

	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	
	<b>CAPÍTULO 8</b>	ATUALIZAÇÃO FEV/2016

**OBS.1:** Pelas normas de engenharia, é recomendável aplicar, antes da geomembrana, um geotêxtil não tecido, tipo BIDIN RT 14 (ou similar), que terá a função de proteger a manta de pontos proeminentes que possam existir no solo. A metragem desse material é a mesma da manta PEAD, ou seja, **286,00 m<sup>2</sup>**.

b) Cobertura da superfície (para evitar a infiltração de águas pluviais):

- Lado B = 13,00 m (incluído 1,0 m de ancoragem)
- Lado b = 13,73 m (incluído 1.0m de ancoragem e 0,40m p/ 02 trespasses)

Portanto:  $13,0\text{m} \times 13,73\text{m} \hat{=} 179,00\text{m}^2 \leftrightarrow$  metragem para cobrir a superfície da vala.

**Total da metragem da manta PEAD = 465,00m<sup>2</sup>.**

**OBS.1:** O custo da manta e da instalação, inclusive as emendas e os testes de estanqueidade, devem ser cotados no mercado.

Passo 6: Cobertura diária com terra - o material (terra) para cobertura é o resultante da escavação, que deverá ser acomodado perto da vala.

Para essa etapa, prever 01 hora/dia de utilização de pá-carregadeira (preço da AGETOP), lembrando que, se a coleta for realizada em dias alternados, essa cobertura, no mês, será feita em 15 dias, ou seja, 15 horas/mês de pá-carregadeira.

Passo 7: Canaleta de ancoragem - inclusa no custo de instalação da geomembrana;

Passo 8: Canaleta para drenagem de águas pluviais - em todo o perímetro da vala. O projeto básico é essencial para definir as dimensões, o revestimento especificado (concreto, brita etc) e a profundidade, em função da declividade necessária até a interligação ao dreno principal. Sem esses dados, pode-se apenas levantar o perímetro da vala.

- Perímetro:  $(12,33 \times 2) + (12,00 \times 2) = 48,66\text{m}$



	Estado de Goiás TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS Secretaria de Licitações e Contratos
	CAPÍTULO 8

**Observações:**

1. o descarte dos RSS, na vala, é feito diretamente do furgão, sem auxílio de equipamento (pá carregadeira ou trator c/ lâmina) para empurrar o lixo, em virtude do risco de danificação dos sacos plásticos;
2. pode ser utilizada, também, a cal virgem para cobertura diária dos RSS, se for especificada em projeto.
3. os manuais que serviram de orientação não mencionam a necessidade de cobertura da vala (metálica e desmontável), durante o período em que estiver aberta, para evitar o risco de virar um piscinão em épocas de chuva, uma vez que não há sistema de drenagem interna. Portanto, nos contratos em que tiver sido considerada, pode-se admitir o seu custo; mas não há base legal para transformá-la em condição obrigatória.

**8.1. OUTRAS TECNOLOGIAS PARA TRATAMENTO DOS RSS**

As demais formas de tratamento por desinfecção química ou térmica, já mencionadas, entre elas os tratamentos por meio de autoclavagem, microondas e incineração, quando adotadas pelo município, devem integrar contrato específico e separado, com empresa especializada e legalmente licenciada para tal fim.

Por ser matéria altamente complexa, envolvendo tecnologias e dados que as empresas especializadas imputam como sigilosos ou de domínio restrito de *know how*, torna-se inviável prescrever uma metodologia de dimensionamento e de apropriação de custo (R\$/Kg) dos RSS tratados, independente do sistema adotado.

Sendo assim, sugere-se avaliar cada caso de forma específica e, em contratos que envolvem quantidade de RSS muito superior à geração estimada, conforme metodologia indicada no item 7.2, ou custo unitário excessivamente elevado, recomenda-se o apoio de inspeção simples, como suporte para obtenção de dados concretos e mais precisos.

É importante ressaltar que qualquer forma de tratamento, quando não aplicada como determina a legislação específica, não promove a desinfecção dos RSS de forma eficiente. Além disso, pode emitir gases poluentes na atmosfera,

	<b>Estado de Goiás</b> <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> <b>Secretaria de Licitações e Contratos</b>
<b>CAPÍTULO 8</b>	<b>ATUALIZAÇÃO</b> <b>FEV/2016</b>

altamente cancerígenos, como as dioxinas e furanos provenientes da combustão dos resíduos de forma inadequada (incineração, por exemplo).

## 8.2. OBSERVAÇÃO

Ressalta-se que podem estar previstos no serviço de coleta, transporte e tratamento de resíduos sólidos de saúde outros itens aqui não descritos. Esses deverão ser incluídos na composição de custos, se for o caso.

	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	ATUALIZAÇÃO FEV/2016
	<b>CAPÍTULO 9</b>	

## CAPÍTULO 9

### 9. ESTAÇÃO DE TRANSBORDO OU DE TRANSFERÊNCIA

#### 9.1. INFORMAÇÕES IMPORTANTES

Estações de transferência ou transbordo são locais onde os caminhões coletores despejam sua carga dentro de carretas de maior porte, que se incumbem do transporte até o destino final. Têm como objetivo reduzir o tempo e o custo com o deslocamento dos caminhões coletores desde o ponto final do plano de coleta até o aterro sanitário.

Esta solução costuma ser empregada quando a área disponível para disposição final dos resíduos sólidos urbanos - RSU se encontra distante da sede do município. Os autores divergem quanto à distância mínima entre a sede e o local de descarte final que justifique a utilização dessa forma de transferência. O CEMPRE<sup>31</sup> sugere entre 12 e 25Km; o IBAM<sup>3</sup> a recomenda quando o aterro estiver além de 30 km (ida e volta) dos locais de coleta; outros estudiosos do tema optam para distâncias superiores a 50 km da sede do município<sup>32</sup>.

Atualmente, poucos municípios do Estado de Goiás têm utilizado esse ponto intermediário de transferência do lixo. Todavia, com a vedação de disposição final em lixão ou em aterro controlado<sup>15</sup> e a tendência de formação de consórcios públicos municipais para atender a exigência de construção de aterro sanitário até agosto de 2014<sup>15</sup> é provável que estações de transbordo possam se tornar soluções rotineiras para compensar longas distâncias até a área comum escolhida para descarte dos RSU gerados pelos municípios consorciados.

Deve-se atentar que a construção da estação de transferência é obra de engenharia e, como tal, deve conter projeto básico com ART, memorial descritivo e cronograma físico-financeiro, uma vez que tem prazo para início e término de execução. Assim, seu custo é pontual e não pode ser incluído como custo de operação contínua.

<sup>31</sup> COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE). Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. 3. ed. São Paulo: CEMPRE, 2010.

<sup>32</sup> Seminário de Limpeza Urbana: Planejamento, Orçamento e Controle dos Serviços, 2013, Recife, Escola de Contas TCE-PE: 15 a 19 de abril 2013. Ministrado por Fausto Aquino.

