



PREFEITURA DE

Caririáçu

Governando para o povo

RUBRICA

PMC

ANEXO I – PROJETO BÁSICO

Endereço: Rua Parque Recreio Paraíso S/N, Caririáçu – Ceará

CEP: 63.220-000

Fone/Fax (88) 3547-1122

CNPJ n.º 06.738.132/0001-00



PROJETO BÁSICO DE SERVIÇOS DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE CARIRIAÇU/CE EM ATERRO SANITÁRIO LICENCIADO, INCLUINDO O MONITORAMENTO AMBIENTAL E TRATAMENTO DE EFLUENTES


João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil - CREA/PE 16.083-D

CARIRIAÇU - CEARÁ
DEZEMBRO/2023



MEMORIAL DESCRITIVO

1. INTRODUÇÃO

CARIRIAÇU é um município brasileiro do estado do Ceará, localizado na região metropolitana do Cariri, no sul do estado, distante a 466 km de Fortaleza (Capital do Ceará). A uma latitude de 7° 02' 31" S e longitude de 39° 17' 02" O, CARIRIAÇU está situada no Sul do Ceará. Possui seis Distritos: Caririaçu (sede), onde também se localiza a administração municipal, Feitosa (Serrote), Valência, Miragem, Primavera (São Lourenço) e Cachoeirinha. Os principais bairros da cidade são: Pernambuquinho, Mestre Neco, Abílio Unias, Paraíso, José Agostinho, Centro, Nossa Senhora de Carmo, Bico de Arara, Palestina, Cedron, Umari e Padre Cícero, e possui extensão territorial de 634,17km².

De acordo com o censo do ano de 2010 do IBGE, o município de CARIRIAÇU tinha então 23.393 habitantes, tendo uma população estimada em 2023 pelo IBGE, de 26.320 habitantes, sendo o 88º mais populoso do Ceará, com a densidade demográfica de 41,50 hab/km². Deste total de indivíduos. Do total de habitantes, 13.950 residem na zona urbana (53%); 12.370 residindo na zona rural.

Fontes:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/caririacu/panorama>

<https://meumunicipio.org.br/perfil-municipio/2303204-Caririacu-CE>

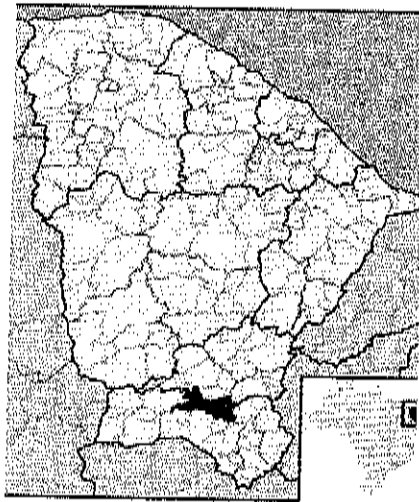


Figura 01 - Localização de CARIRIAÇU no Estado do Ceará.

Um dos mais graves problemas da cidade é a destinação de resíduos sólidos. A coleta tem alguns aspectos negativo devido a vasta extensão territorial do município e distância entre seus distritos, sendo realizada com deficiência nos distritos, onde boa parte da população rural utiliza meios próprios para a destinação final. Já em sua sede urbana, a destinação final dos resíduos tem como problema maior o envio para um LIXÃO, onde os resíduos não possuem tratamento adequado, sendo constante foco de problemas, em especial as queimadas e a fumaça tóxica.


João Bosco Pereira Araújo
Eng. CIVIL - CREA/PE 16.083-D

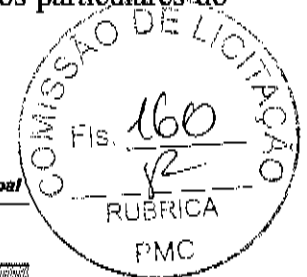


Segundo o Perfil Municipal 2017 do Município de CARIRIÁÇU, elaborado pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), em 2010, somente 54,17% dos domicílios particulares do município tinham serviço de coleta de lixo, como mostra a tabela abaixo:

14

CARIRIÁÇU

Perfil Municipal



Domicílios particulares permanente segundo energia elétrica e lixo coletado - 2000/2010

Discriminação	Município				Estado			
	2000	%	2010	%	2000	%	2010	%
Total	5.653	100,00	7.069	100,00	1.757.888	100,00	2.366.276	100,00
Com energia elétrica	4.934	87,28	7.001	99,04	1.568.648	89,23	2.340.224	98,94
Com lixo coletado	2.280	40,33	3.829	54,17	1.081.790	61,54	1.781.993	75,34

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censos Demográficos 2000/2010

As intervenções públicas para resolver o problema dos resíduos sólidos na cidade de CARIRIÁÇU/CE surgem, ainda que exista um Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PMGIRS e de um Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB, porém com implementação arrastada e complexa frente as dificuldades orçamentárias dos Municípios interioranos brasileiros.

Os serviços de limpeza urbana e destinação final dos resíduos sólidos devem ser definidos, quantificados e planejados de forma a atender satisfatoriamente às necessidades do município, utilizando com o máximo de otimização os recursos disponíveis para execução dos serviços.

O planejamento e caracterização dos diversos tipos de serviços nas diversas áreas da cidade, tais como: coleta dos resíduos, varrição, capina, tratamento e diversos serviços considerados especiais, deverão ser rotineiros, programados, sistematizados e registrados em relatório.

