

MEMORIA DESCRITIVO

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas surgido com o aparecimento do homem até os dias atuais é sem dúvida a geração de resíduos, juntamente com a falta de planejamento voltado ao espaço urbano e ambiental.

A área de projeto está situada, na Rua 01, nº 20 do bairro Parque Industrial do município de Santa Vitória.

O projeto a ser desenvolvido contemplará obras de receber os resíduos sólidos domésticos do município de Santa Vitória e proporcionar a destinação final adequada dos mesmos perante as legislações vigentes e beneficiando toda população do município, saúde pública e do meio ambiente. A área onde será implantada a Vala Sanitária do Aterro Sanitário estar apresentada no Croqui de Localização e nos demais Projetos Executivos.

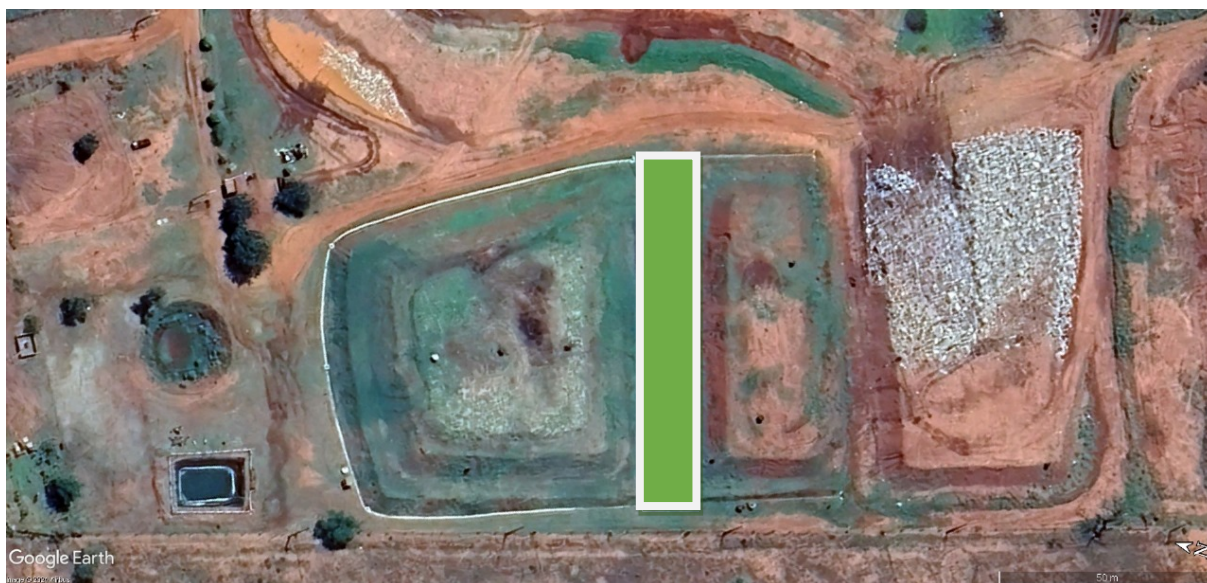


Figura 1: Croqui Localização

DISPOSIÇÕES GERAIS

O objeto da presente especificação é de fixar as diretrizes e estabelecer os procedimentos básicos a serem observados e considerados para perfeita execução das obras de terraplanagem com a implantação de Vala Sanitária para o Aterro Sanitário no município de Santa Vitória/MG, atendendo as as legislações vigentes e beneficiando toda população do município, saúde pública e do meio ambiente.

Os critérios aqui estabelecidos têm base nas seguintes regulamentações legais:

- Diretriz Técnica N° 04/2017 da FEPAM; Item 7.2 Critérios Para elaboração de projetos (LI);

- NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação;
- NBR 10005 – Lixiviação de Resíduos – Procedimento;
- NBR 10703 – Degradação do Solo – Terminologia;
- NBR 11174 – Armazenamento de resíduos classes IIA – não inertes e IIB – inertes;
- NBR 1183 – Transporte de Resíduos;
- NBR 8419 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento;
- NBR 13896 – Aterros de resíduos não perigosos – critérios para projeto, implantação e operação – Procedimento;
- NBR 13895 – Construção de poços de monitoramento e amostragem – Procedimento;

1º FISCALIZAÇÃO

Quando da execução da obra, a fiscalização ficará a cargo do órgão competente e da Secretaria de Obras da Prefeitura, as exigências serão baseadas nos projetos, nas especificações, nas normas da ABNT e nos critérios de boa técnica.

A empresa construtora se comprometerá dar à fiscalização, no cumprimento de suas funções, livre acesso a todas as dependências da obra. Cabe à fiscalização, rejeitar todo e qualquer material ou serviço de má qualidade ou não especificado e estipular o prazo para retirada da obra.

A presença da fiscalização na obra, não diminuirá a responsabilidade da empresa construtora.

2º DIREÇÃO DA OBRA

A empresa construtora credenciará, para a direção da obra, um Engenheiro legalmente habilitado em tempo integral, um mestre de obras, e auxiliares de comprovada competência. O mestre de obras, responderá pelo Engenheiro, na eventual ausência deste, não podendo se afastar do recinto da obra, durante o horário de trabalho. Caberá à direção da obra, a contratação de mão de obra especializada para a execução de todos os serviços, bem como da vigência de obra até a sua entrega final.

