



**SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS
ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS**

PROJETO BÁSICO



DOCUMENTO ASSINADO POR LOGIN E SENHA POR: BRUNO RODRIGUES MOUZINHO (ASSINATURA) EM 17/02/2025 17:06:39

LEI Nº 14.063, DE 23 DE SETEMBRO DE 2020

VERIFIQUE A AUTENCIDADE DESTES DOCUMENTOS EM <https://epalmas.palmas.to.gov.br/cadastroUsuarioExterno/verificacao.aspx> INFORMANDO O CÓDIGO: 59828EA8



**SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS
ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS**

INDICE

1.	APRESENTAÇÃO	3
2.	CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA DO PROJETO	4
3.	MEMORIAL DESCRITIVO COM ESPECIFICAÇÕES E EXECUÇÃO	4
6.1.	Dreno Principal.....	9
6.2.	Drenos Verticais de Gases.....	9
6.2.1.	Drenos de Célula.....	10
6.2.2.	Sistema Coletor e Condutor de Drenagem de Percolados	10
6.2.3.	Controle do Volume de Líquidos Percolados Gerados	11
7.1.1.	Descida de água em Geocélula	14
7.1.2.	Canaleta de Contorno	15
7.1.3.	Impermeabilização Superior	15





SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS

1. APRESENTAÇÃO

O projeto executivo da ampliação do Aterro Sanitário de Palmas, Tocantins, visa atender às crescentes demandas de gestão de resíduos sólidos urbanos da cidade. Palmas, como uma capital em constante crescimento, enfrenta desafios significativos no gerenciamento sustentável dos resíduos gerados por sua população. A ampliação da 7ª célula do aterro sanitário é uma medida essencial para garantir a continuidade do serviço de disposição final de resíduos de maneira ambientalmente correta e tecnicamente adequada.

A expansão do aterro sanitário envolve a construção de uma nova célula de disposição de resíduos, projetada para aumentar a capacidade de armazenamento e melhorar a eficiência operacional do aterro. Este projeto inclui a implementação de tecnologias modernas de engenharia e gestão ambiental, destinadas a minimizar os impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública.

A nova célula será projetada conforme as normas técnicas vigentes, assegurando a impermeabilização adequada do solo, a coleta e tratamento de lixiviados, e o controle de gases gerados pela decomposição dos resíduos. Além disso, o projeto contempla medidas de monitoramento contínuo e a adoção de práticas de gestão integradas, que visam a maximização da vida útil do aterro e a promoção da sustentabilidade ambiental.

A execução deste projeto é fundamental para atender às necessidades atuais e futuras de Palmas, garantindo que a cidade disponha de uma infraestrutura adequada para o gerenciamento de seus resíduos sólidos, contribuindo assim para a melhoria da qualidade de vida da população e para a preservação do meio ambiente.





SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS

2. CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA DO PROJETO

Considerando a vida útil da 7ª Célula do Aterro de Palmas, atualmente em operação, surge a necessidade da continuidade das atividades de disposição final dos rejeitos. Desta forma, é apresentado o projeto executivo para a ampliação do referido aterro, compreendendo a sétima etapa (7ª Célula), em conformidade com as normas e legislações vigentes, incluindo a ABNT NBR 8419 e NBR 13896.

Para assegurar a continuidade dos processos de implantação da 7ª célula, prevê-se a escavação e regularização do terreno em solo compactado, por meio de execução direta, de modo a possibilitar a implementação dos sistemas já existentes. Sobre o solo regularizado e compactado, com as declividades previstas em projeto, será implantado o sistema de drenagem subsuperficial. Sobrejacente a este, será instalado o sistema de impermeabilização de base.

Após a execução das camadas de impermeabilização, será implementado o sistema de drenagem de base (gás e lixiviados). A concepção construtiva a ser adotada para a 7ª Célula seguirá o método convencional, apresentando a seguinte configuração:

- Inclinação máxima dos taludes: 1:1,5
- Largura mínima de bermas: 4,0 m
- Altura das células do aterro: variável, com máxima de 5,0 m

Adicionalmente, o projeto também prevê a implantação de um sistema de drenagem superficial, bem como a instalação de instrumentação para monitoramento geotécnico (marcos superficiais e piezômetros).