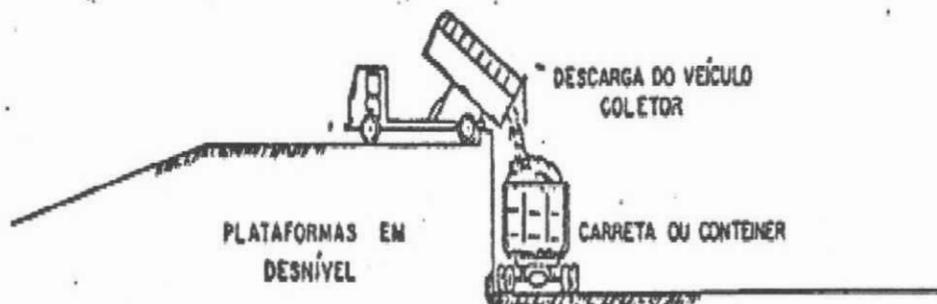


	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos
	<b>CAPÍTULO 9</b>

Diferentemente, a operação da estação de transbordo deve ser considerada como serviços contínuos, podendo ter seu custo inserido nos custos mensais do contrato. Destaca-se que na operação não é utilizado nenhum beneficiamento ou tratamento do resíduo.

## 9.2. TIPOS DE ESTAÇÃO DE TRANSBORDO<sup>7</sup>

- Quanto ao meio de transporte (após transferência): rodoviário, ferroviário ou hidroviário;
- Quanto ao modo de armazenagem: com fosso e sem fosso de acumulação;
- Quanto ao tratamento físico prévio:
  - ✓ com sistema de redução de volume (tem custo mais elevado);
  - ✓ ou simples transferência (perde a compactação do lixo feita pelos coletores compactadores).



ESQUEMA DE MODELO DE TRANSBORDO POR SIMPLES PLATAFORMA (DESCARGA DO VEÍCULO DE COLETA DIRETAMENTE EM CARRETAS DE GRANDE CAPACIDADE)



	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	ATUALIZAÇÃO FEV/2016
	<b>CAPÍTULO 9</b>	

### 9.3. PROJETO BÁSICO PARA CONSTRUÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA

Para estações de transbordos por simples transferência dos RSU, devem ser previstos, no mínimo:

1. Projeto de Implantação, indicando:

- Localização do terreno;
- área do terreno, com cotas (topografia) e medidas;
- plataformas de descarte. A quantidade de plataformas deve ser compatível com a quantidade de lixo diário gerado pelo município e com a frequência de transporte até o destino final;
- área da base onde ficarão estacionadas as caçambas que receberão o lixo, ou pátio de estacionamento das carretas, conforme a forma adotada;
- áreas de acessos internos e pátios de manobra para os caminhões coletores compactadores e para os cavalos mecânicos (carretas) que retirarão as caçambas cheias. Os acessos deverão permitir a circulação dos veículos, de forma a evitar aclives e ou manobras em marcha à ré, bem como filas de espera dos caminhões coletores;

2. Projeto da guarita, salas de apoio e banheiros (completo);

3. Projeto da cobertura das plataformas e base (se for o caso);

4. Projeto de instalação da balança de pesagem do lixo (se for o caso);

5. Memorial descritivo indicando:

- o tipo de cercamento da área: alambrado ou cercas vivas;
- o tipo de revestimento das plataformas, bases e acessos (macadame hidráulico ou outra forma que não impeça a circulação dos veículos pesados em dias de chuva);
- o tipo e material da cobertura prevista;
- a especificação da balança de pesagem, se for o caso.

6. Detalhamento da(s) plataforma(s) e da(s) base(s) de estacionamento das carretas e memorial de cálculo da movimentação de terra (cortes e aterros).

	<b>Estado de Goiás</b> <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> <b>Secretaria de Licitações e Contratos</b>
	<b>CAPÍTULO 9</b>

ATUALIZAÇÃO  
 FEV/2016

#### 9.4. OPERAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA COM TRANSPORTE RODOVIÁRIO

Para operação da estação de transbordo podem ser previstos os equipamentos e mão de obra, abaixo relacionados:

##### 1. Equipamentos:

- ✓ Carreta ou cavalo mecânico com sistema hidráulico roll-on/roll-off para içamento das caçambas e capacidade para transportar 01 ou 02 caçambas simultaneamente, conforme a quantidade de RSU a ser transferida;
- ✓ Caçambas para sistemas roll-on/roll-off que receberão o lixo despejado dos caminhões coletores. A quantidade de caçambas varia em função da quantidade do lixo a ser transferido. Usualmente, o tamanho comercial dessas caçambas situa-se entre 30m<sup>3</sup> e 40m<sup>3</sup>;
- ✓ Pá carregadeira para auxiliar no recolhimento do lixo que, eventualmente, foi despejado fora das caçambas.

##### 2. Mão de obra:

- ✓ 01 encarregado;
- ✓ 01 fiscal de controle de entrada e saída dos caminhões;
- ✓ 02 ajudantes para serviços gerais;
- ✓ 01 tratorista (quando não estiver incluso no custo/hora do equipamento);
- ✓ 01 motorista diurno (quando não estiver incluso no preço de locação do cavalo mecânico);
- ✓ 01 motorista noturno, se houver transporte noturno;
- ✓ Vigias diurnos e noturnos

As composições acima, tanto para construção quanto para operação da estação de transbordo não são rígidas e podem variar em função do porte do município, do dimensionamento dos RSU e do projeto básico fornecido.

	<b>Estado de Goiás</b> <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> <b>Secretaria de Licitações e Contratos</b>
<b>CAPÍTULO 9</b>	<b>ATUALIZAÇÃO</b> <b>FEV/2016</b>

A metodologia de cálculo para apuração do custo mensal dos equipamentos e da mão de obra segue a indicada nos capítulos anteriores.



	<b>Estado de Goiás</b> <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> <b>Secretaria de Licitações e Contratos</b>	ATUALIZAÇÃO <b>FEV/2016</b>
	<b>CAPÍTULO 10</b>	

## CAPÍTULO 10

### 10. ATERRO SANITÁRIO

#### 10.1. INFORMAÇÕES IMPORTANTES

Segundo definição do CEMPRE, "aterro sanitário é um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente lixo domiciliar que, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite um confinamento seguro em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública"<sup>31</sup>.

De outra forma, denomina-se aterro sanitário a área destinada ao confinamento dos rejeitos, construída dentro de critérios de engenharia e de normas técnicas específicas que preveem: concepção do tratamento dos resíduos, sistema de operação do aterro, drenagem de fundação (necessária conforme o tipo de solo), impermeabilização da base do aterro, cobertura diária, intermediária e final, drenagem de águas pluviais, drenagem de líquidos percolados (chorume), drenagem de biogás (gás metano e gás carbônico), análise de estabilidade dos maciços de terra e lixo, sistema de tratamento dos percolados, sistema de monitoração e cercamento da área do aterro.

Levantamento elaborado em abril/2014 pela Secretaria do Meio Ambiente – SEMARH-GO apontou que cerca de 6% dos municípios do Estado de Goiás tinham aterro sanitário devidamente licenciado, o que representa 14 municípios.