Segundo os Estudos Preliminares de Resíduos Sólidos Urbanos 2019 do Consórcio COMARES Cariri – disponível em https://comarescariri.ce.gov.br/arquivos_download/licitacao/1/29:

Em Caririáçu a empresa Impacto Construções, Serviços e Transportes LTDA –EPP é (era) responsável pela execução dos serviços de coleta e transporte dos resíduos domiciliares. Os resíduos coletados são transportados diretamente para o lixão municipal, que dista aproximadamente 700 m da área urbana do município. O lixão está situado às margens da Rodovia CE-060, nº 3.102, em uma área de propriedade da Prefeitura, entre as coordenadas geográficas 7° 3'12.78"S e 39°17'0.13"W.

Segundo o Plano de Recuperação da Área Degradada (PRAD), o lixão de Caririáçu abrange uma área de 1,14 hectares ao longo da qual estão acumulados 22.500 m³ de resíduos (CEARÁ, 2018b). Não há nenhum controle de entrada e saída de veículos no lixão, a porção frontal do lixão é cercada por um muro de concreto baixo e conta com um portão.

A via de acesso ao lixão é pavimentada e está em boas condições. Na entrada do lixão não há pesagem dos veículos, que descartam os resíduos diretamente no solo sem que haja qualquer tipo de proteção ou impermeabilização deste. No PRAD há indicação de que não há estruturas de impermeabilização, drenagem de águas pluviais ou de chorume no local (CEARÁ, 2018b).

João Bosco Araújo
Eng. Civil - CREA/PE 11.083-D



Não há recobrimento dos resíduos no lixão, de maneira que, após descarga do veículo, os mesmos permanecem expostos a céu aberto. A manutenção do lixão é realizada por equipe própria do município de uma a duas vezes ao mês e consiste apenas na atividade de espalhamento dos resíduos. É importante destacar que a relação de equipamentos utilizados para a manutenção do lixão não foi informada e por este motivo não consta neste relatório.

O município de Caririaçu não possui coleta seletiva. A triagem de materiais recicláveis é realizada por catadores autônomos após o descarte dos resíduos sólidos urbanos no lixão. Não há associações e cooperativas de catadores instituídas e atuantes no município.

Ainda não há cobrança de taxa ou tarifa pelos serviços de manejo de resíduos sólidos. Tampouco há aterro sanitário próprio ou terceirizado que atenda CARIRIACU, sendo que a disposição final dos resíduos sólidos é realizada em lixão. Contudo, por meio da Lei Municipal de CARIRIACU, nº 794/21 que ratifica o Terceiro Termo Aditivo ao Contrato do Consórcio Intermunicipal para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, já entregou, por essa legislação, a concessão dos serviços de MANEJO, TRANSPORTE, TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL aquela autarquia intermunicipal, porém com projetos ainda de Planejamento para sua Execução.

Pelos dados de levantamentos considerando a introdução, sua população conforme os dados oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, referendados pelos dados do Estado do Ceará, em cruzamento com as informações disponíveis no PANORAMA 2022 – Estudo elaborado pela ABRELPE Associação brasileira das empresas de limpeza, a produção de lixo na sede urbana do município de Caririaçu é de 13,30 ton/dia ou **336,38 ton/mês**, como mostra os dados abaixo:

População Geral – 26.320 pessoas disponível em

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/caririacu/panorama>

População Urbana – 53% - 13.950 habitantes com dados disponíveis em

<https://meumunicipio.org.br/perfil-municipio/2303204-Caririacu-CE> (A)

Per capita de produção de lixo considerado ao Município de Caririaçu: 0,955 kg/hab/dia com informações no relatório em anexo e disponível em <https://abrelpe.org.br/panorama/> (B)

25,25 dias úteis/mês como referência aos serviços de limpeza urbana públicos, de acordo com o Manual para análise dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Goiás (haja vista não haver referências ao material na Região Nordeste) em Anexo disponível em <https://www.tcm.go.gov.br/site/wp-content/uploads/2018/02/Manual-Limpeza-Urbana.pdf> (C)

$$\text{Geração dia (A) x (B) / 1000} = \underline{13,32 \text{ ton/dia}}$$

$$\text{Geração mês: } 13,32 \times (C) = \underline{336,38 \text{ ton}}$$


João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil - CREA/PE 16.083-D

Considerando os dados acima, o objetivo é o encerramento do LIXÃO da sede do Município de Caririaçu, atendendo a sua sede urbana, contribuindo para a melhoria do processo de limpeza do Município e da adequada destinação de importante parcela dos resíduos sólidos gerados ao Município.



2. DO ATERRO SANITÁRIO

OBS: Ao presente termo, é importante considerar que para a obtenção dos dados indicados a futura Contratada, foram considerados investimentos por ela na composição dos custos e investimentos dos chamados MICRO ATERROS, assim considerados aqueles cujo dimensionamento prevê a recepção de até 100 toneladas de resíduos/dia, tal dado aventado pela geração diária do Município de Caririáçu/CE.