3. MEMORIAL DESCRITIVO COM ESPECIFICAÇÕES E EXECUÇÃO

3.1. ISOLAMENTO DA ÁREA

O Aterro Sanitário de Palmas/TO já dispõe de cercamento adequado e portão de acesso, eliminando a necessidade de desenvolvimento de um projeto específico adicional para essas estruturas.

3.2. SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL

O sistema de drenagem subsuperficial da 7ª célula de disposição de rejeitos será implantado abaixo da cota final de terraplenagem, seguindo a mesma declividade. Este sistema será constituído por uma vala escavada mecanicamente com seção transversal retangular de 0,60 m





SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS

de largura por 0,60 m de profundidade. A seção escavada terá um lastro de brita 1 com 10 cm de espessura na base, sobre o qual será assentado um tubo corrugado e perfurado de polietileno de alta densidade (PEAD) com 100 mm de diâmetro. O restante da seção será preenchido com brita nº 4.

Os drenos serão integralmente revestidos com geotêxtil não tecido de poliéster com gramatura de 300 g/m². Os efluentes coletados nos drenos subsuperficiais serão encaminhados para os Reservatórios de Qualidade e Quantidade (RQQ) através de tubulação de PEAD com 200 mm de diâmetro, instalada fora da área do maciço.

3.3. SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE BASE

3.3.1. MATERIAL

O material de impermeabilização a ser aplicado será uma manta geomembrana PEAD lisa de 2 mm. Produzida no processo Flat-Die, propiciando ao material uniformidade de espessura em todo o produto e, devido à calandragem do polietileno ainda quente, o processo produz uma superfície lisa, íntegra e com alto brilho, sem a formação de vínculos e dobras.

A largura da geomembrana deverá ser igual ou superior a 7,00m e o comprimento de 100m, com espessura de 2,00mm. Estas dimensões conferem a manta geomembrana um grande aproveitamento de material quanto à montagem no campo. Uma quantidade menor de soldas é necessária para se cobrir a mesma área, com isto, as possibilidades de eventuais defeitos de solda e por consequência dos pontos frágeis de remendos são reduzidas.

A manta geomembrana deverá atender à seguinte especificação:

Item	Propriedades	Norma	Valor
1	Espessura do núcleo (1)	ASTM D 5994	2,00mm
2	Densidade	ASTM D 792	0,94 g/cm (3)
3	Resistência à tração		
3.1	No escoamento	ASTM D 6693	29 KN/m
3.2	Na ruptura		67 KN/m
3.3	Alongamento no Escoamento		12%
3.4	Alongamento na ruptura (4)		700%





SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS

4	Resistência ao rasgo	ASTM D 1004	249 N
5	Resistência ao Puncionamento	ASTM D 4833	640 N
6	Teor de Negro de Fumo	ASTM D 1603 OU 4218	2 - 3 %
7	Dispersão de negro de fumo	ASTM D 5596	Categoria 1 ou 2
8	Fissuração sob Tensão	ASTM D 5397	500 horas
9	Tempo de Oxidação indutiva	ASTM D 3895	100 min
10	Envelhecimento no Forno a 85 Grau C - OIT Standard (retida após 90 dias)	ASTM D 5721/3895	55%
11	Resistência UV - OIT de Alta Pressão (% Retida após 1600 h	ASTM D 5885	50%

3.3.2. MÉTODOS DE INSTALAÇÃO DA GEOMEMBRANA

Nenhum equipamento ou ferramenta poderá danificar a geomembrana no seu manuseio, movimentação ou soldagem final dos painéis.

O método a ser empregado para a aplicação dos painéis deverá minimizar o aparecimento de rugas ou soldagem final dos painéis;

Será permitido um enrugamento aproximado de 5% no comprimento e na largura. Esta folga tem a finalidade de anular as perdas por enrugamento natural do material, movimentação natural de dilatação e retratação do produto e eventuais ondulações, recalques e movimentação de solo.

Nenhum veículo, equipamento ou máquina, a não ser os devidamente autorizados pelo técnico da empresa vencedora, será permitido trafegar sobre a manta geomembrana.

