANT/HA.	CUSTO (R\$)		
			UNIT.	QUANT/ÁREA	TOTAL
Adubo (NPK)	saco 50 kg	4	78,00	0,1	R\$ 4,37
Superfosfato Simples	saco 50 kg	10	63,00	0,1	R\$ 8,82
Adubação de Cobertura (NPK)	saco 50 kg	5	78,00	0,1	R\$ 5,46
Calcário	saco 25 kg	16	7,00	0,2	R\$ 1,57
Isca formicida	kg	6	8,00	0,1	R\$ 0,67
Cupinicida	kg	6	8,00	0,1	R\$ 0,67
Mudas cerca-viva - 5 mudas/m, 400 m/ha	unidade	2000	0,30	3.501	R\$ 1.050,38
Sistema irrigação aspersão	ha	1	2.500,00	0,01	R\$ 35,01
SUB-TOTAL INSUMOS					R\$ 1.106,96
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\$ 1.601,97
BDI 25%					R\$ 400,49
TOTAL GERAL					R\$ 2.002,46
hH = Hora Homem					

## 3.5 Critérios construtivos e operacionais

### 3.5.1 Maciço de resíduos

A formação do maciço se dará com a utilização de um trator de esteira que fará o arraste de todos os resíduos dispostos na área para local de maior adensamento deste. Feito isso, os resíduos deverão ser compactados até que o formato e inclinação dos taludes (1V:3H) sejam alcançados.



Os resíduos que permanecerem espalhados pela área deverão ser coletados manualmente e lançados no maciço. Uma vez alcançada a conformação desejada, os drenos deverão ser construídos.

### *3.5.2 Drenos de chorume*

Por determinação da CODEVASF, os drenos de chorume serão construídos somente após a finalização do maciço, com o auxílio de um trator retro-escavadeira.

#### *3.5.2.1 Dreno anelar*

O dreno anelar contorna todo o maciço de resíduos e será feito com o auxílio de um trator retro-escavadeira para a escavação dos resíduos até à exposição do solo. A concha de escavação terá largura de 1,00 metro, sendo dimensão do dreno de 1,00 X 1,00 metro. O dreno estará apoiado no chão e será composto por brita nº 4. Depois de construídos, serão cobertos pelos resíduos. Possuirá declividade de 2 % para a condução do líquido percolado até a caixa de passagem e inspeção.

#### *3.5.2.2 Drenos radiais*

Com o uso da concha com dimensão de 60 X 60 cm, o trator escavará por sobre a massa de resíduos até a profundidade desejada para a formação dos drenos radiais. As valas deverão ser abertas do centro do maciço em direção às bordas até o dreno anelar, obedecendo a uma declividade de 2 % para o escoamento do lixiviado.

Depois de abertos, os drenos serão preenchidos por brita nº 4 obedecendo a seção quadrada de 60 X 60 cm. Feito isso, serão novamente cobertos pela massa de resíduos.

#### *3.5.2.3 Caixas de passagem (CP)*

O projeto é contemplado com duas caixas de passagem. A primeira, que também servirá como caixa de inspeção - CPI, será feita em seção quadrada em alvenaria nas laterais e o fundo será de concreto com 5 cm de espessura. Desta caixa, o líquido será encaminhado para uma caixa de passagem através de uma tubulação de PVC com diâmetro 75 mm, que os conduzirão para o tanque de acumulação.

### *3.5.3 Tanque de acumulação*

O tanque de acumulação será escavado em solo em seção de tronco de pirâmide invertido. As laterais (corte) do tanque possuirão inclinação de 1V:1H com profundidade média de 2 metros.

A base do tanque será impermeabilizada por camada de argila compactada de 40 cm de espessura seguida de manta PEAD de 2 mm, o que garantirá o adequado confinamento do chorume.

### *3.5.4 Drenos de gases*

Assim como os drenos de chorume, os drenos de gases serão construídos somente após a finalização do maciço, com o auxílio de um trator retro-escavadeira.