A Lei 12.305/2010<sup>15</sup> que estabelece a Política Nacional dos Resíduos Sólidos estatui, em seu art. 54, que "a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei". Assim, até **02/08/2014**, os municípios deveriam: encerrar seus lixões e/ou aterro controlado, recuperar as áreas degradadas e possuir aterro sanitário construído dentro das normas técnicas de engenharia, devidamente licenciado pelos órgãos ambientais. Contudo, projeto do Congresso Nacional prorroga o prazo até **agosto/2018**.



	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	ATUALIZAÇÃO FEV/2016
	<b>CAPÍTULO 10</b>	

## 10.2. IMPLANTAÇÃO DO ATERRO

A construção do aterro é considerada obra de engenharia e, como tal, deve conter projeto básico completo com ART, memorial descritivo, memória de cálculo, cronograma físico-financeiro e licença de instalação.

Os custos resultantes das obras necessárias para implantação do aterro devem ser considerados pontuais, com prazos determinados para execução, não podendo, assim, serem incluídos como serviços de operação contínua. Todavia, quando o projeto especificar o sistema de operação por rampa ou área (definição mais adiante), a formação e operação das células (maciços de lixo) serão executadas conforme a frente de trabalho for avançando; nesse caso, poderão estar inclusas no custo de operação do aterro.

### 10.2.1. Métodos Construtivos do Aterro

Segundo o Manual do IBAM<sup>3</sup>, na escolha do método construtivo do aterro há três fatores a considerar:

- topografia;
- tipo de solo;
- profundidade do lençol freático.

Existem três métodos construtivos usuais, quais sejam:

- Método da Trincheira – É a técnica mais apropriada para terrenos que sejam planos ou pouco inclinados e onde o lençol freático esteja situado a uma profundidade maior em relação à superfície.
- Método da Rampa – Indicado quando a área a ser aterrada é plana, seca e com um tipo de solo adequado para servir de cobertura. A permeabilidade do solo e a profundidade do lençol freático confirmarão ou não o uso desta técnica.
- Método da Área – É uma técnica adequada para zonas baixas, onde dificilmente o solo local pode ser utilizado como cobertura. Será



	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	
	<b>CAPÍTULO 10</b>	ATUALIZAÇÃO FEV/2016

necessário retirar o material de jazidas que, para economia de transporte, deve estar localizado o mais próximo possível do local a ser aterrado.

No mais, os procedimentos são idênticos ao método da rampa.

### 10.2.2. Projeto Básico e Executivo

Os projetos básico e executivo são indispensáveis para obtenção das licenças prévia (LP) e de operação (LO)<sup>33</sup> junto aos órgãos ambientais. Os procedimentos para licenciamento das obras do aterro sanitário estão descritos no Manual do IBAM<sup>3</sup> (pgs. 158-163). Desta forma, antes da licitação<sup>34</sup>, os municípios já devem dispor da LO e, conseqüentemente, dos projetos acima, que devem conter, no mínimo:

- planta planialtimétrica do aterro em escala 1:5.000, com curvas de nível de metro em metro, mostrando a locação de acessos, platôs, edificações e pontos notáveis;
- resultados das investigações e ensaios geotécnicos;
- resultados das análises de qualidade dos corpos d'água do entorno, inclusive do lençol freático;
- projeto das vias de acesso e de serviço, englobando geometria, movimentação de terra, pavimentação e drenagem;
- projeto das edificações, incluindo o cálculo das fundações e das estruturas, arquitetura, paisagismo e instalações hidráulicas, elétricas, de comunicação, especiais e de segurança;
- projetos das redes externas de abastecimento d'água, esgoto, suprimento de energia elétrica e drenagem de águas pluviais;
- projeto geométrico e de terraplanagem do arranjo final do aterro sanitário, com a planta das etapas anuais do aterro e seções transversais;

<sup>33</sup> Licença de operação é a licença concedida pelo órgão de controle ambiental liberando o empreendedor para operar o aterro sanitário.

<sup>34</sup> Acórdão 26/2002-TCU-Plenário, item 8.2, "e": As licitações de obras, instalações e serviços que demandem licença ambiental somente devem ocorrer após a obtenção da licença de instalação; e Acórdão 516/2003-TCU-Plenário, subitem 9.2.3.1: A contratação de obras com base em projeto básico elaborado sem a existência de licença ambiental prévia é indicio de irregularidade grave.

	<b>Estado de Goiás</b> <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> <b>Secretaria de Licitações e Contratos</b>
<b>CAPÍTULO 10</b>	<b>ATUALIZAÇÃO</b> <b>FEV/2016</b>

- projeto de coleta e tratamento do chorume, envolvendo as camadas de impermeabilização inferior e superior (se houver), rede de drenagem de fundo, estação elevatória e estação de tratamento;
- projeto de drenagem superficial do aterro, abrangendo caimentos das plataformas, tanto para as fases intermediárias do aterro, como para a etapa final, drenagem das bermas<sup>35</sup> definitivas, rápidos de descidas de água e estruturas de descarga;
- plantas com delimitação dos lotes do aterro sanitário;
- plantas do sistema de captação e queima do biogás, com respectivos cortes e detalhes;
- plano de monitoramento ambiental, incluindo o projeto dos poços de monitoramento do lençol subterrâneo;
- manual de operação do aterro compreendendo suas atividades rotineiras de disposição de resíduos, inclusive a operação da estação de tratamento de chorume e os cuidados com a manutenção da rede de drenagem de águas pluviais;
- memória de cálculo dos estudos de estabilidade do aterro e demais construções; das estruturas das edificações; das redes hidráulicas de drenagem superficial e profunda; das instalações elétricas e hidráulicas; da rede de captação e queima do biogás; dimensionamento das máquinas, veículos e mão de obra a serem utilizados na operação e manutenção do aterro;
- especificações técnicas de todos os equipamentos, serviços e materiais a serem executados e aplicados na obra;
- especificação da balança de pesagem e o projeto de fundação e da base para instalação;
- cercamento do aterro com tela e barreira vegetal (cinturão verde);

<sup>35</sup> Berma: faixa de pequena largura, plana que separa os desníveis do aterro.

	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	
	<b>CAPÍTULO 10</b>	ATUALIZAÇÃO <b>FEV/2016</b>

- documentação obrigatória: ART assinada pelo responsável técnico do projeto e Licença de Instalação expedida pelo CONAMA<sup>36</sup>.

### 10.2.3. Dados para Dimensionamento

Não há como efetuar um levantamento quantitativo sem projetos que detalhem suficientemente as obras e serviços previstos na implantação e operação do aterro sanitário.

Algumas informações genéricas, entretanto, podem auxiliar na avaliação do quantitativo e custo considerados no orçamento básico:

#### 10.2.3.1. Método da Trincheira ou Vala

##### a) Serviço de limpeza da área

Compreende a remoção da vegetação natural (desmatamento e destocamento) através de capina, roçada e raspagem da camada de solo vegetal nas áreas operacionais (área do aterro de lixo domiciliar e das lagoas de tratamento), preservando-se, na medida do possível, os elementos de composição paisagística, mesmo que não assinalados no projeto.