Toda responsabilidade da instalação da manta geomembrana será por conta da empresa CONTRATADA.

Toda a saída para percolados originários na manta geomembrana, deverá ser deixado pronto pela CONTRATADA.

Durante todo o período de instalação da manta geomembrana será supervisionado por um técnico designado pela CONTRATANTE.

3.3.3. INSTALAÇÃO DOS PAINÉIS

As geomembranas de PEAD deverão, obrigatoriamente, ser instaladas de modo



SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS

natural, relaxado, sem nenhum tipo de tensão ou estresse ao material. São previstas folgas mínimas a serem dadas ao material durante o processo de sua instalação definitiva.

Não será permitida a instalação de geomembrana esticada, tencionada, sem as folgas determinadas pelo fabricante, de modo a serem compensados os movimentos de dilatação, contração e ondulação, naturais ao produto.

Sempre que possível, a sobreposição do material no ato da soldagem deverá ocorrer no sentido dos ventos dominantes, evitando-se desse modo à ação contrária dos ventos que pode levantar o material, dificultando o processo de soldagem.

3.3.4. PREPARO DE SOLDAGEM NO LOCAL DA OBRA

A área de soldagem refere-se a parte onde ocorrerá a sobreposição do material e deverá estar limpa, livre de poeira, sujeiras e pedriscos, 30 minutos antes da aplicação da soldagem térmica.

Se a superfície a ser soldada estiver suja de lama, será previamente limpa com água e só após a perfeita secagem será efetuada a solda.

Buracos no solo, torrões de argila, pedras, areias, lamacentas ou condições impróprias a uma boa soldagem deverão ser removidas antes da soldagem, ainda na fase de reparo da infraestrutura.

3.3.5. SOLDAGEM DA GEOMEMBRANA

Devido às características do Polietileno de Alta Densidade o sistema de união das geomembranas de PEAD é exclusivamente por meio de soldas.

Os sistemas de soldas a ser utilizada na instalação de manta geomembrana de Polietileno Alta Densidade PEAD são;

Soldas por termofusão - Fundição e união do mesmo material componente das geomembranas (PEAD).

Soldas por extrusão - fundição de material PEAD aportado ("macarrão de solda").

Toda terminação (solda de fechamento, remendo, etc...) deverá ser executado por médio de solda por extrusão.

O material entregue ("cordão de solda") de PEAD deverá ser idêntico material que a manta geomembrana de diâmetro 4 mm,

As soldas por termofusão deverão ser do tipo dupla com canal central, de maneira de



SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS

permitir a execução dos testes pneumáticos em todas elas.

Todas as máquinas de solda deverão estar equipadas com leitura digital das temperaturas e sensores eletrônicos automáticos para a regulação das temperaturas e velocidades.

3.3.6. ANCORAGEM

A ancoragem principal da geomembrana; fixação superior perimetral do revestimento numa célula deverá ser por meio de ancoragem de 150 cm de largura X 30 cm, de profundidade.

A distância mínima da borda interna da valeta até a borda de encontro talude - coroamento = 0,50m.

O solo retirado da escavação das valetas deverá ficar disposto do lado da valeta do lado externo da célula. Desta maneira não interferirá com a instalação do revestimento e ficará disponível na hora de fechar a valetas com esse solo.

4. PROJETO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE GASES E LÍQUIDOS PERCOLADOS

As águas provenientes da precipitação direta sobre o aterro e do escoamento superficial das áreas adjacentes tendem a percolar através do maciço de resíduos, carreando poluentes que, juntamente com o lixiviado oriundo da decomposição dos resíduos depositados, constituem um material de alta carga poluidora (percolado).

Para permitir a drenagem do percolado gerado nas células do aterro de resíduos, deverá ser executado o sistema de drenagem de base, previamente ao lançamento de resíduos. Este sistema é constituído basicamente de estruturas drenantes com escoamento em meio poroso, formado por drenos horizontais imersos em “berço” de brita, com inclinação de fundo longitudinal mínima de 3%.

Sobre a camada de proteção mecânica do sistema de impermeabilização, está prevista a implantação de um tapete drenante, com 0,30 m de espessura em rachão, a ser executado sobre uma camada de separação em geotêxtil tecido de políster com resistência mínima de 25 kN/m.