Após a remoção dos resíduos, o dreno será construído apoiado ao solo com o auxílio de manilha (ou tambor metálico) com diâmetro de 60 cm e preenchido com brita nº 4. A manilha somente será usada para a conformação da seção circular do dreno. Feito isso, os resíduos removidos serão novamente compactados ao redor do dreno e a manilha será puxada para a formação das partes superiores.

A parte superior do dreno será composta por uma manilha de concreto para a manutenção da estrutura circular. Esta será tampada em estrutura de concreto na qual estará adaptado um queimador de gases em estrutura de aço.

### 3.5.5 Drenagem pluvial

A drenagem pluvial da remediação do lixão será composta por drenos em seção meia cana de concreto de 300 mm. Esses encaminharão a água coletada para uma caixa de passagem e, posteriormente, para o enrocamento.

A água coletada será direcionada para uma estrutura dissipadora de energia (enrocamento) e depois para uma bacia de captação.

O enrocamento terá suas paredes laterais construídas em alvenaria sendo o seu leito composto por pedra de mão. A bacia de captação visa o represamento da água coletada até um determinado volume. Depois de atingida sua capacidade de armazenamento, a água fluirá seguindo a declividade natural do terreno. Ressalta-se que a bacia de captação tem finalidade paisagística, não sendo necessário seu dimensionamento.

### 3.5.6 Cobertura do maciço

A cobertura do maciço de resíduos será composta por duas camadas de solo. A camada inferior possuirá 70 cm de espessura em solo de baixa permeabilidade compactado e será responsável pelo confinamento dos resíduos. A compactação será realizada com o auxílio do trator de esteiras.

O material de empréstimo para a cobertura será proveniente de jazida devidamente selecionada para esta finalidade, como apresentado na ETAPA 3 – Serviços de Campo. Este deverá ser retirado com o auxílio de trator tipo pá-carregadeira ou retro-escavadeira e transportado até a área do lixão via caminhão basculante.

A camada superior do maciço será constituída com terra do próprio local e terá 20 cm de espessura. Esta servirá de suporte para espécies rasteiras que serão plantadas para recomposição vegetal e paisagismo do maciço de resíduos. Esta não será compactada.

## 4 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 4.1 Considerações gerais

Estas especificações técnicas se referem à execução da remediação de lixão do município de Canarana, com área total de 21.061,22 m<sup>2</sup>. 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.

### 4.2 Objetivo

As presentes especificações têm por finalidade instituir normativas gerais de caráter técnico, as quais deverão ser cumpridas quando da Execução dos Serviços e Obras

adjudicados pela FLORAM ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE sobre o referido empreendimento.

#### 4.3 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.

#### 4.4 Controles geológicos e geotécnicos

Diante da simplicidade de execução do projeto proposto para a remediação do lixão, medidas de controle geológicos e geotécnicos não são aplicáveis neste caso. Entretanto, ressalta-se a necessidade de inspeções semanais (uma vez por semana) para a verificação da integridade física das estruturas e do maciço de resíduos. Caso seja verificado alguma irregularidade, como ruptura do maciço ou danos na cerca do local, o responsável pelo empreendimento deverá ser contatado para as medidas de correção adequadas.

#### 4.5 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.

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 dos drenos de gases, drenos de chorume, caixas de passagem e tanque de acumulação.

Quaisquer discrepâncias 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.

#### 4.6 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 de acerto do terreno para a conformação do maciço de resíduos, deverão ser realizados por equipamentos apropriados como trator motoniveladora (mínimo de 130 HP) ou retroescavadeira (mínimo de 90 HP). Em caso de necessidade de corte de terreno, estes mesmos equipamentos deverão ser utilizados. Será necessária a utilização de um trator de esteira para compactação dos resíduos e conformação final do maciço. Recomenda-se que o trator de esteira contenha uma potência mínima de 110 HP.

Quando for necessário fazer o transporte de terra a uma distancia superior a 500m é recomendado o uso de caminhão basculante.

A relação de equipamentos e quantidade necessária 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.

#### 4.7 Segurança

A contratada será responsável pela ordem e segurança no local, 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.

#### 4.8 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 n° 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 empreendimento submetendo-os à prévia aprovação da fiscalização.