##### b) Serviço de terraplenagem

Os serviços de terraplanagem deverão seguir rigorosamente o projeto, sendo que o material de corte excedente deve ser armazenado em local adequado para servir, futuramente, como material de cobertura das células de lixo.

As camadas a serem compactadas devem ser umedecidas até atingir o grau de "umidade ótima".

<sup>36</sup> Resolução CONAMA 237/97 – Art. 2º: A localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.

§ 1º- Estão sujeitos ao licenciamento ambiental os empreendimentos e as atividades relacionadas no Anexo I, parte integrante desta Resolução.

ANEXO I (...) Serviços de Utilidade: (...) tratamento e destinação de resíduos sólidos urbanos; (...) recuperação de áreas contaminadas ou degradadas.



	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos
	<b>CAPÍTULO 10</b>

ATUALIZAÇÃO  
FEV/2016

**c) Escavação da(s) vala(s)**

- estimar a geração anual do lixo durante o período do contrato (via de regra, 5 anos), levando em conta crescimento da geração per capita do lixo, se informada, ou o crescimento populacional nesse intervalo, com base nos dados fornecidos pelo Censo IBGE-Cidades, para períodos anteriores. Se o projeto estiver dimensionado para o tempo de vida útil do aterro, as valas futuras, se indicadas, não devem compor o custo se não estiverem programadas para execução na vigência do contrato em análise.

Em alguns contratos admitiu-se a quantidade de descarte superior ao volume de coleta de RSU, levando-se em conta que rejeitos provenientes de outras fontes, por exemplo, resultantes da triagem da coleta seletiva, também podem ser descartados no aterro.

- considerar taxa de compactação de 0,6t/m<sup>3</sup>, que equivale ao produto do peso aparente do lixo (0,230t/m<sup>3</sup>) pelo índice de compactação de 2,5, já considerado o empolamento<sup>37</sup> de, aproximadamente, 20%.

$$0,230t/m^3 \times 2,5 = 0,58t/m^3 \approx 0,6t/m^3$$

- acrescentar aproximadamente 20% do volume do lixo para estimar o volume de terra necessário à proteção da manta de impermeabilização e à cobertura diária, intermediária e final dos resíduos;
- considerar escavação em forma de talude, na proporção de 1/1;
- estimar a altura das valas em função da quantidade de camadas de células de lixo que, para melhor decomposição do lixo aterrado, devem variar entre 4 a 6 m;

<sup>37</sup> Analogamente à compressão, a massa de lixo tende a se expandir quando é extinta a pressão que a compacta, sem, no entanto, voltar ao volume anterior. Esse fenômeno chama-se empolamento e deve ser considerado nas operações com lixo (Manual IBAM, pg.35)



	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos
	<b>CAPÍTULO 10</b>

ATUALIZAÇÃO  
FEV/2016

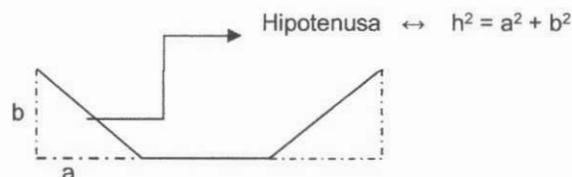
- considerar regularização e compactação da base e das laterais da vala, antes da colocação da manta de impermeabilização.

#### d) Cálculo da manta de impermeabilização

A proteção do solo e das águas subterrâneas contra a poluição e contaminação provocadas pelos líquidos percolados (chorume) deve ser formada por uma camada de argila compactada até se atingir um coeficiente de compactação em torno de  $10^{-7}$  cm/s<sup>38</sup>, sobre a qual coloca-se uma manta plástica (polietileno de alta densidade - PEAD) com ao menos 2 mm de espessura, assentada com a melhor técnica possível de modo a garantir, por meio de testes de estanqueidade, a proteção do solo e das águas subterrâneas na área do aterro.

O Projeto Básico deve especificar adequadamente o tipo, espessura e medidas comerciais da geomembrana escolhida.

- considerar a área da base e das laterais da vala, lembrando que a inclinação é igual à medida da hipotenusa do triângulo retângulo formado;



- adotar trespasse de 10 a 15cm de cada lado, para as emendas. A quantidade de emendas varia em função da largura (medida comercial) da manta utilizada;
- considerar acréscimo de 50cm, para ancoragem da manta, em todo o perímetro da vala.

<sup>38</sup> 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, III-092 – Estudo dos solos utilizados para a impermeabilização da camada de base e de cobertura de aterros sanitários em Santa Catarina, vários autores, in: [www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/III-092.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/III-092.pdf)

	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	ATUALIZAÇÃO FEV/2016
	<b>CAPÍTULO 10</b>	

- considerar proteção mecânica executada com uma camada de argila compactada. A espessura dessa proteção deve ser suficiente para permitir um caimento da base em direção aos drenos.

**e) Instalação dos drenos para captação do chorume/percolados**

O projeto deve especificar o material adequado. Segundo o Manual do IBAM<sup>3</sup> (pag.167), "a coleta do chorume será feita por drenos implantados sobre a camada de impermeabilização inferior e projetados em forma de espinha de peixe, com drenos secundários conduzindo o chorume coletado para um dreno principal que irá levá-lo até um poço de reunião, de onde será bombeado para a estação de tratamento". Se a área do aterro tiver caimento natural suficiente, entre a saída do dreno e a lagoa de estabilização, pode não ser necessária a previsão de estação elevatória.

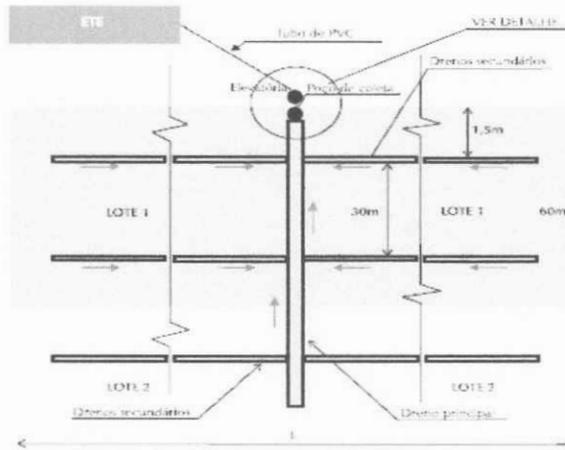
A pg. 168, do mesmo Manual<sup>3</sup>, mostra um desenho esquemático da instalação dos drenos, indicando uma distância de 30m entre os drenos secundários.

Os drenos podem ser do tipo "cego" ou com tubo perfurado. O leito dos drenos cegos será em brita ou rachão, seguida de areia grossa e de areia média, a fim de evitar a colmatação do dreno pelos sólidos em suspensão presentes em grande quantidade no chorume. Eventualmente, podem-se substituir as camadas de areia por bidim ou geotêxtil similar.