3º ADMINISTRAÇÃO DA OBRA

Para a perfeita execução e completo acabamento desta obra, a empresa construtora se obriga, sob responsabilidade legal vigente, a prestar toda, assistência técnica e administrativa necessária ao conveniente andamento dos trabalhos.

4º MATERIAIS

Todo o material a ser empregado na obra, será de boa qualidade, deverá atender normas da ABNT, e também normas específicas para este tipo de construção.

A fiscalização poderá examinar todo o material recebido na obra antes da utilização, e decidir sobre a sua aceitação ou rejeição.

Cabe a ela decidir sobre a substituição ou similaridade do material.

Diz-se que dois materiais ou equipamentos apresentam similaridade se desempenham idêntica função construtiva e apresentam características técnicas, considerando, dependendo do caso, equivalência de peso, volume, composição química, rendimento e resistência do material. Deve-se observar também a semelhança estética.

No caso de similaridade, a substituição se processará, podendo haver ou não compensação financeira para ambas as partes, ou seja, a Prefeitura ou a empresa construtora, o que ficará sujeito à negociação pelas partes referidas, tomando base nos preços da planilha.

A empresa construtora retirará do recinto da obra, todos os materiais rejeitados pela fiscalização.

A retirada de qualquer material rejeitado do canteiro de serviços só será permitida após prévia anuência da fiscalização, no Diário de Obras.

Será proibido manter na obra qualquer material não especificado.

ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA

A obra será totalmente administrada por profissionais legalmente habilitados, e que deverá estar presente em todas as fases da execução dos serviços, durante os meses especificados pelo cronograma de execução da obra.

SERVIÇOS PRELIMINARES

PLACA DE OBRA

Deverá ser de chapa metálica de aço galvanizado, capaz de resistir às intempéries, durante o período da obra. Terá dimensões de 2,00 x 1,25 m e deverá ser pintada obedecendo à proporção de 1:1,25 conforme instruções do Manual de Placas de Obras, disponível na internet, no endereço ww.caixa.gov.br. A placa deverá ser fixada no terreno, em local indicado pelo fiscal da obra, apoiada em estrutura de madeira. Nessa placa constará o nome dos autores e coautores de todos os projetos, assim como dos responsáveis pela execução, conforme art. 16 da resolução n.º 218 do CREA.

A placa deverá ser afixada em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a melhor visualização. É proibida a fixação de placas em árvores.

MOBILIZAÇÃO E DESBOLIZAÇÃO

A mobilização constituirá na colocação e montagem no local da obra de todo equipamento, materiais e pessoal necessário à execução dos serviços.

Vale salientar, que deverão também estar incluídos no item mobilização, os custos de transportes dos equipamentos, a serem montados e daqueles utilizados para a implantação das obras, do canteiro para os locais efetivos de execução dos serviços dentro da obra.

Os equipamentos deverão estar no local da obra num tempo hábil, de forma a possibilitar a execução dos serviços na sua sequência normal.

A CONTRATADA fará o transporte de todo equipamento necessário até o local da obra.

Nenhum material de construção ou equipamento necessário à execução das obras das Planilhas Licitadas será fornecido pela PREFEITURA cabendo à CONTRATADA todas as providências e encargos nesse sentido.

A desmobilização constituirá na retirada do canteiro da obra de todos os equipamentos usados pela CONTRATADA e só será iniciada após a autorização da FISCALIZAÇÃO.

Ao final da obra, a CONTRATADA deverá remover todo o equipamento, as instalações do acampamento, as edificações temporárias, as sobras de material e o material não utilizado, os detritos e outros materiais similares, de propriedade da CONTRATADA, ou utilizados durante a obra sob a sua orientação. Todas as áreas deverão ser entregues completamente limpas.

Locações da obra:

A obra deverá ser locada com rigor, observando-se o projeto quanto à planimetria e a altimetria. O terreno onde será construída a obra deve ser identificado e delimitado com precisão.

As referências de nível estabelecidas no local da obra serão compatíveis com as

cotas e níveis determinados pelo projeto. Observar-se-ão os alinhamentos públicos estabelecidos pelo órgão responsável (Prefeitura, DER, etc.) e os limites precisos da obra. No caso de se preferir outro processo da locação, este deve ser executado seguindo as normas técnicas de execução no processo escolhido.

1. METODOLOGIA

Todo projeto de aterro sanitário deve ser elaborado segundo as normas preconizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, que descrevem as diretrizes técnicas dos elementos essenciais aos projetos de aterros, tais como: impermeabilização da base e impermeabilização superior, monitoramento ambiental e geotécnico, sistema de drenagem de lixiviados e de gases, exigência de células especiais para resíduos de serviços de saúde, apresentação do manual de operação do aterro e definição de qual será o uso futuro da área do aterro após o encerramento das atividades (VAN ELK, 2007).