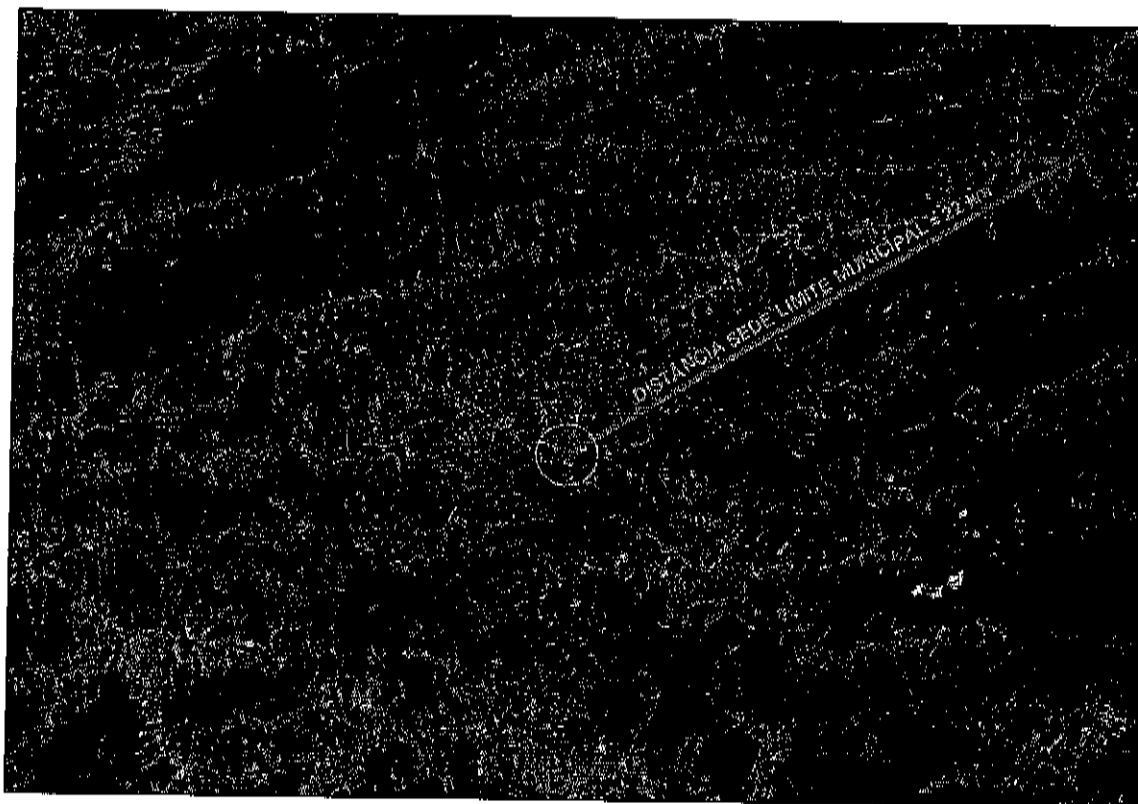
O objetivo do equipamento aterro sanitário licenciado a ser contratado é a recepção e disposição de resíduos urbanos não perigosos (provenientes de residências, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, de serviços públicos do município de CARIRIÁÇU/CE como varrição e limpeza de vias, logradouros públicos e sistemas de drenagem, todos urbanos) e resíduos especiais urbanos, que abrange os resíduos verdes, da construção civil e os volumosos. Abrange-se resíduos das zonas urbanas do Município de CARIRIÁÇU/CE, considerando a adequação ao orçamento público e a dificuldade de logística na destinação adequada no momento a todo o território, bem como considerando os dados da população atendida com os serviços de coleta, conforma das informações preliminares. Conste-se que de imediato, o objetivo em especial é a solução adequada dos resíduos, voltados ao atual lixão do Município para atendimento de situações urgentes, em especial ações judiciais já em trâmite em face do Município.

Dentre os serviços a serem contratados estão:

- TRASLADO – Na condição de que o Município de CARIRIÁÇU/CE deve destinar seu resíduo internamente ao seu território, ainda que em outro ente da Federação seja dada a correta destinação, e considerando a distância máxima determinada, especialmente por questão orçamentária a ser suportada em aditivo contratual de deslocamento ao serviço municipal de coleta, para que continue a manter as atividades de Coleta do RSU por meio de contrato administrativo, estimou-se que o Município de CARIRIÁÇU destinará do ponto central de sua coleta (considerando o ponto de partida da coleta a sede da Administração Municipal de Caririáçu), a entrega, por meio de traslado, a até 22 km de raio (sendo esta a maior distância da sede ao limite do Município de Caririáçu, vide figura abaixo), o RSU a ser tratado, competindo a licitante vencedora o traslado, caso a distância do aterro sanitário ofertado esteja situado além desse raio de 22 km, mediante as autorizações e licenças ambientais competentes para circulação em território de outros entes, cumprindo sua devida comprovação, até o local de recepção e tratamento do RSU coletado,


João Bosco Pereira Araújo
Eng. CIVIL - CREA/PE 16.083-D





RECEPÇÃO: Chegada, conferência e pesagem dos resíduos. Para isso, a contratada deverá possuir no mínimo: 01 (uma) guarita de segurança para controle dos veículos/pessoas que entram e saem do aterro, e 01 (uma) balança para pesagem dos veículos coletores instalada no aterro ou em local a favor do fluxo do mesmo. A pesagem deve ser feita na chegada e saída dos veículos, e assim encontrado o peso bruto dos resíduos;

- **DISPOSIÇÃO FINAL:** Os resíduos devem ser depositados em células, coberto por solo e compactado com a finalidade de reduzir a nocividade a saúde pública e meio ambiente. A contratada deve possuir maquinário disponível para atender necessidades dos serviços, e realizar ainda carga, descarga, transporte interno, compactação e cobertura dos resíduos sólidos, incluindo todos os insumos e equipamentos necessários.

- **MONITORAMENTO E CONTROLE AMBIENTAL:** Controle, monitoramento ambiental e geotécnico, e responsabilidade técnica do aterro sanitário desde o primeiro ao último ano de vida útil (no mínimo 20 anos). As células não podem apresentar trincas ou vazamentos, enquanto no aterro não pode ser constatada a presença de animais domésticos e outras espécies da fauna comuns aos locais de descarte inadequado de resíduos, como urubus. O monitoramento inclui ainda a garantia do controle de odores, poluição, pássaros, impermeabilização da fundação e das laterais do aterro, e ainda da entrada de pessoas e animais na área de domínio do aterro.