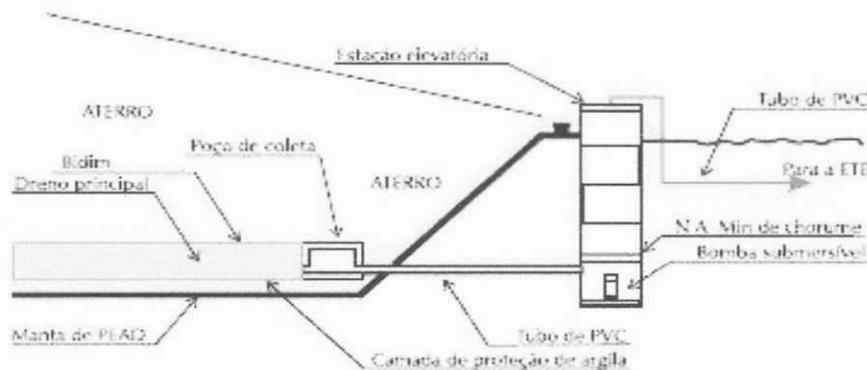
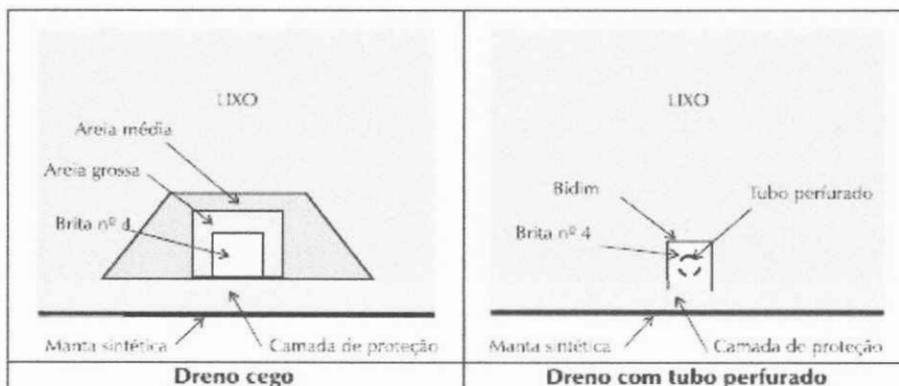
Outra opção, mais efetiva, é implantar, dentro do leito de brita, um tubo perfurado de PVC ou de PEAD. O conjunto tubo-brita também deve ser envolto por bidim ou geotêxtil similar, a fim de evitar a colmatação.

A pg. 169 mostra detalhes desses dois tipos de drenos, auxiliando no levantamento quantitativo. Seguem ilustrações.

	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	ATUALIZAÇÃO FEV/2016
	<b>CAPÍTULO 10</b>	



**Sistema de drenagem do chorume – distribuição dos drenos**



**Sistema de drenagem de chorume**

**f) Sistema de tratamento dos percolados**

Segundo o Manual do IBAM<sup>3</sup> a forma mais correta de se definir o tipo de tratamento a ser utilizado é através da realização de estudos de tratabilidade do



	Estado de Goiás TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS Secretaria de Licitações e Contratos
	CAPÍTULO 10

chorume conduzido em bancada de laboratório, sendo desaconselhável o uso de dados bibliográficos no dimensionamento das unidades para o seu tratamento.

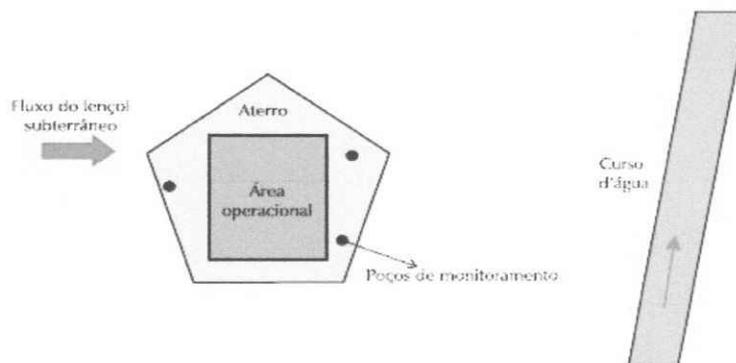
O sistema de tratamento escolhido deve estar detalhado nos projetos (básico e executivo), podendo ser do tipo:

- sistema formado por uma série de lagoas de estabilização do tipo aeróbias;
- sistema de recirculação do chorume para o interior da massa de lixo com a utilização de aspersores, caminhão-pipa ou de leitos de infiltração;
- sistema de lodos ativados; e
- sistema de evaporação.

Maiores esclarecimentos podem ser obtidos no Manual<sup>3</sup> acima, páginas 174-180.

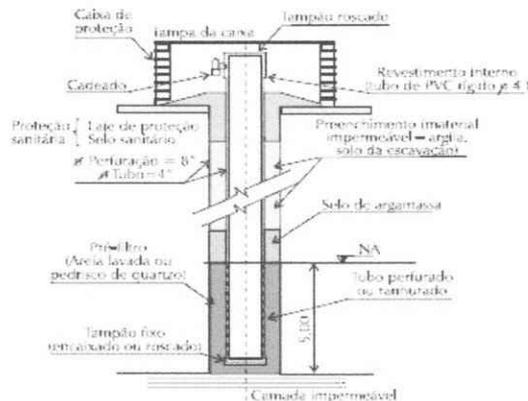
#### g) Sistema de monitoramento

Deverão ser implantados pelo menos três poços de monitoramento, um a montante e dois a jusante da área operacional do aterro.



Esquema da distribuição dos pontos de monitoramento

	<b>Estado de Goiás</b> <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> <b>Secretaria de Licitações e Contratos</b>	<b>ATUALIZAÇÃO</b> <b>FEV/2016</b>
	<b>CAPÍTULO 10</b>	



**Perfil esquemático do poço de monitoramento**

#### **h) Drenagem de águas pluviais**

Sempre que possível, a drenagem das águas pluviais deve ser feita através de valas escavadas no terreno, evitando-se o uso de tubulações enterradas. Preferencialmente, o sistema de drenagem deve acompanhar as estradas de serviço.

#### **i) Estradas de acesso e serviços**

As estradas de acesso e de serviço devem ser executadas em pavimento primário, com acabamento em "bica corrida" ou entulho de obra selecionado. A pista de rolamento deve ter caimento uniforme para um dos lados, encaminhando toda a água de chuva para o sistema de drenagem que margeia a estrada.

Nos aterros de pequeno porte, os acessos internos podem ser construídos com vários materiais: saibro, rocha em decomposição, material de demolição e produtos de pedreira. A espessura recomendada para as vias internas do aterro é de 30 a 50cm, compactadas em camadas de 15 a 25cm.

#### **j) Montagem da balança de pesagem**

A montagem da balança deve seguir rigorosamente as instruções do fabricante, tomando-se os cuidados necessários para o perfeito nivelamento das plataformas de pesagem. Concluída a montagem, deve-se proceder à sua aferição oficial com o auxílio da equipe de fiscalização.

	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	ATUALIZAÇÃO FEV/2016
	<b>CAPÍTULO 10</b>	

Alguns estudos recomendam a execução de fundação, para estabilidade do sistema, visto a elevada carga a que estará submetida constantemente.