De acordo a NBR 8419/1984, o projeto de um aterro sanitário deve ser obrigatoriamente constituído das seguintes partes: memorial descritivo, memorial técnico, apresentação da estimativa de custos e do cronograma, plantas e desenhos técnicos (VAN ELK, 2007).

Sendo assim, a metodologia a ser aplicada para o tratamento dos resíduos da Empresa Planeta, da cidade de Serafina Correa consiste no sistema integrado, de maneira que fiquem definidos os seguintes componentes de projeto:

- **Estudos Preliminares:** pesquisa de dados da realidade local, no desenvolvimento de estudos técnico-científicos e o levantamento de parâmetros necessários à elaboração de uma estratégia para solução do problema.
- **Sistema de Tratamento dos Resíduos a serem dispostos:** o sistema tem a função de orientar a concepção do projeto do aterro sanitário, cumprindo a função sanitária e de conservação ambiental. Este sistema deve garantir a qualidade da vida no entorno do aterro com mínimas influências para o meio ambiente. A concepção do sistema adotado para o aterro da empresa Planeta, foi o tratamento anaeróbio tradicional.
- **Sistema de Tratamento de Base (impermeabilização):** O sistema de tratamento de base tem a função de proteger a fundação do aterro, evitando a contaminação do subsolo e aquíferos adjacentes, pela migração de percolados e/ou dos gases, em não havendo condições naturais *in situ* favoráveis. No caso em que as condições naturais sejam totalmente favoráveis e seguras ambientalmente, dispensa-se esse sistema.

Um sistema de tratamento de base deve apresentar as seguintes características:

- estanqueidade;
- durabilidade;
- resistência mecânica;
- resistência às intempéries climáticas;
- compatibilidade físico-química-biológica com os resíduos a serem aterrados.

Dentre os materiais, comumente empregados em tratamento de base de aterros, destacam-se as argilas compactadas e as geomembranas. As camadas impermeabilizantes devem ser executadas com controle tecnológico e atender características tecnológicas de baixa permeabilidade, mínimas espessuras, representando barreiras à migração de poluentes. Em virtude das condições do solo local, optou-se para o tratamento de base do aterro das células de aterramento a utilização de geomembrana de PEAD com 2,0 mm de espessura, como sistema de impermeabilização da base do aterro.

- **Sistema de Operação:** O sistema de operação deve levar em consideração, os aspectos relacionados à otimização dos recursos humanos, materiais e financeiros, bem como a forma de gerenciamento.

O sistema de operação deve, também, prever o controle do funcionamento do aterro sanitário, cumprindo recomendações básicas relacionadas ao volume de lixo recebido, zoneamento dos locais de disposição, tratamento dos resíduos e dos efluentes gerados pela disposição. O controle de recebimento do lixo consiste na implantação de balança localizada na entrada do aterro sanitário, onde os veículos que entram e saem da área deverão ser pesados por funcionários. Recomenda-se a implantação de espaço destinado à análise e inspeção do lixo que será recebido no aterro.

Os efluentes líquidos e gasosos, provenientes da geração dos resíduos dispostos no aterro, causados pela degradação dos mesmos, devem ser coletados e submetidos a processos de tratamento adequados às condições locais e à concepção do projeto de aterro sanitário.

Os métodos operacionais citados descrevem apenas o processo de formação geométrica das células de lixo.

- **Sistema de Drenagem de Percolado:** Sob o sistema de tratamento de base do aterro sanitário é conveniente projetar-se um sistema drenagem de fundação para a coleta de águas naturais do subsolo. Este sistema deve ser acessado pelo sistema de monitoramento ambiental do aterro, de maneira a atestar as boas condições de desempenho do sistema de tratamento de base, durante a vida útil do aterro e após o seu encerramento.

- **Sistema de Cobertura:** O sistema de cobertura tem a função de proteger a superfície das células de lixo, minimizando impactos ao meio ambiente, visando à eliminação da proliferação de vetores, à diminuição da taxa de formação de percolados, à redução da exalação de odores, impedir a catação, permitir o tráfego de veículos coletores sobre o aterro, à eliminação da queima dos resíduos e à saída descontrolada dos gases. Além destas características, o sistema de cobertura deve ser resistente a processos erosivos e, adequado à futura utilização da área.

O nível de compactação previsto para o dimensionamento das células do Módulo de Aterramento está embasado na operação do trator de esteira que, com o mínimo de (05) cinco passagens sobre a camada de lixo disposta na rampa (30 a 40cm), deverá obter uma massa específica aparente de $0,70 \text{ ton/m}^3$.

O uso de proteção vegetal é recomendado, com o objetivo de integrar a massa final ao meio ambiente local. Os materiais componentes do sistema de cobertura final deverão ser especificados de maneira a atender os requisitos técnicos anteriores, da mesma forma que o sistema de impermeabilização de base. A garantia de bom desempenho depende de controle tecnológico durante a execução.

- **Sistema de Drenagem de Águas Pluviais:** Este sistema tem a finalidade de interceptar e desviar o escoamento superficial das águas pluviais, durante e após, a vida útil do aterro, evitando sua infiltração na massa de resíduo. O dimensionamento da rede de drenagem é dependente, principalmente, da vazão a ser drenada. Os métodos de dimensionamentos seguem a prática usual de drenagem urbana, em se tratando de bacias de pequenas áreas de contribuição. Nos aterros, em geral, o sistema de drenagem de águas pluviais é constituído por estruturas drenantes de meias calhas de concreto (canaletas) associadas a escadas d'água e tubos de concreto, conforme for o caso.