O sistema de drenagem de base será composto por um sistema de coletores de



SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS

percolado denominado Dreno. Além do sistema de drenagem de base, deverão ser executados os drenos verticais de gases e os drenos de célula.

O Dreno Principal será composto por um tubo de PEAD perfurado, com 250 mm de diâmetro, furos de 16mm de diâmetro espaçados a cada 0,10m, com oito furos por seção, imerso em um berço preenchido com rachão.

Os elementos supracitados, devidamente interligados entre si, compõem o sistema de drenagem de líquidos percolados, cuja finalidade é captar o lixiviado proveniente dos resíduos e conduzi-lo para a lagoa de contenção. O adequado funcionamento do sistema de drenagem é crucial para evitar a geração de excesso de pressões neutras no maciço, comprometendo a estabilidade do mesmo.

Para a implantação dos drenos de percolado, recomenda-se a utilização de pedra britada de gnaiss, granito, basalto, micaxisto ou materiais que sejam resistentes ao percolado. Não é recomendada a utilização de pedra de origem calcária. Além disso, a pedra utilizada deverá ser lavada para evitar que o material fino contido nela cause obstrução no sistema de drenagem de percolado.

Destaca-se a obrigatoriedade de utilização de pedra não calcária apenas para o sistema de drenagem interna (gás e lixiviados – incluindo dreno vertical e dreno de célula). Para os demais serviços, a seleção da pedra a ser utilizada ficará a critério do operador.

Ao final de cada Dreno Principal, está prevista uma caixa de passagem para acesso à tubulação. Esta caixa permitirá a manutenção e limpeza preventiva do sistema, além de possibilitar a realização de vídeo inspeção, dando continuidade às ações já realizadas atualmente no Aterro Sanitário de Palmas/TO.

6.1. Dreno Principal

O Dreno será composto por um tubo de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) perfurado, com diâmetro de 250 mm. Os furos terão diâmetro de 16 mm e serão espaçados a cada 0,10 m, com oito furos por seção. O tubo será imerso em um berço preenchido com rachão

6.2. Drenos Verticais de Gases



SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS

Os drenos verticais de gases consistem em tubos de concreto simples, perfurado, com encaixe ponta e bolsa, com diâmetro nominal de 400mm

Ao redor desses tubos, deverá ser disposta uma camada de rachão com espessura mínima de 0,70m, que possibilitará a interligação do dreno vertical com os drenos horizontais (de fundação e de célula). A camada vertical de rachão será contida por meio de tela em aço soldada galvanizada.

A tela em aço deverá ser produzida conforme o disposto na ABNT NBR 7481 e deverá atender às especificações técnicas do tipo Q-283 ou equivalente técnico, possuindo as seguintes características: espaçamento entre fios de 10 cm x 10 cm e diâmetro das barras de 6,0 mm.

O espaçamento considerado entre os drenos verticais no projeto do aterro será de 30 m.

Para possibilitar a interligação dos drenos verticais à tubulação do Dreno Principal, deverão ser utilizados tês de redução (250 mm para 200 mm de diâmetro), de maneira a permitir o acesso para realização de limpeza periódica

6.2.1. Drenos de Célula

Além do sistema de drenagem de base, deverão ser executados os drenos de célula, previamente ao início de uma nova descarga de resíduos para conformação das células. Esses drenos deverão ser interligados aos drenos verticais que, por gravidade, conduzem o percolato das células até a drenagem de fundação na base do aterro. Os drenos de célula são elementos lineares de seção trapezoidal, constituídos por rachão.

6.2.2. Sistema Coletor e Condutor de Drenagem de Percolados

O sistema de coleta e condução do percolato será composto por tubulação dupla em Polietileno de Alta Densidade (PEAD), com 200 mm de diâmetro cada. Essas tubulações serão interligadas ao sistema atualmente existente, direcionando o percolato gerado diretamente para a Lagoa Principal existente.





**SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS
ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS**

6.2.3. Controle do Volume de Líquidos Percolados Gerados

Para este projeto, está prevista a instalação de uma Calha Parshall para monitoramento do volume de líquidos percolados gerados, conforme a localização planejada.