#### 4.9 Regulamento interno

A contratada será responsável pela manutenção da obra, ordem no local, e empregará para este fim, pessoal adequado.

#### 4.10 Manutenção

Caberá a contratada a manutenção das construções, instalações, estradas, pátios e cercas do empreendimento 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 implantação e será responsável por todas as demandas resultantes de má administração dos trabalhos.

#### 4.11 Retirada das instalações

Após o término das obras e antes do pagamento final contratual, a contratada removerá 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 conformidade com o projeto.

#### 4.12 Serviços preliminares

##### 4.12.1 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 do lixão, e depois será encaminhado, se necessário ou pertinente, para as unidades de compostagem. A remoção ou estocagem dependerá de eventual utilização, a critério da fiscalização, não sendo permitida a permanência de entulhos nas adjacências do empreendimento. 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 espécies protegidas existente na área. Caso seja necessária a remoção das mesmas, a contratada só deverá fazê-lo com autorização, por escrito, da fiscalização. Os serviços de terraplenagem na área de instalação do empreendimento, 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 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 em terra batida ou chapas compensadas.

O local da obra deverá estar permanentemente limpo e organizado.

##### 4.12.2 Conformação do maciço de resíduos

A remediação do lixão será realizada através da conformação dos resíduos dispostos na área em um único maciço, o que reduzirá significativamente a área coberta pelo lixo.

O dimensionamento do maciço foi calculado obtendo-se o volume de todo o resíduo presente no local (cálculo de volumetria ou cubagem). Esse cálculo foi obtido através do levantamento topográfico e pelos serviços de tradagem manual, pelos quais obtiveram-se as manchas de resíduos presentes na área e as respectivas alturas médias.

A definição do local de implantação do maciço foi obtida através da metodologia do balanço de massa. Através desta, juntamente com as informações obtida nos levantamentos de campo, foi possível identificar o ponto de maior concentração (adensamento) de resíduos na área. Assim, este local é definido como o centro de massa do maciço a ser conformado. Portanto, os resíduos espalhados na área devem ser trazidos para este ponto (mostrado em projeto), fazendo com que o trabalho de arraste de lixo seja menor.



O maciço será formado com o auxílio de um trator de esteira para a compactação dos resíduos e para a conformação dos taludes na inclinação definida em projeto. A inclinação dos taludes do maciço e do tanque de acumulação deverão possuir as dimensões apresentadas no projeto.

#### *4.12.3 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.

A principal movimentação de terra necessária para a execução do projeto de remediação do lixão será resultante da cobertura final do maciço e da base do tanque de acumulação conforme especificado nos projetos.

##### *4.12.3.1 Escavação manual e/ou mecânica*

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.

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.

##### *4.12.3.2 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 compactado 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, 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.

#### 4.13 Acessos

São caminhos de serviços construídos para permitir o trânsito de equipamentos e veículos necessários para a atividade de construção do maciço.

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 e para a sua preservação.

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

O acesso deverá ser realizado preferencialmente com a utilização de trator moto-niveladora, seguido de compactação. Deverá ser observado uma inclinação mínima de 0,5% do terreno para o escoamento da água pluvial.

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.

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.



A estrada (acesso) aberto deverá ser mantido em boas condições durante toda a fase de implantação do empreendimento.

#### 4.14 Corte no terreno

Esta especificação se aplica aos casos do tanque de acumulação e bacia de contenção de águas pluviais (BCAP).

O tanque de acumulação tem como finalidade reter o líquido percolado do maciço de resíduos por um período de detenção determinado.

Esse tanque será escavado no terreno e terá base impermeabilizada com 40 cm de argila compactada seguida de manta PEAD de 2 mm.

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 dos diques ou 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 4.1, 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 4.1 – Indicação do corte e sua respectiva inclinação.

LOCAL DO CORTE	INCLINAÇÃO (VERTICAL: HORIZONTAL)
Tanque de acumulação	1:1

#### 4.15 Instalação da geomembrana

##### 4.15.1 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.

#### 4.15.2 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.

#### 4.15.3 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.

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.