- **Sistema de Captação e Drenagem de Líquidos Percolados:** O sistema de drenagem de líquidos percolados deve coletar e conduzir os líquidos percolados, que atravessam a massa do aterro, através de drenos internos, reduzindo as pressões atuantes dos líquidos na massa de resíduo e minimizando o potencial de migração do mesmo no subsolo.

Para o dimensionamento desse sistema de drenagem é fundamental o conhecimento da vazão a ser drenada e das condicionantes geométricas da massa de resíduos. A sua concepção depende da alternativa de tratamento adotado para o aterro sanitário, podendo inclusive estar associada ao sistema de drenagem de gases.

- **Sistema de Drenagem de Gases:** tem a função de drenar os gases provenientes da decomposição da matéria orgânica resultante do processo de digestão, evitando sua migração através dos meios porosos que constituem o subsolo. A migração dos gases deve ser controlada

através da execução de rede de drenagem adequada, constituída por drenos verticais colocados em pontos estratégicos nas células.

Estes drenos atravessam toda a célula no sentido vertical, desde a camada de impermeabilização até as camadas superiores. Associados aos drenos verticais projetam-se drenos horizontais e sub verticais que facilitam a drenagem mais eficiente da massa de lixo.

Estes drenos podem ser interligados ao sistema de drenagem de percolados, dependendo da alternativa de solução de tratamento adotada para o aterro sanitário.

- Análise da Estabilidade dos Maciços dos Resíduos Sólidos Dispostos: A estabilidade dos maciços de terra, da fundação e da massa de resíduos sólidos dispostos nas células do aterro deve ser analisada a partir de parâmetros e métodos de análise adequados ao local. O objetivo da análise de estabilidade é a definição de geometria estável do aterro e seus entornos, com critérios de segurança adequados.

- Sistema de Tratamento dos Líquidos Percolados: No aterro sanitário, deve ser previsto sistema de coleta e tratamento dos líquidos percolados, não sendo admissível sua descarga em cursos d'água, fora dos padrões normalizados. Usualmente é composto de uma rede de valas subsuperficiais, preenchidas com material drenante (de forma tal que se evite sua colmatção ao longo do tempo) e dispostas de forma difusa em toda a base do aterro, inclusive, se for o caso, ao longo dos seus taludes intermediários, de modo a captar e conduzir para o correspondente sistema de tratamento, todos os líquidos efluentes da massa de resíduos aterrados.

A coleta deverá ser realizada através de drenos com materiais inertes com tubos que compõem o sistema de drenagem de percolado, os quais conduzirão os líquidos percolados coletados até as caixas de passagem e conduzidas para o sistema de tratamento de efluentes já edificada, que consiste em um tratamento biológico dos efluentes gerados (chorume) provenientes do aterro sanitário.

- Sistema de Tratamento dos Gases: A drenagem e controle dos gases provenientes de aterro consistem na redução das emissões atmosféricas de metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂), gerado pela decomposição anaeróbia dos resíduos sólidos aterrados, o que diminui odores e minimiza a migração de gases para áreas vizinhas. O correto controle desses gases gerados evita também a ocorrência de incêndios espontâneos e explosões por carga de pressão na operação de compactação dos resíduos. Na maioria dos aterros sanitários, o sistema de drenagem e tratamento desses gases constitui-se de malha de chaminés de captação e escoamento e queimadores de gases, dispostos diretamente sobre a extremidade superior das chaminés de captação.

- **Sistema de Monitoramento:** tem a função de conhecer e avaliar o impacto causado pelo empreendimento através de monitoramento contínuo e sistemático, sendo composto por monitoramento geotécnico e ambiental. O sistema de monitoramento geotécnico consistirá em:

- controle de deslocamentos verticais;
- controle do nível de percolado e pressões de gases no corpo do aterro;
- controle da descarga de percolado através de drenos;
- inspeções periódicas;

O sistema de monitoramento ambiental consiste em:

- controle da qualidade das águas subterrâneas;
- controle da qualidade das águas superficiais;
- controle da qualidade do ar;
- controle da poluição do solo;
- controle dos vetores propagadores de doenças.

O monitoramento deverá ser efetuado através da ativação dos poços de monitoramento, instalação de piezômetros, medidores de deslocamentos verticais, medidores de vazão, análises físico-químicas e biológicas. A frequência de coleta das amostras para as análises, assim como a técnica e os métodos utilizados de coleta são indicados pelos órgãos de controle ambiental. A frequência das leituras dos marcos superficiais (deslocamentos verticais), piezômetros e medidores de vazão serão definidos em projeto.