A Calha Parshall (Figura 1) é um dispositivo padronizado para medição de vazão em canais abertos, com dimensões normalizadas conforme as normas ASTM D1941-91:1975 e ABNT NBR ISO 9826:2008.

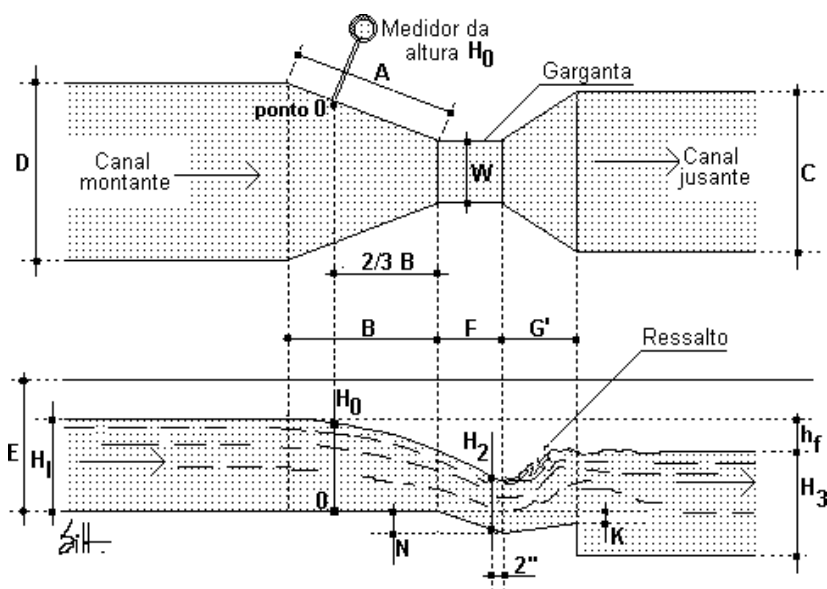


Figura 1 - Esquema básico de uma calha Parshall convencional.

O Quadro 1 apresenta os valores padronizados da largura da garganta da calha Parshall (W) bem como de outras dimensões e o Quadro 5 apresenta os valores limites de vazão do medidor em função da dimensão.

Quadro 1: Dimensões padronizadas da calha Parshall.

W	A (mm)	C (mm)	D (mm)
1''	363	93	168
2''	415	135	214
3''	466	178	259
6''	621	294	393
9''	880	380	575



**SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS
ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS**

12''	1370	610	845
------	------	-----	-----

Fonte: ASTM D1941:91 (2013) e ABNT NBR ISO 9826:2008.

Quadro 2: Valores limites de vazão (L/s) em função da largura da garganta.

W (mm)	Vazão Mínima (L/s)	Vazão Máxima (L/s)
25 (1'')	0,11	5,67
51 (2'')	0,28	14,17
76 (3'')	0,85	53,8
152 (6'')	1,52	110,4
229 (9'')	2,55	251,9
305 (12'')	3,11	455,6

Fonte: ASTM D1941:91 (2013) e ABNT NBR ISO 9826:2008.

Tendo em vista a vazão prevista, será utilizada, no empreendimento em questão, a Calha Parshall de 2'', a qual possui capacidade de leitura de vazão de 0,28L/s a 14,17L/s.

1. Preparação do Terreno

- Realização de escavações e preparação do terreno conforme as especificações do projeto.
- Garantia de que o local de instalação esteja nivelado e compactado adequadamente para suportar a estrutura da calha.

2. Fornecimento de Materiais

- Aquisição e transporte de todos os materiais necessários para a construção da calha Parshall de 2'', incluindo concreto, aço, dispositivos de medição e demais componentes.
- Materiais devem seguir as especificações técnicas para garantir durabilidade e precisão nas medições.
- Utilização de concreto de alta resistência para a construção da calha.
- Componentes metálicos (como aço inoxidável) para garantir durabilidade e resistência à corrosão.





SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS

- Dispositivos de medição eletrônicos ou mecânicos, devidamente calibrados para precisão nas leituras de vazão.