#### 4.15.4 Emendas

As emendas devem sempre ser executadas no sentido da máxima inclinação do talude, conforme ilustram as figuras 4.1 e 4.2.

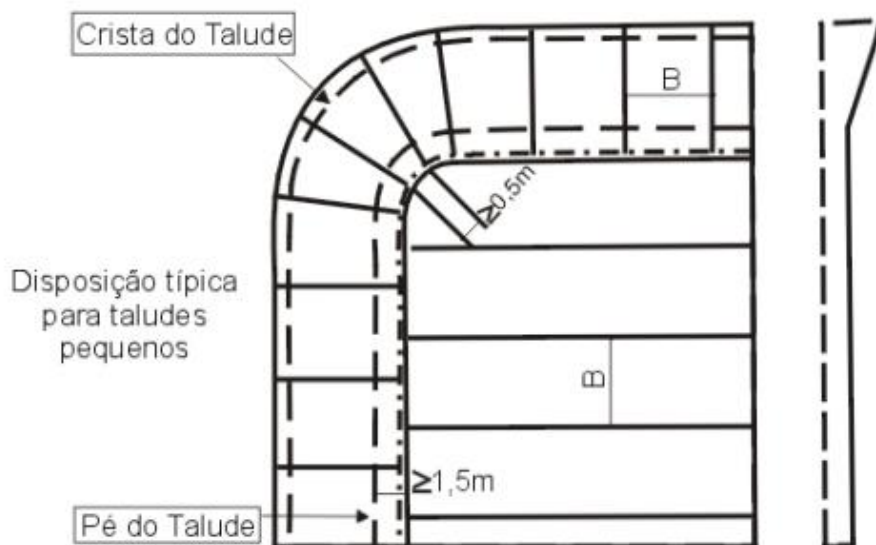


Figura 4.1 – Disposição dos painéis

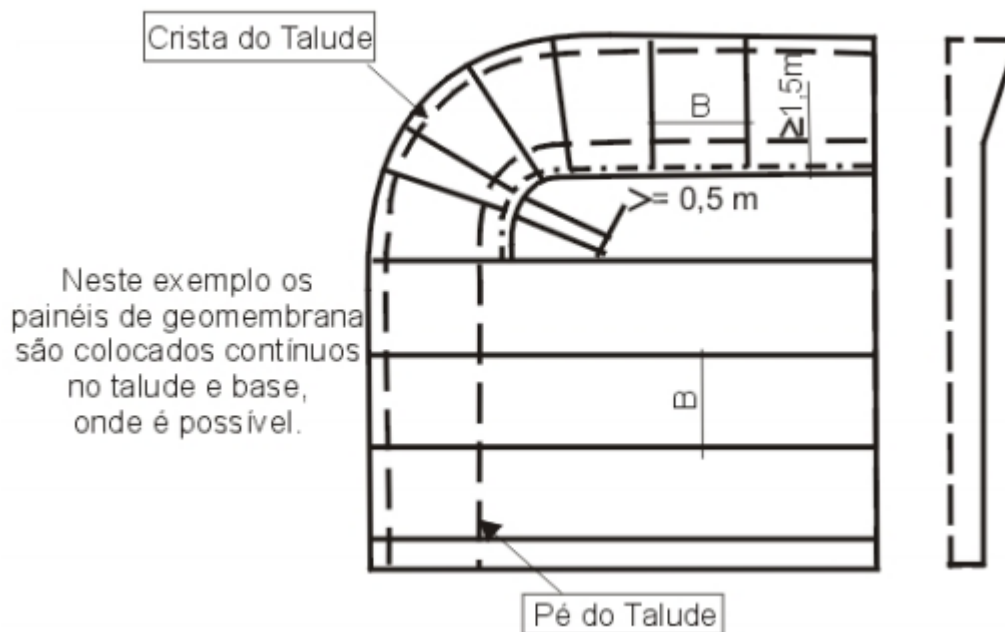


Figura 4.2 – Disposição dos painéis

Nos cantos e interseções o número de soldas deve ser minimizado, seguindo os critérios indicados nas Figuras 4.1 e 4.2. 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 (*FilmTear 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 traspasses 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 *sparktest* 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 *sparktest* pode ser usado também para a verificação global da geomembrana instalada.