- **Monitoramento do Lençol Freático:** Se faz necessário o monitoramento das águas do lençol freático. Esse procedimento deve ser realizado através de análises físico-químicas e bacteriológicas, em períodos pré-determinados, geralmente em intervalos de 6 (seis) meses. Para realizar esse monitoramento é recomendada a instalação de um poço à montante da área do aterro (parte mais alta) e três ou mais poços a jusante (parte mais baixa), e estrategicamente locado na direção do fluxo do lençol freático.

Esses poços devem ser executados em conformidade com as recomendações da NBR 13.895/1997. A localização estratégica e a construção racional dos poços de monitoramento, aliadas a eficiência da coleta, acondicionamento e análise das amostras, permitem resultados precisos sobre a influência do método de disposição dos resíduos, na qualidade da água subterrânea.

- **Proteção dos Taludes:** A ocorrência de um processo erosivo depende da natureza do solo, de sua permeabilidade, inclinação e de como se encontra a cobertura vegetal. A declividade das rampas (taludes) nos projetos de aterro sanitário é geralmente 30% e a cobertura vegetal passa a ser um elemento importância na estabilização desses taludes. As espécies vegetais das gramíneas são as mais indicadas para essa cobertura.
- **Jazida de material de Recobrimento:** Preferivelmente situada no interior da gleba em que se localiza o aterro, ou em sua proximidade. É importante ter-se em vista que o material a ser utilizado no recobrimento das “células” diárias de resíduo compactado, além de ser consumido em relativamente grande quantidade, deverá possuir características qualitativas que possibilitem a formação de uma capa suficientemente consistente, relativamente resistente à lixiviação pelas águas pluviais e relativamente impermeáveis.
- **Fechamento Final do Aterro:** Esta operação objetiva a concepção de um plano de encerramento do aterro sanitário, prevendo-se a recuperação da área utilizada e sua ocupação final. O dimensionamento do sistema de fechamento do aterro sanitário é função do tratamento dos resíduos, adotado durante a vida útil do mesmo.

As drenagens que circundam a área aterrada, as vias de acesso e os sistemas de monitoramento deverão ser mantidos em funcionamento após o encerramento do aterro. Os sistemas de drenagem e tratamento dos líquidos percolados e dos gases deverão ser mantidos em operação durante todo o tempo em que os líquidos e gases apresentarem potencial poluidor. A cobertura final de terra deverá ser executada de maneira a evitar o surgimento de vetores de doenças e a percolação indevida de líquidos e gases.

O monitoramento deverá ser mantido e as leituras realizadas periodicamente, até a estabilização da massa de resíduos.

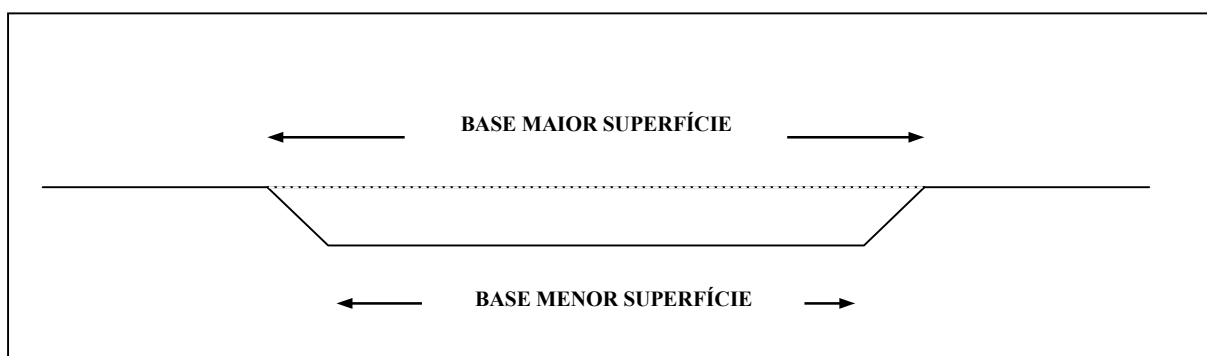
IMPERMEABILIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO

Nesse item são apresentados os métodos de impermeabilização inferior e superior do empreendimento

Preparação do Terreno/Compactação – Célula 02

Inicialmente deverão ser implantados os taludes laterais do Módulo de Aterramento, conforme NBR 11682/1991, para deposição dos resíduos, deixando de forma perimétrica uma drenagem pluvial escavada no topo (ou crista) do talude no terreno natural. A seguir, deverá ser efetuada a decapagem do horizonte de solo correspondente à superfície de implantação do Módulo de Aterramento, a Célula 02 (fase 1), numa área da base maior superficial de 1.700m^2 , considerando um talude de contenção (H1:V1), com altura máxima de $h = 5\text{m}$ e, conforme demonstração esquemática da Figura 7.

Figura 7 - Corte longitudinal da célula do Módulo de Aterramento na forma



tronco piramidal

A compactação deverá ter uma espessura aproximada de 20cm considerando toda a superfície da base menor e dos taludes. Este solo de decapagem deverá ser estocado na área lateral ou contígua, para ser utilizado posteriormente na cobertura final do depósito de resíduos do Módulo de Aterramento.