3. Construção e Instalação

- Construção da calha Parshall conforme o projeto aprovado, incluindo moldagem e concretagem da estrutura.
- Instalação dos dispositivos de medição e monitoramento de vazão, garantindo a correta calibragem e funcionamento dos mesmos.
- Implementação de sistemas de drenagem e vedação para evitar infiltrações e garantir a integridade estrutural da calha.

4. Teste e Comissionamento

- Realização de testes de funcionamento da calha Parshall, verificando a precisão das medições e o desempenho dos dispositivos instalados.
- Ajustes e correções, se necessários, para assegurar o cumprimento dos parâmetros técnicos e operacionais.
- Seguir as normas técnicas para construção de estruturas hidráulicas, garantindo a estabilidade e segurança da calha.
- Utilização de equipamentos de construção apropriados para escavação, moldagem e concretagem.

5. Documentação e Relatórios

- Elaboração de relatórios detalhados sobre a execução dos serviços, incluindo desenhos técnicos, fotos georreferenciadas, dados de calibração e testes realizados.
- Fornecimento de um relatório final contendo a descrição dos métodos utilizados, dificuldades encontradas e soluções adotadas, com a devida ART.

7. SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL – PRIMEIRA ETAPA

O sistema de drenagem superficial do aterro será equipado com dispositivos de caráter permanente, instalados em uma etapa já concluída e ao final da implantação do aterro.

O sistema de drenagem superficial permanente será projetado para garantir a coleta e o escoamento das águas pluviais, evitando sua infiltração na massa de resíduos e prevenindo a formação de focos de erosão.

A primeira etapa do sistema de drenagem superficial será composto basicamente por:





SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS

1. Descida de água em geocélula;
2. Canaleta de contorno; e
3. Proteção superficial com grama.

7.1.1. Descida de água em Geocélula

Com o objetivo de drenar e conduzir as águas pluviais coletadas pelas canaletas de berma (será sugerido a execução na ampliação do talude) para fora da área do aterro, serão implantadas, após a execução da última camada do aterro emergencial, as descidas de água em geocélula, em formato trapezoidal. As descidas de água serão interligadas às canaletas de contorno para encaminhamento à lagoa de retenção de águas pluviais.

A descida de água na superfície do aterro deve possuir borda livre elevada, prevendo-se concentrações de vazão não previstas no projeto. Além disso, como o escoamento se processa a altas velocidades (> 4 m/s), ele é considerado turbulento. As geocélulas deverão ser colocadas sobre um geotêxtil não tecido de polipropileno (300 g/m^2) e preenchidas com brita 2 ou 3.

Os trabalhos deverão ser iniciados com a escavação da vala na massa de resíduos, utilizando equipamentos apropriados. Todo o material escavado deverá ser removido para a frente de disposição de resíduos. Em seguida, será realizado o recobrimento das áreas expostas com solo argiloso compactado, assegurando um recobrimento mínimo.

Após a conclusão do recobrimento com solo argiloso, será realizado o revestimento da área de implantação das descidas sobre o talude com geotêxtil não tecido. Em seguida, proceder-se-á à instalação das geocélulas com preenchimento de brita 2 ou 3.

A montagem dos painéis de geocélula será feita utilizando-se tirantes (cordas de poliéster) para as uniões laterais e abraçadeiras plásticas nas uniões longitudinais, de forma que as células interligadas adquiram uma configuração uniforme. Após o posicionamento e união dos painéis, poderá ser iniciado o preenchimento das células com brita 2 ou 3.

Nas bermas com previsão de constante tráfego de equipamentos de manutenção e de coletores ou carretas, será instalada tubulação em concreto armado (Classe PA-3), conforme ABNT NBR 8890, embutida e interligada na caixa de passagem.

A caixa de passagem será executada em tijolo cerâmico do tipo furado, com



SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS

dimensões de 0,14 x 0,19 x 0,29 m, revestida internamente e externamente com argamassa de 0,5 cm. O assentamento dos tijolos cerâmicos será executado a cutelo.

7.1.2. Canaleta de Contorno

As canaletas de contorno previstas serão retangulares e constituídas por concreto moldado in loco. A laje de fundo e as paredes laterais serão confeccionadas em concreto armado, com armadura produzida conforme a ABNT NBR 7480.