#### 4.15.5 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.

#### 4.15.6 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.

#### 4.16 Drenagem de Águas Pluviais

A área referente à implantação da remediação 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 canaletas de concreto meia cana deverão ser construídas nas bordas do maciço de lixo. Cuidados especiais merecem os locais de descarga das águas provenientes das canaletas 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 das 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 canaletas, de acordo com as dimensões especificadas no projeto. O lastro deve ser apiloado, convenientemente, de modo a não deixar vazios.

As canaletas devem ser moldadas 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.

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 canaletas deverão ficar desimpedidas para o recebimento de águas pluviais e adotadas providências para que não sejam carregados para elas detritos ou material escavado.

Todo o material escavado e não aproveitável, deverá ser removido pela contratada, sendo depositado em local previamente fixado pela fiscalização.

As canaletas 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).

#### 4.17 Drenos de chorume

Este sistema consta de drenos radiais e dreno anelar, estes serão construídos através da escavação no próprio lixo de uma seção quadrada de 60 x 60 cm e 100 x 100 cm, respectivamente, com os comprimentos indicados em projeto. O preenchimento dos drenos será inteiramente feito com brita N.4 e a inclinação será de 2%.

A escavação para a implantação dos drenos será realizada por trator retroescavadeira que cavará por sobre os resíduos já conformados, de forma a fazer a seção especificada em projeto das dimensões dos drenos. Feito isso, tem-se o preenchimento da seção aberta com brita até a altura especificada e, por fim, a cobertura dos resíduos e conformação final. Os drenos terão sua base apoiada no terreno natural.

#### 4.18 Drenos de gás

Assim como os drenos de chorume, os drenos de gases serão construídos somente após a finalização do maciço, com o auxílio de um trator retro-escavadeira.

Após a remoção dos resíduos, o dreno será construído apoiado ao solo com o auxílio de manilha (ou tambor metálico) com diâmetro de 60 cm e preenchido com brita nº 4. A manilha somente será usada para a conformação da seção circular do dreno. Feito isso, os resíduos removidos serão novamente compactados ao redor do dreno e a manilha será puxada para a formação das partes superiores.

A parte superior do dreno será composta por uma manilha de concreto para a manutenção da estrutura circular. Esta será tampada em estrutura de concreto na qual estará adaptado um queimador de gases em estrutura de aço do tipo *flare*.

#### 4.19 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.

As cercas serão constituídas de mourões de suporte, mourões esticadores e quatro fios de arame farpado.

Os mourões são prismas de seção transversal quadrangular uniforme, de concreto armado, executados em concreto com Fck 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.

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 3,00 m e serem cravados no terreno à profundidade de 0,70m, resultando numa cerca com altura de m.

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 1,10 m, resultando numa altura de 1,45 m.

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 devem ser colocadas entre a primeira e a segunda linha e entre a terceira e a quarta linha de fios.

#### 4.20 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 (aquífero). 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.

#### 4.21 *Critérios de levantamento, medição e pagamento.*

##### 4.21.1 *Desmatamento e limpeza do terreno*

###### 4.21.1.1 *Levantamento*

O serviço será levantado pela projeção horizontal da área a ser desmatada, destocada e limpa, em metros quadrados (m<sup>2</sup>). 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.

###### 4.21.1.2 *Medição*

Será efetuada adotando-se o mesmo critério de levantamento.

###### 4.21.1.3 *Pagamento*

Os serviços serão pagos pelo preço unitário contratual, contemplados toda a mão-de-obra, equipamento e ferramentas necessários a execução dos serviços.

#### 4.21.2 Conformação dos resíduos

##### 4.21.2.1 Levantamento

Será efetuada, considerando-se o volume em metros cúbicos (m³) extraído, medido no projeto. O levantamento será efetuado considerando o agrupamento dos resíduos e a sua compactação.

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:

- $\text{fator de conversão (f)} = \frac{\text{massa específica do material compactado (yc)}}{\text{massa específica do material em estado natural (yn)}}$

##### 4.21.2.2 Medição

Será efetuada adotando-se o mesmo critério de levantamento.