O passo seguinte será a escavação da argila da base do módulo a ser preparado até as cotas projetadas, onde o volume total a ser escavado para a Célula 02 é estimado em $1.804,00\text{m}^3$. Parte desta argila será utilizada no selamento do depósito de resíduos existente. O restante da argila será estocado junto à área do módulo para levantar os taludes e posteriores coberturas e selamentos durante as operações. Considera-se, ainda, que o comprimento do Módulo de Aterramento fique paralelo ao limite do terreno.

Após a escavação até as cotas previstas, a superfície da base da vala será escarificada e mecanicamente compactada com argila. As camadas impermeabilizantes de argila deverão ser executadas com controle tecnológico de compactação, com as seguintes características: camadas compactadas de no máximo de 20 cm de espessura; com proctor normal 95%, uma camada de geomembrana sintética com espessura de 2,00 mm, tipo PEAD 2,00mm, umidade em torno da umidade ótima obtida no ensaio de compactação; coeficiente de permeabilidade de no máximo, 10^{-7} cm/s.

Impermeabilização do Módulo de Aterramento

A camada de impermeabilização da base e das laterais deve garantir a segura separação da disposição de resíduos do subsolo, impedindo a contaminação do lençol freático e do meio natural através de infiltrações de percolados e/ou substâncias tóxicas.

O sistema de impermeabilização de base para as duas células em questão, Célula 03 e Célula 04, deverá ser feito com solo argiloso compactado, com uma camada inferior e superior, de espessura igual a 60,00cm cada, e entre estas duas camadas será assentada uma camada de geomembrana de Polietileno de Alta Densidade - PEAD de espessura igual a 2,0mm. A compactação das camadas argilosas deverá chegar a densidade máxima, com coeficiente de permeabilidade inferior a 1×10^{-7} cm/s, conforme expedido na LPA nº 00492/2017.

Para proteção da superfície, após a conclusão de cada etapa executiva, é feita a impermeabilização superficial com o mesmo tipo de material utilizado na base e com as mesmas especificações da impermeabilização de base.

Deverão ser realizados os seguintes procedimentos:

- Regularização da superfície interna dos taludes e retirada de qualquer material irregular para o bom assentamento da geomembrana;
- Abertura da vala de ancoragem da geomembrana, a 1 (um) metro da borda do módulo;
- Implantação da Geomembrana, devendo está ser realizada por profissionais especializados neste tipo de serviço;

Na aplicação da camada de impermeabilização de base (ou inferior) empregando-se solo argiloso, o fator que determinará o desempenho do sistema é a compactação realizada em campo. Durante os trabalhos, é fundamental um rigoroso controle de compactação em cada

espessura de solo espalhado para verificar se o tratamento da base está de acordo com o projeto. Segue detalhamento na Figura 9.

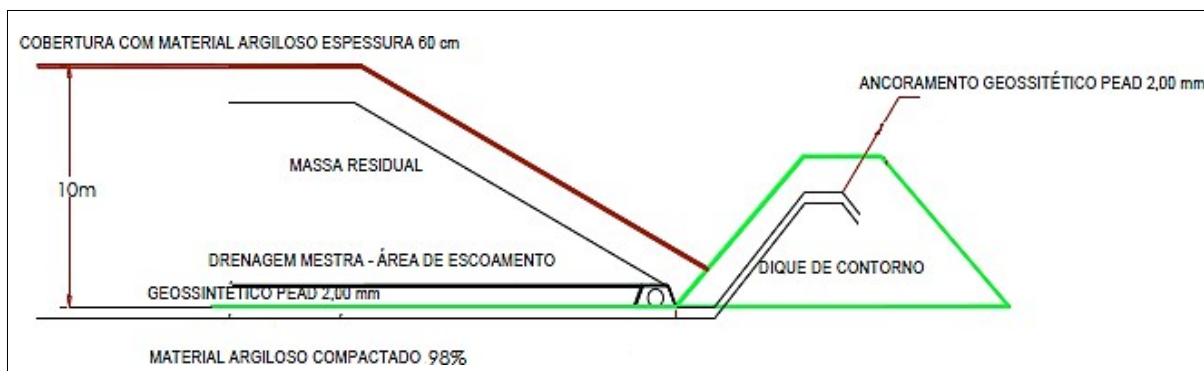


Figura 9 - Detalhamento

Para as técnicas operacionais de construção e empacotamento e acomodação final dos resíduos no Módulo de Aterramento deve-se utilizar o Método da Área, conforme conceitos já mencionados. O solo retirado será aproveitado para recobrir a Célula no final de cada dia de trabalho.

Solda por Termofusão

Na instalação da geomembrana de PEAD, as emendas de cada rolo serão agrupadas por fusão térmica, fusão está realizada através de máquina autopropulsora dotada de cunha e/ou de sistema gerador de ar quente e com orientação do fabricante da geomembrana. A solda é de linha dupla com um canal de pressurização, para verificação da sua estanqueidade. O trespasse da geomembrana será de 10cm.