Também deve ser previsto o custo com a implantação do sistema informatizado de controle de pesagem, entrada e saída dos caminhões.

**k) Cercamento da área**

Deve ser previsto o fechamento da área do aterro com a construção de uma cerca, de aproximadamente dois metros de altura, com moirões de concreto nos quais são passados cinco fios de arame galvanizado, igualmente espaçados.

Acompanhando a cerca de arame, deve ser implantada uma barreira vegetal, com uma espessura mínima de 20 metros, que terá como objetivos impedir a visão da área operacional e auxiliar na dispersão do cheiro característico do lixo (cinturão verde). Via de regra, utilizam-se mudas de sanção do campo e arborização com eucaliptos.

**l) Obras civis de apoio**

As demais instalações como: portaria, escritório, refeitório, prédio da administração, pátios para guarda de materiais/equipamentos, etc, devem seguir o levantamento padrão para obras civis.

**m) Drenagem de gases**

Existem dois métodos de se executar os drenos de gás: subindo os drenos à medida que o aterro for evoluindo ou escavar a célula encerrada para implantá-los, deixando uma guia para quando se aterrar em um nível mais acima. Por esse motivo, essa etapa está sendo considerada na fase de operação do aterro.

Para aterros pequenos, o sistema de drenagem pode ser dispensado, segundo critério da Órgão Estadual de Controle da Poluição Ambiental - OECPA.

**10.2.3.2. Método da Rampa ou da Área**

Seguem as mesmas considerações feitas para o método anterior para quase todos os serviços. A diferença se dá na área específica para descarte do lixo, uma vez que, ao invés de vala ou trincheira, o local de deposição deverá seguir projeto

	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	
	<b>CAPÍTULO 10</b>	ATUALIZAÇÃO FEV/2016

específico de movimentação de terra para preparação da base e construção das rampas (maciços de lixo), cuja conformação resulta da estimativa de geração de rejeitos durante o período de vida útil do aterro.

#### **10.2.4. Custo de Implantação do Aterro**

A avaliação dos preços considerados no orçamento básico deve se balizar, sempre que possível, pelos preços referenciais disponibilizados nas planilhas da AGETOP, SINAPI ou SICRO. Na ausência de composições semelhantes, ou próximas, devem ser feitas cotações no mercado.

Assim, o custo da mão de obra, dos materiais e dos equipamentos utilizados na construção/implantação do aterro é obtido por meio de composições de serviços específicas e compatíveis com o prazo fixado para conclusão da obra, sendo alocados no orçamento básico de forma pontual e não como custo contínuo, à exceção dos serviços já mencionados, que podem vir alocados na fase de operação do aterro.

#### **10.3. OPERAÇÃO DO ATERRO**

Uma vez concluídas as obras de implantação e obtida a licença de operação, pode-se dar início efetivo ao recebimento das cargas de lixo no aterro, que deverá obedecer a um plano operacional previamente elaborado, informando:

- o método construtivo adotado (valas, rampas ou método da área);
- os níveis previstos e as dimensões dos respectivos lotes em cada nível;
- as subdivisões em células de trabalho e suas dimensões de acordo com o tempo previsto para enchimento de cada uma delas.

O plano operacional deve contemplar, ainda, todas as atividades operacionais rotineiras do aterro, de forma a garantir uma operação segura, e ser fornecido às licitantes interessadas na prestação desses serviços, como elemento integrante do projeto básico.



	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	ATUALIZAÇÃO FEV/2016
	<b>CAPÍTULO 10</b>	

### 10.3.1. Procedimentos Operacionais

#### 10.3.1.1. Controle de Entrada e Pesagem dos Caminhões

A primeira operação é o controle de entrada e pesagem dos caminhões que utilizam o aterro para descarte dos RSU e de outros tipos de entulhos permitidos, desde que estes últimos também disponham de local próprio (restos de obras civis, galhagens, etc). Para um controle efetivo do lixo descartado, os caminhões também devem ser pesados na saída.

Caso não haja balança no aterro, o veículo deve ir até a guarita de entrada onde o encarregado fará as anotações que o identifiquem e a sua carga, incluindo a estimativa do peso (ou volume) de lixo que está entrando. Nessa situação, o custo de operação do aterro não poderá ser por tonelada coletada, mas sim por uma verba mensal adequadamente estimada, em função da quantidade de equipes e equipamentos alocados no desenvolvimento dos trabalhos.

#### 10.3.1.2. Confinamento do Lixo

De acordo o Manual do IBAM<sup>3</sup> (pg. 170-173) os procedimentos operacionais do aterro consistem em:

- preparo da frente de trabalho que se compõe de uma praça de manobras em pavimento primário, com dimensões suficientes para o veículo descarregar o lixo e fazer a manobra de volta;
- enchimento da Célula 1, que consiste no espalhamento do lixo por um trator de esteiras, em camadas de 50cm, seguido da sua compactação por, pelo menos, três passadas consecutivas do trator. O espalhamento e a compactação do lixo deverão ser efetuados, sempre que possível, de baixo para cima, a fim de se obter um melhor resultado.
  - ✓ a altura da célula deve ser de quatro a seis metros para que a decomposição do lixo aterrado ocorra em melhores condições;
  - ✓ a largura da célula deve ser a menor possível (em geral, suficiente para descarga de três a cinco caminhões coletores).

	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	ATUALIZAÇÃO FEV/2016
	<b>CAPÍTULO 10</b>	

- ✓ a inclinação operacional dos taludes mais utilizada é de um metro de base para cada metro de altura nas células em atividade e de três metros de base para cada metro de altura nas células já encerradas, o que corresponde a bermas com 3,0m de largura. O projeto pode prever largura maior, quando a berma tiver função de acesso dos caminhões aos níveis mais altos do aterro.
- a camada de solo de cobertura ideal é de 20 a 30cm para os recobrimentos diários de lixo. A cobertura diária tem a função de evitar que o lixo fique exposto e sujeito à ação dos ventos e de vetores transmissíveis de doenças. Na prática, não se consegue cobrir o lixo diariamente, apenas ao final de operação de uma célula, que pode levar de 3 a 5 dias, conforme a dimensão do aterro.
- cobrimento do topo da célula, com caimento de 2% na direção das bordas, e dos taludes internos com a capa provisória de solo, na espessura de 20cm;
- cobrimento dos taludes externos e das bermas com a capa definitiva de argila, na espessura de 50cm;
- alguns dias antes do encerramento da Célula 1, prolongar a frente de trabalho, com as mesmas dimensões da anterior, para atender à Célula 2;
- após o encerramento da Célula 1, executar o dreno de gás;
- repetir as mesmas operações de enchimento da célula anterior e preparo da célula seguinte até que todo o lote 1 seja preenchido;
- repetir as mesmas operações para o enchimento dos lotes 2, 3 e assim sucessivamente até completar todo o nível inferior;
- proceder ao enchimento da Célula 1 do nível superior seguindo a mesma sequência de operações utilizada para o nível inferior;
- quando se estiver aterrando as células do último nível, proceder à cobertura final da célula encerrada com uma capa de argila compactada de 50cm de espessura, dando um caimento de 2% no sentido das bordas;

	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos
	<b>CAPÍTULO 10</b>

ATUALIZAÇÃO  
FEV/2016

- repetir a sequência de operações até o enchimento completo de todos os lotes em todos os níveis;
- a execução de uma célula em sobreposição à outra ou o recobrimento final do lixo só deverá acontecer após um período de cerca de 60 dias;
- após a compactação da camada final de argila, proceder à cobertura com solo de boa qualidade para executar o plantio de grama em placas em toda a extensão do aterro, de forma a deixar a área incorporada ao meio ambiente e em boas condições de uso para futuras utilizações. É conveniente que o plantio de grama se dê em etapas, conforme a finalização de cada talude.