##### 4.21.2.3 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.

#### 4.21.3 Escavação e carga mecanizada

##### 4.21.3.1 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:

- $\text{fator de conversão (f)} = \frac{\text{massa específica do material compactado (yc)}}{\text{massa específica do material em estado natural (yn)}}$

##### 4.21.3.2 Medição

Será efetuada adotando-se o mesmo critério de levantamento.

##### 4.21.3.3 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.

#### 4.21.4 Carga de material de qualquer categoria em caminhões

##### 4.21.4.1 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:

- $\text{fator de conversão (f)} = \frac{\text{massa específica do material compactado (yc)}}{\text{massa específica do material em estado natural (yn)}}$

##### 4.21.4.2 Medição

Será efetuada adotando-se o mesmo critério de levantamento.

##### 4.21.4.3 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.

#### 4.21.5 Transporte de material de qualquer categoria em caminhões inclusive descarga

##### 4.21.5.1 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:

- $\text{DMT} \leq 1 \text{ km}$
- $1 \text{ km} < \text{DMT} \leq 2 \text{ km}$
- $2 \text{ km} < \text{DMT} \leq 5 \text{ km}$
- $\text{DMT} > 5 \text{ km}$

Para os primeiros intervalos, ( $\text{DMT} \leq 1 \text{ km}$  e  $1 \text{ km} < \text{DMT} \leq 2 \text{ km}$ ), os serviços serão medidos em metros cúbicos (m³), desconsiderando-se aqui para efeito de cálculo de quantidades a distancia de transporte efetiva, e para os demais em  $\text{m}^3 \times \text{km}$ .

##### 4.21.5.2 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.

#### *4.21.5.3 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.

#### *4.21.6 Aterro Compactado*

##### *4.21.6.1 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.

##### *4.21.6.2 Medição*

Será efetuada aplicando-se o mesmo critério de levantamento sendo considerado, o volume de material, efetivamente compactado.

##### *4.21.6.3 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.

#### *4.21.7 Reaterro de valas*

##### *4.21.7.1 Levantamento*

O serviço de reaterro compactado de valas será levantado pelo volume geométrico reaterro 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.

##### *4.21.7.2 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.

##### *4.21.7.3 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.

#### *4.21.8 Escavação de valas*

##### *4.21.8.1 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.

##### *4.21.8.2 Medição*

Será efetuada adotando-se os mesmos critérios de levantamento.

##### *4.21.8.3 Pagamento*

O serviço será pago pelo preço unitário contratual, em conformidade com os critérios da medição definidos no item anterior.

#### *4.21.9 Transporte de material de qualquer natureza em carrinho de mão - carga natural - transporte de material de qualquer natureza em caçamba estacionária.*

##### *4.21.9.1 Levantamento*

O material a ser transportado será levantado a partir do volume de escavação e do volume de reaterro.

##### *4.21.9.2 Medição*

Será efetuada adotando-se os mesmos critérios de levantamento.

##### *4.21.9.3 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.

#### *4.21.10 Edificações*

##### *4.21.10.1 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.

##### *4.21.10.2 Medição*

Será efetuada adotando-se os mesmos critérios de levantamento.

##### *4.21.10.3 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.

#### *4.21.11 Cercamento*

##### *4.21.11.1 Levantamento*

O levantamento da cerca será realizado com o comprimento em metros implantado da cerca.

##### *4.21.11.2 Medição*

Será efetuada adotando-se os mesmos critérios de levantamento.



#### 4.21.11.3 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.

### 5 MONITORAMENTO AMBIENTAL

#### 5.1 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.

### 5.2 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 5.1, que tem a estimativa de custos das análises de cada parâmetro e a quantidade de cada análise.

Quadro 5.1 - 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

Quadro 5.1 - Planilha orçamentária com os custos previstos para análise dos parâmetros definidos para águas subterrâneas.

PARÂMETROS PARA CHORUME	PREÇO UNITÁRIO	QUANTIDADE. DE ANÁLISES	TOTAL
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 5.2, que tem a estimativa de custos das análises de cada parâmetro e a quantidade de cada análise.