Algumas orientações deverão ser seguidas para a colocação da geomembrana:

- Deverão ser feitos trespases entre os painéis, de 10cm nas soldas, por termo- fusão;
- A geomembrana deverá ser instalada verticalmente no sentido da inclinação do talude;
- Deverá ser observado para que ocorra o mínimo possível de rugas e ondulações, mas com folga mínima, para que não fique tensionada ao dilatar ou contrair;
- Deve ser efetuada ancoragem temporariamente com sacos de areia;
- As soldas verticais deverão estar na direção da inclinação do talude;
- Observar para que haja uma boa conexão de passagem da tubulação de chorume, possuindo uma boa vedação através da geomembrana.

A geomembrana a ser instalada deve ter, no mínimo, as seguintes especificações conforme apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Especificações técnicas da geomembrana

PROPRIEDADES	UNIDAD E	VALOR
Espessura	mm	2,0
Densidade	g/cm ³	0,94
Índice de Fluidez	g/10 min 5 Kg	1
Resistência à tração no escoamento (méd.mín.)	N/mm ²	17
Resistência à tração na ruptura (méd.mín.)	N/mm ²	53
Deformação no escoamento (méd.mín.)	%	12
Deformação na ruptura (méd.mín.)	%	700
Módulo de Elasticidade	N/mm ²	420
Dureza Shore D	Din 53505	58
Estabilidade Dimensional	%	1,5
Teor de Negro de Fumo	%	2-3
Resistência Tenso Fissuramento	Horas	5.000
Resistência ao Puncionamento	N	250
Coefficiente Dilatação Térmico Linear	X10 ⁻⁴ cm/cm °C	1,8
Tempo Indução Oxidativa	O2/1atm/2 00°C	140

Proteção Mecânica da Geomembrana

Para evitar qualquer dano à impermeabilização da base, a camada de impermeabilização superior ou segunda camada, com espessura de 60 cm, deverá ser assentada para proteção da geomembrana e deve ser construída com solo argiloso compactado

somente na área da base, deixando-se livre a geomembrana dos taludes. Deve-se evitar a utilização de solo pedregoso para que algumas pedras presentes não exerçam uma ação mecânica sobre a geomembrana e provoquem rompimentos. Esta segunda camada de argila deverá ser compactada a 98%. Junto aos taludes a espessura da argila será maior para evitar que a brita do colchão drenante entre em contato com a geomembrana.

Ancoragem da Geomembrana

Na parte de cima dos taludes a geomembrana deverá ter uma ancoragem para evitar que haja deslizamentos e soltura. A ancoragem é feita em valas escavadas no solo, em canaletas, abertas na superfície do terreno e com uma distância da borda do talude da vala de 1,0m; dependendo da inclinação e da altura do talude. As canaletas deverão medir 0,50m de largura e 0,50 m de altura ao longo do seu comprimento de forma perimétrica nos taludes dos módulos.

Solda por Termofusão

Na instalação da geomembrana de PEAD, as emendas de cada rolo serão agrupadas por fusão térmica, fusão está realizada através de máquina autopropulsora dotada de cunha e/ou de sistema gerador de ar quente e com orientação do fabricante da geomembrana. A solda é de linha dupla com um canal de pressurização, para verificação da sua estanqueidade. O trespasse da geomembrana será de 10cm.

Algumas orientações deverão ser seguidas para a colocação da geomembrana:

- Deverão ser feitos trespases entre os painéis, de 10cm nas soldas, por termo- fusão;
- A geomembrana deverá ser instalada verticalmente no sentido da inclinação do talude;
- Deverá ser observado para que ocorra o mínimo possível de rugas e ondulações, mas com folga mínima, para que não fique tensionada ao dilatar ou contrair;
- Deve ser efetuada ancoragem temporariamente com sacos de areia;
- As soldas verticais deverão estar na direção da inclinação do talude;
- Observar para que haja uma boa conexão de passagem da tubulação de chorume, possuindo uma boa vedação através da geomembrana.

A geomembrana a ser instalada deve ter, no mínimo, as seguintes especificações conforme apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Especificações técnicas da geomembrana

PROPRIEDADES	UNIDAD E	VALOR
Espessura	mm	2,0
Densidade	g/cm ³	0,94
Índice de Fluidez	g/10 min 5 Kg	1
Resistência à tração no escoamento (méd.mín.)	N/mm ²	17
Resistência à tração na ruptura (méd.mín.)	N/mm ²	53
Deformação no escoamento (méd.mín.)	%	12
Deformação na ruptura (méd.mín.)	%	700
Módulo de Elasticidade	N/mm ²	420
Dureza Shore D	Din 53505	58
Estabilidade Dimensional	%	1,5
Teor de Negro de Fumo	%	2-3
Resistência Tenso Fissuramento	Horas	5.000
Resistência ao Puncionamento	N	250
Coeficiente Dilatação Térmico Linear	X10 ⁻⁴ cm/cm °C	1,8
Tempo Indução Oxidativa	O2/1atm/2 00°C	140

Proteção Mecânica da Geomembrana

Para evitar qualquer dano à impermeabilização da base, a camada de impermeabilização superior ou segunda camada, com espessura de 60 cm, deverá ser assentada para proteção da geomembrana e deve ser construída com solo argiloso compactado somente na área da base, deixando-se livre a geomembrana dos taludes. Deve-se evitar a utilização de solo pedregoso para que algumas pedras presentes não exerçam uma ação mecânica sobre a geomembrana e provoquem rompimentos. Esta segunda camada de argila deverá ser compactada a 98%. Junto aos taludes a espessura da argila será maior para evitar que a brita do colchão drenante entre em contato com a geomembrana.