#### 10.3.1.3. Drenagem de Gases

O lixo confinado em aterros sanitários sofre um processo de decomposição predominantemente anaeróbio. Nesse processo, o carbono combina-se com o hidrogênio, formando o metano (CH<sub>4</sub>) que é inflamável quando misturado com o ar na proporção de 10 a 15%, podendo também provocar a morte por asfixia se invadir, sob condições peculiares, residências próximas ao aterro.

O controle da geração e migração desses gases é realizado através de um sistema de drenagem constituído pela superposição de tubos perfurados, sobrepostos e envoltos por uma camisa de brita (de espessura igual ao diâmetro do tubo utilizado) que atravessa verticalmente a massa de resíduos compactada e aterrada, desde a base até a superfície superior, como uma chaminé.

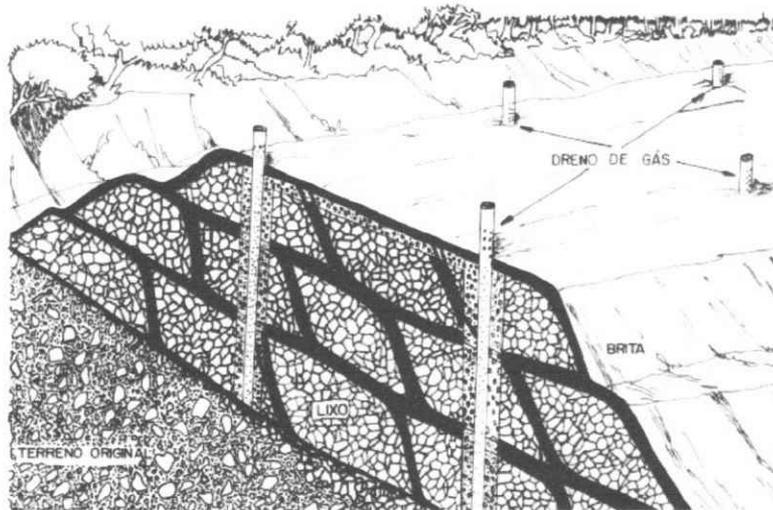
O dimensionamento do tubo depende da vazão de biogás a ser drenada. Entretanto, não há modelos comprovados para cálculo desse dimensionamento, sendo os tubos construídos de forma empírica, segundo o bom senso do projetista, conforme Manual de Gerenciamento Integrado – 3ª Edição – CEMPRE, pg. 277<sup>31</sup>.

Alguns aterros<sup>39</sup> utilizam drenos de tubo de concreto perfurado, diâmetro de 80cm, com espaçamento entre 30 a 50m, uns dos outros, conforme figura abaixo:

<sup>39</sup> Prefeitura Municipal de São Carlos/FIPAI - Projeto Básico do aterro sanitário e estimativa de custo para sua implantação – julho/2008



	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	ATUALIZAÇÃO FEV/2016
	<b>CAPÍTULO 10</b>	



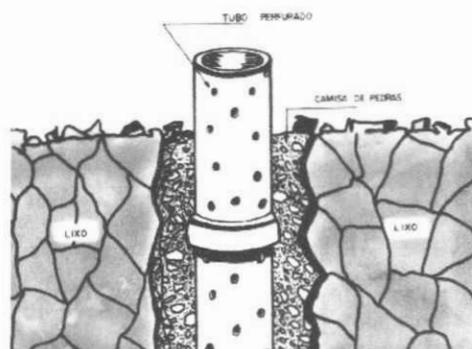
**Vista geral da superposição de células sanitárias e da distribuição dos drenos de gases**

O manual do IBAM<sup>3</sup>, pág. 180, sugere poços verticais de 50cm de diâmetro, espaçados de 50 a 60cm entre si, envoltos em brita ou rachão. O solo ao redor do poço, num raio de aproximadamente 2,00m, deve ser aterrado com uma camada de argila de cerca de 50cm, bem compactada, para evitar que o gás se disperse na atmosfera.

O topo do poço deve ser encimado por um queimador, normalmente constituído por uma manilha de concreto ou de barro vidrado colocada na posição vertical.

Existem dois métodos de se executar os drenos de gás: subindo os drenos à medida que o aterro for evoluindo ou escavar a célula encerrada para implantá-los, deixando uma guia para quando se aterrar em um nível mais acima. Em qualquer método, o projeto deve contemplar a quantidade, profundidade e forma de execução desses drenos.

	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	ATUALIZAÇÃO FEV/2016
	<b>CAPÍTULO 10</b>	



**Detalhe do dreno de captação de gases no aterro sanitário**

O sistema de drenagem de gases deve ser vistoriado permanentemente, de forma a manter os queimadores sempre acesos, principalmente em dias de vento forte.

#### 10.3.1.4. Drenagem de Águas Pluviais (drenagem superficial)

O sistema de drenagem superficial tem como finalidade básica desviar as águas da bacia de contribuição para fora da área do aterro, diminuindo dessa forma o volume de líquido percolado, durante e após a fase de execução do aterro, além de possibilitar a sua operação, inclusive em dias de chuva.

Este sistema requer a construção de canais de superfície livre a meia encosta, ou canaletas, envolvendo todo o perímetro dos maciços de lixo, com escoamento para os níveis inferiores e interligação ao sistema que envolve a área maior do aterro, inclusive aos acessos de serviços. O projeto deve prever um bom caimento da cobertura diária do aterro para evitar empoçamentos.

Toda água recolhida por esse sistema deverá ser conduzida para um ponto distante da área operacional do aterro e interligada à rede externa de captação de águas pluviais ou despejada em um meio receptor (rios, córregos, etc).

Desta forma, na fase de operação do aterro a drenagem das águas pluviais (canaletas e caixa de passagens) será executada conforme a frente de trabalho for avançando. Nos acessos já construídos na etapa de implantação, deverá ser



	<b>Estado de Goiás</b> <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> <b>Secretaria de Licitações e Contratos</b>	<b>ATUALIZAÇÃO</b> <b>FEV/2016</b>
	<b>CAPÍTULO 10</b>	

considerada manutenção frequente, com limpeza de eventuais pontos obstruídos e execução de novos acessos impostos pela logística de operação.

Não há como estimar a extensão do sistema sem definição em projeto básico.