- **CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS, GASES E TRATAMENTO DE EFLUENTES:** Compreende serviços de instalação do sistema de captação de gases (biogás) e líquidos (chorume) provenientes da decomposição dos resíduos, bem como o tratamento dos lixiviados. Inclui também a captação e drenagem de águas pluviais.

O aterro sanitário tem como projeto eliminar as dificuldades causadas pela destinação final inadequada dos resíduos sólidos urbanos e suas consequências no tocante, à saúde pública, uma vez que os agentes


João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil - CREA/PE 16.083-D



transmissores de doenças encontram no lixo as condições ideais para a sua proliferação gerando consequentemente a poluição ambiental e a incidência de doenças.

De acordo com a experiência atual, a solução mais adequada para o destino final dos resíduos sólidos, tanto do ponto de vista técnico quanto econômico é o aterro sanitário, no qual os resíduos sólidos são dispostos no solo, de acordo com critérios e normas de engenharia própria estabelecida para o confinamento seguro dos resíduos quanto aos aspectos de controle da poluição ambiental e proteção à saúde pública.

Trata-se, portanto, de uma intervenção de engenharia que tem como objetivo acomodar no solo, resíduos no menor espaço possível, e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores se for necessário, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais.

Se a disposição final for considerada dentro de um adequado plano de gerenciamento integrado de resíduos, haverá um grande impacto positivo, uma vez que ela proporciona uma correta destinação aos resíduos da população. Porém, a disposição final de resíduos, principalmente quando realizada de forma inadequada, pode causar inúmeros impactos ambientais negativos.

Assim, os lixões e aterros controlados podem causar impactos potenciais negativos para todo saneamento básico, meio ambiente, sociedade, saúde coletiva e uso e ocupação do solo. Contudo, a minimização ou eliminação desses impactos está diretamente relacionada ao desenvolvimento de projetos de aterros sanitários tecnicamente fundamentados e à adoção de medidas mitigadoras (atenuadoras), como a impermeabilização de base, de modo a atender às exigências legais.

2.1. DA LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO TERRENO

Há necessidade de condições favoráveis, tanto no que se refere aos aspectos ambientais, quanto aos construtivos. Assim, o tipo de solo e a profundidade do lençol freático, são elementos decisivos na escolha da área; pois terrenos com lençol freático aflorante ou muito próximos da superfície são impróprios para a construção deste tipo de aterro.

Da mesma forma os terrenos rochosos não são indicados, devido as dificuldades de escavação.

Topografia

As áreas devem ter características planas, com inclinação máxima em torno de 10%. Evitar terrenos em topos de morros.

Dimensões

Devem ser coerentes com a vida útil pretendida. Como base de cálculo primária, estimar 1m² por tonelada de resíduo a ser aterrada por dia.

Solo

Deve ter composição predominantemente homogênea e argilosa. Evitar terrenos com matacões e rochas aflorantes.

Proteção contra enchentes

Devem ser evitadas áreas sujeitas a inundações e flutuações excessivas de lençol freático como as várzeas de rios, pântanos e mangues.


João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil - CREA/PE 16.783-D



Distância de corpos de água

Deve ser mantida distância de corpos de água.

Profundidade do lençol freático

A cota máxima do lençol freático deve estar o mais distante possível da cota de fundo da vala. Para solos argilosos recomenda-se 3m e para solos arenosos, distâncias superiores. A avaliação final será realizada por técnicos especializados contratados pela Prefeitura.

Distância de residências

Apesar de não existir legislação específica, recomenda-se distâncias de residências isoladas e de áreas urbanizadas.

Ventos predominantes

A direção dos ventos predominantes não deve possibilitar o transporte de poeira ou maus odores para núcleos habitacionais.

Outros

Deve-se ainda observar:

- as legislações de uso do solo e de proteção dos recursos naturais;
- as possibilidades de fácil acesso em qualquer época do ano; e
- a menor distância possível entre a área escolhida e os geradores de resíduos.

2.2. A CONTRATADA deverá possuir, no ato da contratação, Aterro Sanitário de acordo com as seguintes características desejáveis:

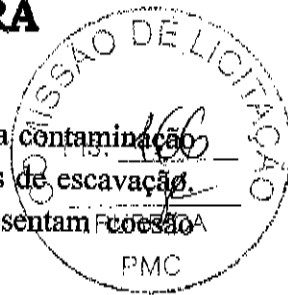
- 2.2.1. Localização em qualquer local da Federação Nacional, considerando o traslado a ser realizado a partir da recepção do RSU, este considerado a distância de até 22km, conforme referenciado anteriormente;
- 2.2.2. Integração com a malha viária do município/região;
- 2.2.3. Não localizado em áreas de brejo ou sujeita a inundações;
- 2.2.4. Nível freático sem flutuações excessivas e situado o mais distante possível da superfície (3 metros);
- 2.2.5. Áreas devolutas, pouco utilizadas, ou com densidade populacional baixa;
- 2.2.6. Direção dos ventos favorável;
- 2.2.7. Situado em área sem restrições de zoneamento ambiental;
- 2.2.8. Boa aceitação da população e de entidades ambientais não-governamentais;
- 2.2.9. Licença de Operação válida;

3. CONCEPÇÃO DO ATERRO

3.1. ATERRO EM VALAS


João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil - CREA/PE 16.083-D

Esta técnica consiste no preenchimento de valas escavadas com dimensões apropriadas, onde os resíduos são depositados, compactados, e a sua cobertura com terra é realizada manualmente. A escavação de valas exige condições favoráveis tanto no que se refere à profundidade e uso do lençol freático, como na constituição do solo. Os terrenos com lençol freático aflorante ou muito próximo da



superfície são impróprios para a construção desses aterros, uma vez que possibilitam a contaminação dos aquíferos. Os terrenos rochosos também não são indicados devido às dificuldades de escavação. Outro fator limitante são os solos excessivamente arenosos, já que estes não apresentam coesão suficiente, causando o desmoronamento das paredes das valas.