Ancoragem da Geomembrana

Na parte de cima dos taludes a geomembrana deverá ter uma ancoragem para evitar que haja deslizamentos e soltura. A ancoragem é feita em valas escavadas no solo, em canaletas, abertas na superfície do terreno e com uma distância da borda do talude da vala de 1,0m; dependendo da inclinação e da altura do talude. As canaletas deverão medir 0,50m de largura e 0,50 m de altura ao longo do seu comprimento de forma perimétrica nos taludes dos módulos.

O sistema de drenagem proposto, então, baseia-se nas seguintes premissas básicas:

- evitar que as águas das chuvas provoquem alagamentos nas vias locais ou erosões na própria área e nas suas cercanias;
- coletar toda a vazão do chorume gerado nas células para encaminhá-lo até o sistema de tratamento, evitando que esse chorume venha a provocar poluição do solo ou do lençol freático local;

No topo do talude da camada final e na base dos taludes das demais camadas deverão ser construídas linhas de drenagem para a captação das águas que escoam superficialmente. Essas linhas de drenagem são constituídas por canaletas revestidas de meia-canais de concreto, que captam e conduzem essas águas para fora do aterro, através das suas laterais

Descrição dos Elementos do Sistema de Drenagem dos Gases

O sistema de drenagem de gás é um sistema convencional de tubos perfurados, colocados verticalmente desde a base do aterro até imediatamente abaixo da camada de

cobertura final. Esses drenos são construídos com a superposição de tubos de concretos ou PVC ($\phi = 12''$) revestidos de brita nº 4.

Após a colocação dos tubos, em seu centro será colocado o tubo perfurado de concreto ou PVC (12" de diâmetro), com altura de 3,0m sendo o espaço restante preenchido com brita nº 4, na forma de "gaiola" considerando a espessura da camada de brita utilizada de aproximadamente 50cm maior que o diâmetro interno do tubo.

A construção se faz com utilização de um tubo guia dentro do qual são colocadas as britas nº 4, com o tubo sendo elevado à medida que se aumenta a cota do aterro.

A "gaiola" de brita será fixada numa base de concreto sobre a base do Módulo de Aterramento, anteriormente preparada, permitindo sua interligação física com brita e aumentando sua eficiência.

A estrutura dos drenos de gases, construído de tubos de concreto ou PVC perfurados e brita, estará disposta verticalmente desde o solo até a camada superior, de preferência sobre a rede de drenagem do líquido percolado, e superposta à medida do enchimento do aterro.

O sistema de construção dos drenos verticais deverá ser o mais simples possível. O princípio baseia-se na elevação da tubulação conforme o aumento de altura do módulo. Os tubos de concreto ou de PVC perfurados serão apenas sobrepostos uns sobre os outros com encaixe. Os tubos de concreto ou PVC deverão ser perfurados conforme um plano de furos especificado para cada tubulação.

Algumas medidas devem ser observadas para aumentar a eficiência de captação dos gases e a durabilidade dos drenos verticais. A principal proteção dos drenos constitui-se na camada de brita que os envolvem, com o objetivo de não permitir o contato do lixo diretamente com o dreno (diminuição da possibilidade de tamponamento dos orifícios), como também para facilitar o escoamento vertical de percolado para o sistema de drenagem da base do módulo.

À medida que o dreno for sendo colocado (aumentado em sua altura), a camada de brita ("gaiola") que o envolve deverá ser repostada. Para facilitar a execução da mesma, deve-se usar uma tela de aço galvanizado para confinamento das pedras, não permitindo a perda de pedras para dentro da massa de lixo. A malha da tela deverá ser menor que 1½", sendo obrigatoriamente inferior ao diâmetro médio das britas.

Sistema tratamento dos líquidos percolados

No aterro sanitário, deverá sempre ser previsto um sistema de coleta e tratamento dos líquidos percolados, não sendo admissível sua descarga em cursos d'água, fora dos padrões normalizados. Usualmente é composto de uma rede de valas sub superficiais, preenchidas com material drenante (de forma tal que se evite sua colmatção ao longo do tempo) e dispostas de forma difusa em toda a base do aterro, inclusive, se for o caso, ao longo dos seus taludes intermediários, de modo a captar e conduzir para o sistema de tratamento, todos os líquidos efluentes da massa de resíduos aterrados.

A coleta deverá ser realizada através de drenos com materiais inertes com tubos que compõem o sistema de drenagem de percolado, os quais conduzirão os líquidos percolados coletados até as caixas de passagem e conduzidas para o sistema de tratamento de efluentes já edificadas.

O sistema de tratamento em operação consiste em um tratamento biológico dos efluentes gerados (chorume) provenientes do aterro sanitário, sendo que a mesma se apresenta totalmente cercada com tela e placas de identificação, onde foi construída (lagoas).

Santa Vitória, 26 de julho de 2.024

Dion Berto Compasso da Silva
Engº. Civil - CREA-MG 337044