#### 10.3.1.5. Tratamento do Chorume

Definido o método ou sistema para tratamento do chorume e executadas as obras necessárias na fase de implantação do aterro, resta à fase de operação manter o sistema funcionando, com acompanhamento diário e constante.

Se o método adotado tiver sido pelo conjunto de lagoas aeróbias, suas margens devem ser tratadas de modo a não permitir o crescimento da vegetação na interface ar-efluente, uma vez que esta vegetação serve de abrigo para mosquitos e outros vetores.

A remoção do lodo deve ser feita periodicamente para não interferir na eficiência do sistema. O lodo removido deve ser seco em um leito de secagem e removido de volta para o interior do aterro sanitário, enquanto a fração líquida pode ser descartada diretamente no corpo receptor.

O sistema de aeração das lagoas também merece acompanhamento constante para não comprometer a homogeneização da massa líquida e, conseqüentemente, as condições aeróbias do chorume.

Caso tenha sido escolhido o método de recirculação do chorume para os maciços de lixo, a bomba de recirculação, assim como os aspersores, também merecem controles e manutenções frequentes, uma vez que uma pane no sistema pode fazer com que o chorume bruto, acumulado no poço de reunião, vaze para fora e seja lançado em algum corpo d'água, causando danos ao meio ambiente.

#### 10.3.1.6. Monitoramento Ambiental

O monitoramento das massas d'água do entorno do aterro deve começar antes do início da operação, com a coleta e análise de amostras dos corpos

Rua 68 nº 727 – Centro – fone 3216-6000 fax. 3223-9011 CEP: 74.055-100 Goiânia (GO) -[www.tcm.go.gov.br](http://www.tcm.go.gov.br)

P:\Meus documentos\FIS\Manual de Limpeza pública\Manual\Manual Completo\Manual de Orientações para Análise de Serviços de Limpeza Urbana - Versão Final - FEV-16 (MODIFICADO).doc

	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos
	<b>CAPÍTULO 10</b>

d'água próximos, inclusive do lençol freático, para se avaliar a qualidade atual dos mesmos e obter parâmetros para comparações futuras.

O segundo instante do monitoramento ambiental deverá ser a partir do momento em que se começa a coleta do chorume para tratamento.

A frequência de amostragem assim como os parâmetros a serem analisados devem ser estabelecidos em comum acordo com o órgão de controle ambiental e informados no projeto básico.

O Manual do IBAM<sup>3</sup> exemplifica alguns tipos e períodos de tratamento:

Exemplo de um Programa de Monitoramento Ambiental:

- Mensalmente, análises físico-químicas e bacteriológicas do sistema de tratamento, nos efluentes bruto e tratado, envolvendo ensaios de pH, DBO<sup>40</sup>, DQO<sup>41</sup>, resíduos sedimentáveis, totais e fixos e colimetria.
- Trimestralmente, análises dos poços de monitoramento construídos e dos locais de coleta nos corpos d'água de superfície, a montante e jusante do aterro, ensaiando os mesmos parâmetros.

Se a concepção do aterro prever tratamento do biogás pelo sistema de queima controlada para certificação de créditos de carbono, o processo de monitoramento exige equipamentos de controles complexos e sofisticados, além de projeto específico.

#### 10.3.1.7. Monitoramento Geotécnico e Topográfico

Devem ser devidamente monitorados, por meio de equipamentos apropriados:

- a operação de enchimento das células do aterro até a execução da declividade do platô final acabado;
- a estabilidade dos maciços de lixo, com a implantação de alguns marcos de concreto nas frentes de trabalho, com vistas a se poder calcular o recalque diferencial das camadas aterradas. Esses marcos devem ser lidos mensalmente, acentuando-se a frequência de leitura

<sup>40</sup> DBO: Demanda bioquímica de oxigênio.

<sup>41</sup> DQO: Demanda química de oxigênio.

	Estado de Goiás <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> Secretaria de Licitações e Contratos	ATUALIZAÇÃO FEV/2016
	<b>CAPÍTULO 10</b>	

no caso de recalques expressivos. A leitura desses marcos também servirá para se fazer a verificação da estabilidade geotécnica do aterro, através da medição dos deslocamentos horizontais dos mesmos.

### **10.3.2. Equipamentos/Veículos para Operação do Aterro Sanitário**

Os equipamentos normalmente empregados nas operações em um aterro sanitário são:

- trator de esteiras – provido de lâmina para espalhamento, compactação e recobrimento do lixo;
- caminhão basculante – para transporte de material de cobertura e de material para a execução dos acessos internos;
- pá mecânica – para carregamento dos caminhões;
- retroescavadeira – para abertura e manutenção das valas de drenagem;
- caminhão-pipa – para abastecimento d'água, redução da poeira nas vias internas e umedecimento de terra nos serviços de compactação.
- veículos/motos de apoio.

As quantidades de cada equipamento dependem do porte do aterro.

### **10.3.3. MÃO DE OBRA**

A definição das equipes de mão de obra também varia em função do porte e da concepção do aterro. Em geral, consideram-se:

- engenheiro civil, ambiental ou sanitaria para gerenciamento e acompanhamento das operações e do monitoramento ambiental e geotécnico;
- encarregado administrativo, com atuação em tempo integral;
- encarregado ou fiscal de operação, com atuação em tempo integral;
- técnico para controle ambiental;

	<b>Estado de Goiás</b> <b>TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS</b> <b>Secretaria de Licitações e Contratos</b>
<b>CAPÍTULO 10</b>	<b>ATUALIZAÇÃO</b> <b>FEV/2016</b>

- balanceiro ou auxiliar de controle de entrada e saída de caminhões;
- mecânico;
- tratoristas para operação dos equipamentos previstos;
- motoristas para os caminhões basculantes previstos;
- auxiliares para serviços gerais (pedreiros, ajudantes, etc);
- vigias diurnos e noturnos
- pessoal especializado quando as funções exigirem: químicos, geólogos, topógrafos, eletricitas, etc.

#### 10.3.4. MATERIAIS DIVERSOS

Os materiais mais significativos, em virtude da quantidade demandada, são os necessários para a construção dos drenos de biogás e a terra para recobrimento do lixo.

Geralmente, a terra utilizada no recobrimento das células é proveniente das escavações realizadas no próprio aterro. Quando não for possível esse aproveitamento, poderá ser calculado o volume necessário para a cobertura diária, intermediária e/ou final referente às células previstas para serem executadas no período de um mês, com base no plano operacional do aterro.

Uma forma simplificada de calcular a quantidade de terra, apenas para efeito de avaliação do quantitativo considerado no orçamento básico, é utilizar o percentual de 20% em relação ao volume de lixo estimado para descarte no aterro durante o tempo de vida útil, dividindo-o pelo número de meses correspondentes. Tem-se, assim, grosso modo, uma estimativa média do volume mensal de terra necessária.

Os materiais para construção dos drenos de biogás podem ser levantados em função das quantidades e profundidades definidas no projeto. Para estimativa do custo mensal, dividir o quantitativo apurado pelo número de meses correspondente ao tempo de vida útil do aterro.