Nas escavações das valas pode ser utilizado praticamente qualquer um dos equipamentos que têm capacidade de escavação, desde que esses comportem e atendam a demanda de transporte e compactação de resíduos do aterro. À medida que forem depositados, os resíduos deverão nivelados e cobertos. O nivelamento e a cobertura dos resíduos devem ser realizados diariamente, tolerando-se frequências menores apenas em circunstâncias especiais. O nivelamento final da vala deve ficar numa cota superior à do terreno, prevendo-se prováveis recalques.

Após o completo aterramento da vala, deverá promover uma melhor compactação dos resíduos, passando diversas vezes sobre o local aterrado. Quando não houver essa possibilidade, a abertura da vala seguinte deve ser realizada de tal forma que a terra de escavação seja acumulada sobre as valas já aterradas, acelerando os recalques e impondo uma certa compactação aos resíduos.

3.2. ATERROS EM CÉLULAS

Considerando a dimensão das demandas médias envolvidas, do primeiro ao último ano de vida útil do aterro, após 20 anos, fica caracterizado que a concepção de aterro com a utilização de células é a mais apropriada.

O fato de proporcionar o imediato confinamento lateral, associado também ao cobrimento diário com solo, dos resíduos, minimiza de forma irrefutável os impactos ambientais, a partir do momento em que se evita a exposição ao ambiente.

O método a ser adotado apresenta outras vantagens, como a redução de infiltrações no maciço sanitário, a partir da adoção de sistemas de drenagem de entorno ao aterro e perimetrais a cada célula, e à utilização de técnicas simples e rápidas de lançamento e cobrimento.

Deve-se considerar também, no presente caso, que a variação da demanda ao longo da vida útil operacional do aterro é praticamente uniforme, permitindo a execução de células com as mesmas dimensões, tanto no início quanto no fim da operação do aterro.

Detalharemos os tipos de resíduos em função da população anual. Entretanto, considerando que um percentual elevado do entulho é reaproveitado na própria atividade da cidade e que os resíduos resultantes da poda são insignificantes, somente os resíduos perigosos serão objeto de tratamento diferenciado na área do aterro, com o estabelecimento de uma célula separada em razão de sua periculosidade, devendo ser objeto também de coleta especial em razão da possibilidade de contaminação por parte do material.

3.3. DEMANDAS


João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil - GRE/PE 16.083-D

As demandas iniciais, serão da ordem de, aproximadamente, 13,32 ton/dia ou 336,38 ton/mês. Dessa forma, as células deverão ter dimensões uniformes em todo o período de vida útil do aterro sanitário.



Esse procedimento facilita também a operação do aterro quanto aos aspectos ambiental, técnico, pois minimiza a área exposta de resíduos e valas abertas que estariam sujeitas ao acúmulo de chorume ou águas pluviais.

Assim sendo, considerando a largura mínima operacional do trator de esteiras de espalhamento em rampa e compactação, recomenda-se a dimensão mínima de 60,00m de largura e 150,00m de comprimento para as células. A altura das células deverá ser da ordem de 5 metros, todavia, a ser avaliado em função da estabilidade dos taludes e em função da resistência do solo de fundação.

3.4. COROAMENTO DE TOPO

Considerando que o volume de solos escavados será de grandes proporções, recomenda-se que o topo seja coroado exclusivamente pelos mesmos. Adotando-se esse procedimento, além de aproveitar as sobras de solos, garante-se a altura mínima necessária de terra, de maneira que mesmo com a ocorrência de recalques da camada de resíduos, se minimiza o risco de inverter a declividade do centro para as bordas, constituindo-se também em proteção para evitar a entrada de água na célula, encaminhando-a para as canaletas que deverá existir entre as células.

3.5. DA DISPOSIÇÃO DAS CÉLULAS

Considerando-se a topografia, a declividade e a morfologia locais, recomenda-se a implantação das células de forma ortogonal às curvas de nível.

Essa disposição permitirá, entre outras vantagens:

- ❖ A proteção dos solos escavados, dispostos em uma das bordas da célula, constituindo leiras paralelas à direção de fluxo principal de águas pluviais, ou seja, sem incidência direta das águas sobre as mesmas, minimizando-se processos de erosão e carreamento, além de resguardar a qualidade dos solos a serem utilizados para o recobrimento;
- ❖ O direcionamento natural das águas pluviais na superfície;
- ❖ O direcionamento natural dos efluentes líquidos para os pontos mais baixos;
- ❖ Condições de acesso dos coletores das águas pluviais em curva de nível.

3.6. DOS SISTEMAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL

Os sistemas de drenagem superficial consistirão em canaletas escavadas no solo local, triangulares, revestidas por grama, compatível aos escoamentos, levando em consideração à declividade da área.

3.7. DOS SISTEMAS DE DRENAGEM DE CHORUME

Decorrente do critério de implantação das células, aliado à eficiente drenagem superficial e ao balanço hídrico anual negativo, pressupõe-se a mínima geração de chorume.

3.8. DO TRATAMENTO DE CHORUME

Dada essa expectativa de geração mínima de chorume, admite-se a recepção do mesmo em poço coletor para o devido acondicionamento e armazenamento temporário para posterior uso na massa residual, desta forma acelerando a decomposição da mesma.