Quadro 5.2 - 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

### 5.3 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.

#### 5.3.1 *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.

#### 5.3.2 *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.

### 5.3.3 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 5.3 - 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 5.4 – 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 5.5 - 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

#### 5.4 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.

#### 5.5 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. Essa, portanto, deverá ser a velocidade máxima permitida na área da unidade.

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.



## 6 MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA UNIDADE

Por exigência da CODEVASF, foi elaborado para todos os empreendimentos, um Manual de Operação e Manutenção contendo todas as instruções do Termo de Referência, mesmo que não aplicados para algumas unidades. Todos os itens citados no TR são abaixo apresentados, sendo comentados somente aqueles pertinentes ao empreendimento em questão.

### *6.1 Descrição sucinta da concepção do sistema*

A remediação do lixão trata-se da formação de um maciço com os resíduos dispostos na área. Esse maciço será conformado com a utilização de máquinas e equipamentos adequados. Embora construído sob o solo natural, será dotado de drenos de gases e chorume. O chorume gerado em excesso será armazenado em um tanque de acumulação que será esvaziado, se necessário, com a utilização de um caminhão limpa fossa. Esse líquido será encaminhado para o tratamento na ETE existente no município ou na própria ETE do aterro sanitário mais próximo.

### *6.2 Fluxograma dos processos e descrição das unidades operacionais*

Não se aplica.

### *6.3 Instruções detalhadas para as partidas iniciais das unidades referentes a processos de tratamento*

Não se aplica.

### *6.4 Diagrama de decisão e de procedimentos dos processos operacionais nas situações normais e emergenciais*

Situação normal: Não se aplica.

A responsabilidade em situações emergenciais deverá ficar a cargo da Secretaria de Meio Ambiente ou da Secretaria de obras da Prefeitura Municipal.

Apesar de pouco prováveis, as situações de emergência mais prováveis de ocorrer após a remediação do lixão são:

- Rompimento de Taludes;
- Incêndio;
- Vazamento de lixiviados.

No caso de incêndio, um funcionário da Secretaria de Meio Ambiente deverá ser designado pelo Secretário de Meio Ambiente para realizar o contato com o Corpo de Bombeiros e Brigada Militar e deslocar-se ao local do incêndio juntamente com estes e acompanhar o trabalho até o controle do incêndio.

Caso ocorra rompimento de taludes, deverão ser disponibilizados pela Prefeitura Municipal máquinas e equipamentos para reconstrução do mesmo. Os líquidos lixiviados deverão ser contidos, coletados e recirculados para o interior do maciço de resíduos. O solo contaminado pelo vazamento deverá ser removido e também ser aterrado no maciço de resíduos. Feito isso, promover a conformação do talude com a cobertura e compactação de solo de baixa permeabilidade.

### *6.5 Manutenção preditiva e preventiva das unidades*

A manutenção do local após a remediação do lixão fica restrita a inspeção e reparo das estruturas de isolamento da área e dos taludes do maciço, conforme descrito abaixo:

- Fazer a inspeção visual semanalmente da cerca de isolamento e trimestralmente do cinturão verde, evitando o acesso de pessoas não autorizadas e animais;

- Fazer inspeção semanalmente do nível de chorume no tanque de acumulação, verificação das condições dos taludes, verificando as condições da cobertura e se há aparecimento de trincas, promovendo o reparo, caso haja.

#### 6.6 Cuidados necessários para manutenção da segurança e higiene do trabalho

Não se aplica.

#### 6.7 Procedimentos e parâmetros das análises laboratoriais

Não se aplica.

#### 6.8 Procedimentos básicos no caso de acidentes com veículos, incêndio, vazamentos de líquidos lixiviados, ruptura de taludes, descarga de resíduos perigosos, entre outros.

Após remediado o lixão, não haverá presença de veículos na área interna do empreendimento, a não ser eventualmente para a coleta do lixiviado retido no tanque de acumulação. Além disso, o maciço encontra-se afastado da via de acesso (estrada), portanto no caso de rompimento de taludes, não irá ocorrer deposição de resíduos na rodovia, portanto, não há risco de acidentes na área externa da cerca de isolamento do empreendimento.