7.1.3. Impermeabilização Superior

Os aterros sanitários devem possuir um sistema de cobertura final destinado a minimizar a infiltração de água no interior do maciço, reduzir a erosão do solo de cobertura e controlar o transporte de gases oriundos do processo de decomposição dos resíduos. Assim como o sistema de revestimento de fundo, o sistema de cobertura pode incluir uma variedade de materiais naturais (solos) ou sintéticos (geossintéticos) para garantir o cumprimento desses objetivos (PITANGA, 2007).

Para a execução da 7ª Célula de Disposição de Rejeito o sistema de cobertura previsto consiste em uma camada de 0,60 m de solo argiloso, com coeficiente de permeabilidade (k) na faixa de $10^{-7} \text{ cm/s} \leq k \leq 10^{-5} \text{ cm/s}$. Sobre esta camada de solo argiloso, será aplicada uma camada de solo orgânico com 0,20 m de espessura, seguida pela proteção vegetal.

O sistema de cobertura final deverá ser instalado assim que uma célula de resíduos for concluída, evitando o acúmulo de ações importantes a serem executadas no maciço, diminuindo os riscos de instabilidade geotécnica e, consequentemente, os custos elevados associados à manutenção e conclusão do aterro.

1. Proteção Vegetal dos Taludes

Os serviços de proteção vegetal nos taludes consistem no plantio de grama para proteger as áreas expostas dos taludes (cortes, aterros e encostas), proporcionando resistência à erosão superficial e preservando, quando possível, as características da paisagem natural adjacente. A proteção vegetal será constituída por grama das espécies Esmeralda, São Carlos, Curitiba, Batatais ou equivalente. Recomenda-se a utilização do sistema de leivas, que consiste em placas de grama já desenvolvidas, transportadas para plantio no local desejado.



SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS

Para o bom desenvolvimento vegetal, é necessário espalhar uma camada de solo de regularização/solo vegetal sobre o talude a ser protegido. A utilização de adubos e corretivos deve ser realizada com base em fórmulas obtidas após a análise química do solo a ser protegido e da camada de solo de regularização utilizada. Pode-se utilizar o solo vegetal retirado na fase de limpeza do terreno, desde que tenha sido armazenado de maneira a preservar suas propriedades.

2. Procedimentos de Plantio

As leivas de grama utilizadas devem ser de porte baixo, com sistema radicular profundo e abundante, preferencialmente nativas ou adaptadas à região. As leivas devem ter dimensões uniformes, sendo extraídas manual ou mecanicamente. O plantio deve ser realizado preferencialmente dois meses antes do período de chuvas e seguido por irrigação.

Quando necessário, a irrigação deverá ser feita com equipamento aspersor, não sendo admitidos métodos que possam comprometer a estabilidade dos maciços. A irrigação será processada à medida que as leivas forem implantadas. No caso de não aceitação dos serviços, será providenciado o replantio.

3. Fixação da Grama em Leivas

A fixação das leivas de grama poderá ser realizada por meio de ripas de madeira ou bambu, grampos de ferro, estacas de madeira, entre outros, após a cobertura com uma camada de solo, devidamente compactada levemente com soquete de madeira ou de ferro.

8. INSTRUMENTALIZAÇÃO

8.1. MARCOS SUPERFICIAIS

1. Execução de Marcos Superficiais

- Implantação de marcos superficiais conforme projeto aprovado, utilizando materiais duráveis e resistentes às condições ambientais do local.
- Cada marco deve ser numerado e georreferenciado, garantindo precisão e facilidade de identificação.
- Os marcos devem ser instalados em intervalos regulares, conforme especificado no projeto, para assegurar a cobertura completa da área.





SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS

2. Documentação e Relatórios

- Elaboração de relatórios detalhados sobre a execução dos serviços, incluindo mapas, coordenadas dos marcos, fotos georreferenciadas e demais documentos necessários para comprovação da correta instalação.
- Fornecimento de um relatório final contendo a descrição dos métodos utilizados, dificuldades encontradas e soluções adotadas, com a devida ART.