João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil - CREA/PE 16.083-D



3.9. BALANÇO HÍDRICO

A vazão a ser drenada é função da precipitação na área do aterro, da evaporação, da declividade e tipo de cobertura da superfície do aterro, da capacidade da camada superficial reter água e possíveis infiltrações subterrâneas nos drenos.

4. SISTEMA DE OPERACIONALIZAÇÃO

4.1. Horário de Funcionamento

O aterro deverá funcionar todos os dias úteis do ano no período diurno e noturno, em horário condizente com a realização da coleta de resíduos sólidos e/ou necessidades do município de CARIRIÁÇU/CE.

4.2. Preparação da Área

A primeira atividade envolvendo a operação do aterro é a limpeza da área, com a retirada de alguma vegetação existente no terreno.

Para estes serviços deverão ser usados os seguintes equipamentos mínimos: trator de esteira, pá carregadeira e caminhão basculante.

4.3. Escavação ou aterramento da área de disposição

A localização/demarcação do setor será feita por topógrafo, observando sempre a profundidade e a declividade do terreno natural, que deverá ser identificada com piquetes para uma futura verificação. Estes dados deverão ser incorporados ao projeto de locação das áreas de disposição para um acompanhamento e monitoramento do andamento das terraplenagens, as quais deverão obedecer às dimensões estabelecidas em projeto.

Para estes serviços deverão ser usados os seguintes equipamentos mínimos: trator de esteira, motoniveladora, rolo compactador, escavadeira hidráulica, pá carregadeira, e caminhão basculante.

A escavação será auxiliada por trator de esteira, onde ao cortar a terra, acumulará este material numa área próxima para que a pá carregadeira possa carregar o caminhão basculante, que deverá depositar este material na trincheira vizinha para ser usado como recobrimento.

5. OPERAÇÃO DE DESCARGA E INSTALAÇÕES DE APOIO

As instalações de apoio são estruturas auxiliares que têm por objetivo garantir o funcionamento do aterro, dentro dos padrões estabelecidos pelas técnicas da engenharia e do saneamento ambiental. Os aterros sanitários exigem um mínimo possível de instalações de apoio, necessárias apenas ao correto funcionamento da obra. De forma geral, essas instalações nos aterros sanitários são compostas pelos seguintes elementos:

5.1. Isolamentos


João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil - CREA/PE 16.083-0

O isolamento do aterro é imprescindível para manutenção da ordem e do bom andamento da operação. Devem ser instaladas cercas de arame ao redor de toda a área, impedindo, assim, a entrada de



catadores, animais ou outros elementos que possam prejudicar o desenvolvimento dos serviços. Essas cercas devem ser construídas em material resistente, como arame farpado e mourões de concreto.

Recomenda-se, se possível, a construção de uma faixa de isolamento, de 5 a 10 metros de largura, composta por arbustos e árvores que impeçam a visualização constante do aterro. Esse isolamento tem como função evitar o surgimento de reclamações por parte de transeuntes e moradores da circunvizinhança, motivadas pela visualização constante das frentes de operação.

Nas regiões onde são intensos os ventos, recomenda-se a instalação de uma cerca de tela, de forma a interceptar os materiais leves que poderiam ser arrastados até os terrenos vizinhos ao aterro. Essa cerca deve ser móvel, com a possibilidade de ser deslocada na medida do avanço da frente de operação.

5.2. Portaria/Guarita

Nos aterros em geral, sua função é controlar a entrada e a saída de veículos na área do aterro, assim como dos materiais a serem aterrados, especialmente de resíduos que poderiam prejudicar a adequada operação do aterro, colocar em risco a saúde dos operadores, ou causar danos ao meio ambiente, como por exemplo: lodos tóxicos, materiais graxos ou oleosos e líquidos em geral.

A entrada desses materiais não deve ser impedida sumariamente, pois eles poderiam vir a ser descarregados clandestinamente em outros locais, causando danos ainda maiores. Uma vez identificados os produtores e transportadores, devem ser prevenidas as autoridades competentes para que sejam tomadas as medidas cabíveis.

Nos aterros sanitários esta instalação resume-se num portão de entrada com uma guarita onde deverá permanecer pessoal responsável pela segurança do local.

Para o controle de entrada e saída dos veículos transportadores de resíduos, a administradora do aterro (contratada) deverá cadastrá-los, anteriormente, para facilitar o fluxo dos mesmos, com a identificação pela placa, por um número, ou outra identificação que se julgue mais eficiente. Esse procedimento deverá ser feito em acordo com a empresa responsável pela limpeza, coleta e transporte dos resíduos sólidos de CARIRIÁÇU/CE.

O cadastramento também facilitará o controle da tonelada vazada, que poderá ser identificada pelo tipo de resíduo, ou pelo local de coleta. O sistema de medição dos resíduos que chegam no aterro poderá ser feito, considerando o peso específico dos resíduos, e a capacidade de carga de cada veículo, que resultará num peso estimado.

5.3. Estradas Internas

As estradas internas têm como função permitir a interligação entre os diversos pontos da área do aterro, bem como garantir a chegada dos resíduos até as frentes de descarga. Essas estradas devem suportar o trânsito de veículos mesmo durante os períodos de chuva e, por isso, devem ser mantidas nas melhores condições de operação. Os trechos que apresentam menor capacidade de suporte ou aderência deverão sofrer mudança de solo ou revestimento com brita ou cascalho. Sempre que


João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil - CREA/PE 6.083.0



necessário, em toda a sua extensão, deverão ser construídas canaletas de drenagem para captação de águas de escoamento superficial, revestidas com material resistente nos trechos de maior declividade.