No caso de incêndio, o Secretário de Meio Ambiente, ou agente designado, deverá realizar o contato com o Corpo de Bombeiros e Brigada Militar e deslocar-se ao local do incêndio juntamente com estes e acompanhar o trabalho até o controle do incêndio.

No caso de vazamento de líquidos lixiviados, deve-se inicialmente identificar a causa do vazamento. Feito isso, dever-se-á construir, se necessário, uma estrutura contenção para seu armazenamento provisório. Todo o líquido, inclusive o solo contaminado, deverá ser coletado e reinserido no maciço de resíduos. Em caso de ruptura de taludes, todo o material escoado deverá ser recolhido e reconformado ao maciço, com posterior cobrimento com solo de baixa permeabilidade, seguido de compactação por equipamento adequado.

Após remediado o lixão não haverá qualquer tipo de descarga de resíduos.

#### 6.9 Listagem dos órgãos públicos, com endereço e número de telefone, para serem acionados no caso de acidentes na unidade.

O quadro 6.1 apresenta a lista dos órgãos públicos a serem acionados no caso de acidentes.

Quadro 6.1 – 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

## 7 PROGNÓSTICO AMBIENTAL

O prognóstico ambiental da Remediação do Lixão do município de Canarana foi desenvolvido a partir da Avaliação de Impacto Ambiental para atividade em questão, sendo esta apresentada na íntegra na ETAPA 5 dos trabalhos. Tal avaliação abrange as características ambientais da região, caracterização da intervenção, descrição geral do empreendimento, bem como a legislação aplicada nas esferas federal, estadual e municipal.

Considerando a dimensão do projeto apresentado e sua consequente avaliação de impacto ambiental, é possível apresentar um prognóstico ambiental para as atividades de Remediação do Lixão Canarana.

Neste contexto, 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, desde que os critérios técnicos de remediação e manutenção da área, em especial as normas de controle ambiental, sejam seguidas.

Assim, é sensato afirmar que as ações de Remediação do Lixão apresentam viabilidade ambiental, desde que observado seus impactos ambientais e implementados os programas de mitigação dos impactos negativos e/ou maximização dos positivos.

## **8 USO FUTURO DA ÁREA**

O lixão deste município está localizado em área rural e afastado das áreas urbanizadas e não sofre nenhuma pressão quanto à expansão da cidade, que tem uma média de crescimento populacional muito baixa, como já discutidos no relatório referente à ETAPA 2 dos trabalhos.

Além disso, a área onde o objeto deste estudo encontra-se localizada não é uma área de expressiva atividade agropecuária e, portanto, não sofrerá interferências ou pressões para a sua utilização a curto ou médio prazo.

Portanto, diante dos fatos considerados, não será previsto nenhuma atividade para o uso futuro desta área, a não ser, após a conclusão das obras de remediação, a implantação do projeto paisagístico e seu isolamento.

## **9 CUSTO DO PROJETO**

Os custos envolvidos para a implantação do projeto estão apresentados no ANEXO 1 da seguinte forma:

Anexo 1-A – Custo de implantação;

Anexo 1-B – Cronograma físico-financeiro;

Anexo 1-C – Cronograma de desembolso;

Anexo 1-D – Memorial descritivo de orçamento.

## 10 EQUIPE TÉCNICA

Quadro 10.1 - Equipe Técnica – Resíduos Sólidos Bahia.

NOME	ATRIBUIÇÃO
<b>Paulo Tarcísio Cassa Louzada</b> Eng.º 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> Eng.º 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 – 201121358 - RJ – Equipe Técnica	Projeto Básico e Executivo - Geotecnia

Quadro 10.1 - 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 – Orçamento da unidade*

Anexo 1-A a 1-C – Custo de implantação da unidade – Cronograma físico-financeiro e cronograma de desembolso.

Anexo 1-D – Memorial descritivo de orçamento

*Anexo 2 – Dimensionamento do tanque de acumulação*

*Anexo 3 – Projetos da unidade*