3. Materiais

- Os marcos devem ser feitos de concreto ou outro material de alta durabilidade, com dimensões que garantam estabilidade e visibilidade.
- Utilização de tinta resistente para a marcação numérica e georreferenciamento dos marcos.

4. Métodos de Implantação

- Utilização de equipamentos de precisão para a instalação dos marcos, garantindo o alinhamento e nivelamento corretos.
- A instalação deve ser realizada por equipe técnica qualificada, observando todas as normas de segurança e meio ambiente.

8.2. PIEZÔMETROS

1. Fornecimento de Materiais

- Aquisição e transporte de todos os materiais necessários para a execução dos piezômetros, incluindo tubos, filtros, válvulas, sistemas de vedação e demais componentes.
- Utilização de tubos de PVC, aço inoxidável ou outro material resistente à corrosão para a construção dos piezômetros.
- Filtros adequados para garantir a precisão das medições e evitar entupimentos.
- Equipamentos de vedação e selagem de alta qualidade para assegurar a integridade das instalações.

2. Perfuração e Instalação

- Realização de perfurações nos pontos definidos no projeto, utilizando equipamentos adequados para garantir a precisão e a integridade do solo. Sendo que cada furo será de 20m aproximados
- Instalação dos piezômetros nos furos perfurados, assegurando o correto posicionamento e funcionamento dos mesmos.





SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS

- Selagem dos furos para evitar contaminação e assegurar a integridade dos piezômetros instalados.
- Utilização de equipamentos de perfuração de alta precisão, como sondas rotativas ou percussivas, conforme a necessidade do projeto.
- Instalação dos piezômetros por equipe técnica qualificada, garantindo o correto posicionamento e funcionamento dos dispositivos.

3. Calibração e Testes

- Calibração dos piezômetros instalados, realizando testes de funcionamento para garantir a precisão das medições.
- Registro e documentação dos dados de calibração e testes realizados

4. Documentação e Relatórios

- Elaboração de relatórios detalhados sobre a execução dos serviços, incluindo mapas de localização dos piezômetros, dados de instalação, fotos georreferenciadas e demais documentos necessários para comprovação da correta instalação.
- Fornecimento de um relatório final contendo a descrição dos métodos utilizados, dificuldades encontradas e soluções adotadas, com a devida ART.

8.3. SPT – STANDARD PENETRATION TEST

escopo dos serviços:

1. Mobilização de Equipamentos

- Transporte e montagem dos equipamentos de sondagem no local do aterro sanitário.
- Garantia de que todos os equipamentos estejam calibrados e em perfeito estado de funcionamento.

2. Execução dos Ensaios SPT

- Realização dos ensaios SPT nos pontos de sondagem definidos no plano de investigação, utilizando o procedimento padrão para cravação do amostrador e registro dos índices de resistência à penetração (N).
- Coleta de amostras de solo em diferentes profundidades para análise laboratorial.

3. Análise Laboratoriais





**SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E OBRAS PÚBLICAS
ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS**

- Realização de ensaios laboratoriais nas amostras de solo coletadas, incluindo classificação granulométrica, limites de Atterberg, umidade natural, densidade e outras propriedades geotécnicas relevantes.
- Elaboração de relatórios detalhados com os resultados dos ensaios laboratoriais.
- Seguir as normas técnicas para a execução de ensaios SPT (por exemplo, NBR 6484 - Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos).
- Registro detalhado dos índices de resistência à penetração (N) a cada 45 cm de profundidade ou em intervalos menores conforme necessário.

4. Documentos e Relatórios

- Elaboração de relatórios técnicos detalhados sobre os ensaios SPT executados, incluindo perfis de sondagem, gráficos de resistência à penetração, fotografias das amostras e interpretação dos resultados.
- Fornecimento de um relatório final contendo a descrição dos métodos utilizados, dificuldades encontradas, soluções adotadas e recomendações para a operação e manutenção do aterro sanitário, com a devida ART.

5. Equipamentos

- Utilização de sondas rotativas ou percussivas adequadas para a execução de ensaios SPT.
 - Amostradores padrão de 50 mm de diâmetro externo e 35 mm de diâmetro interno, conforme as normas técnicas.

Bruno Rodrigues Mouzinho