5.4. Descarga dos Resíduos

Após a pesagem, o motorista encaminha o veículo até o local de descarga dos resíduos, fará a manobra e retornará pela balança para nova pesagem. Nesta hora estará registrado o peso exato dos resíduos depositados no aterro, ficando o veículo livre para retornar ao serviço de coleta.

5.5. Compactação

Os resíduos serão compactados a partir de uma das extremidades da célula, após o descarregamento dos resíduos, o trator trabalhará de baixo para cima, no talude da célula de lixo, e passará de 4 a 5 vezes sobre a camada de lixo que espalhar, em sentido ascendente do talude. O talude a ser formado pela massa de lixo deverá ser da ordem de 01 (V): 02 (H), de forma que seu peso, concentrando-se na parte traseira do sistema de esteiras, compacte o material e reduza o volume do lixo de modo mais eficiente do que se empurrasse o material de cima do barranco para baixo, garantindo um grau de compactação de 1:3.

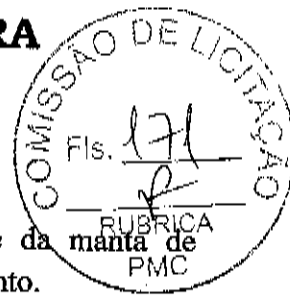
O efeito da compactação realizada pela técnica correta é extraordinário. No mesmo dia ou no dia seguinte, já é possível trafegar sobre a célula com caminhões de coleta ou basculantes com material de recobrimento, totalmente carregados, sem qualquer prejuízo. A capacidade de carga, em aterros executados com o trator empurrando o lixo da borda do barranco, isto é, de cima para baixo, não alcança a 0,50 Kg/cm², insuficiente até para um estacionamento de veículos. À medida em que a compactação é feita e que a decomposição se desenvolve, há um abatimento que pode atingir até 20% (vinte por cento) da altura (a matéria perde até 40% do seu volume ao se decompor); a capacidade de carga alcança, no final, valores da ordem de 1,0 Kg/cm², já que o material se comporta como turfa.

Com a execução desta técnica de compactação recomendada, a capacidade de carga alcança, logo de início, até 2 Kg/cm², e o abatimento é mínimo, mesmo após o decurso dos anos.

5.6. Recobrimento

Toda a superfície descoberta do lixo compactado deverá ser recoberta com terra ou outro material inerte e permeável impreterivelmente no final do dia, não podendo passar mais de 48 horas sem o referido recobrimento. A camada de recobrimento deverá ficar entre 20 e 30cm. O material de cobertura poderá ser escavado da própria área do aterro quando da operação de terraplenagem, ficando armazenado em área própria de estocagem até o real uso..

O recobrimento dos resíduos traz grandes vantagens no gerenciamento do aterro, promove uma melhor apresentação visual, melhora as condições de acesso à trincheira, evita a retirada do lixo leve (papel, plástico, etc.) pelo vento, reduz os riscos de transmissão de vetores, diminui odores, reduz a ocorrência de pontos de fogo, e ajuda na atenuação do percolado. É importante a conservação da última camada para que ela não se destrua, principalmente por erosão provocada por águas superficiais não controladas, daí a necessidade de um sistema de drenagem de águas superficiais.



5.7. Drenagem dos Líquidos Percolados

A finalidade dos drenos horizontais é o de coletar o chorume situados na base da manta de impermeabilização e demais células superiores e encaminhar ao tanque de armazenamento.

Podemos definir como chorume, o líquido resultante da decomposição substâncias orgânicas e inorgânicas, solubilizadas pela ação de microrganismos, de cor negra, odor desagradável e alto poder poluente, caracterizado por um elevado teor de matéria orgânica, representando, portanto, uma demanda potencial de oxigênio, quando carregado para cursos d'água. O líquido percolado é composto pelo chorume adicionado da água da umidade natural do lixo, da água da chuva, da água liberada por algum componente do lixo no processo de decomposição. O destino deste líquido deverá ser um tanque coletor devidamente impermeabilizado para acondicionar o mesmo para que seja aspergido na massa residual.

Com o objetivo de se evitar a contaminação dos recursos hídricos com o chorume produzido no aterro, faz-se necessário a execução de um sistema de drenos (horizontais e verticais) para a coleta do mesmo e seu encaminhamento ao tanque de armazenamento.

Para dimensionamento dos drenos, é necessário conhecer a vazão a ser drenada e as condições geométricas do sistema.

A vazão a ser drenada é função da precipitação na área do aterro, da evaporação, da declividade e do tipo de cobertura da superfície do aterro, da capacidade da camada superficial reter água e possíveis infiltrações subterrâneas nos drenos.

Deverão estar implantados drenos de acordo com o projeto executivo da CONTRATADA. Os drenos terminarão em um tanque de armazenamento devidamente impermeabilizado onde o líquido percolado (chorume) é acumulado e destinado para a ETE ou solução ambientalmente adequada apresentada para o devido tratamento.

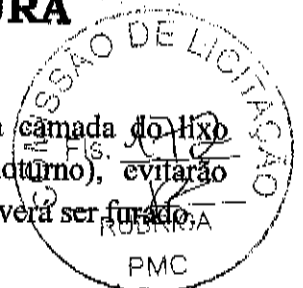
5.8. Drenagem dos Gases

Em decorrência da decomposição dos resíduos confinados nos aterros, são gerados gases, entre eles o gás carbônico (CO₂) e o metano (CH₄), que é combustível. Esses gases são gerados em grandes volumes, podendo acumular-se em bolsões no interior dos aterros, sair de forma descontrolada pelos taludes e superfícies ou, mesmo, infiltrar-se pelo solo e atingir redes de afastamento de esgotos, fossas e poços rasos causando problemas dado o risco de explosões.

Para o controle da geração e migração dos gases, o aterro deve possuir um sistema de drenagem, utilizando drenos (chaminés verticais), de acordo com o projeto executivo da CONTRATADA. Estes drenos deverão estar localizados na área projetada do aterro sanitário obedecendo a um raio máximo de 30m.


João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil - CREA/PE 15.083-D

No extremo desses drenos verticais devem estar instalados queimadores para eliminar os gases, evitando os seus inconvenientes, principalmente os maus odores. Esses queimadores serão providos de protetores com tela para que o vento não apague a chama. A extremidade do último tubo, em cada



poço formado, deverá estar a uma altura mínima de 90 cm, a partir da cota da camada do lixo recoberto, que juntamente com os queimadores (principalmente no período noturno), evitarão eventuais danos aos veículos e ao pessoal em trânsito no aterro. O último tubo não deverá ser furado.

A contratada poderá ainda optar pelo aproveitamento do biogás proveniente da decomposição dos resíduos, para conversão em energia elétrica, envasamento, uso em gasodutos, pesquisas, etc.

5.9. Prevenção de Riscos Ambientais

Esta prevenção visa atingir uma orientação adequada no sentido de minimizar e eliminar os riscos de acidentes e doenças ocupacionais e manter durante o desenvolvimento dos trabalhos o ACIDENTE ZERO. Para tanto, necessária é a total adequação da contratada a NR 38 que entra em vigor em 02 de Janeiro de 2024, em todos os seus termos.

Considera-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador.

Os riscos físicos são formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, assim como: ruídos, vibrações, temperaturas extremas, radiações, etc.

Os riscos químicos são substâncias compostas ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeira, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvido pelo organismo através da pele ou por ingestão.

Os riscos biológicos são as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus entre outros.

As instalações de proteção ambiental são, portanto, obras que têm por objetivo garantir a condição de segurança e salubridade do aterro sanitário, impedindo o contato direto dos resíduos aterrados e dos subprodutos de sua decomposição com os aquíferos, bem como assegurar a drenagem dos gases gerados.

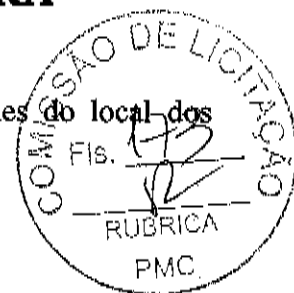
5.10. Higiene e Medicina do Trabalho

A higiene e medicina do trabalho objetiva a prevenção da saúde, e da integridade física e mental do trabalho. Em virtude de um aterro Sanitário ser uma obra de risco, deverão ser realizadas consultas e exames especializados quando necessário, para prevenir doenças contagiosas, além de programas de vacinação dos funcionários.

Além disso, a contratada deverá organizar as equipes de colaboradores/funcionários, devidamente uniformizadas, com seus devidos Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva (EPI's e EPC's) necessários na execução dos serviços contratuais, bem como a devida substituição quando necessário, mantendo sempre rigoroso controle e monitoramento quanto a segurança e condições adequadas para o uso, a validade do Certificado de Aprovação nas condições estabelecidas pelo Ministério do Trabalho



e Emprego, e garantindo a segurança do trabalhador e munícipes nas proximidades do local dos serviços.



5.11. Equipamentos

O dimensionamento e escolha dos equipamentos, foi baseado na quantidade de lixo produzido, o grau de compactação e volume de terra que será usado na cobertura. Levou-se em consideração também os equipamentos que podem desempenhar funções diversas, nas operações de escavação, material de cobertura e operação dos resíduos sólidos.

6. EFLUENTES GERADOS NO ATERRO

Os efluentes sanitários e águas servidas deverão estar direcionadas para fossa, filtro anaeróbio e sumidouro, já os efluentes das células, descritos anteriormente, deverão ser direcionados para um tanque de armazenamento devidamente impermeabilizado e aspergido na massa residual. Observa-se que a vazão a ser drenada é em função da precipitação na área do aterro, da evaporação, da declividade e tipo de cobertura da superfície do aterro, da capacidade da camada superficial reter água e possíveis infiltrações subterrâneas nos drenos.

7. ARBORIZAÇÃO

O projeto de arborização deve estar implantado em uma faixa contornando todo aterro. Deverão ser plantadas árvores de acordo com o projeto executivo da CONTRATADA, formando assim uma cortina natural protegendo o aterro de ventos fortes e por outro lado evitando que algum material leve seja levado pelo vento para as áreas do entorno do aterro.

8. RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS DO ATERRO

A geração de resíduos no aterro deverá ser baseada em estudos e em dados publicados em periódicos científicos, mas especialmente nas planilhas de acompanhamento e controle do peso aferido aos caminhões em pesagem. É importante esclarecer que a geração de resíduos está relacionada diretamente com a entrada de resíduos sólidos no aterro, portanto deverá ser apresentado a fiscalização do contrato as planilhas devidamente preenchidas, periodicamente de acordo com as condicionantes da licença de operação.

A classificação de resíduos está relacionada com a identificação do processo ou atividade que lhes originou, de suas características e de seus constituintes, além da comparação desses últimos com as listagens da NBR 10.004 de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente sejam conhecidos, para que possam ter manuseio e destinação adequada. O manuseio, acondicionamento, armazenagem, coleta, transporte e destinação final dos resíduos, devem estar fundamentados em sua classificação.

A geração de resíduos no aterro sanitário classifica-se em perigosos classificado na CLASSE I e em não perigosos, e subclassificado como não inerte, pertencendo a CLASSE II-A e inerte pertencendo a classe II-B, conforme NBR 10.004/04, NBR 10.005/87 e NBR 10.006/87, normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Abaixo relacionamos a gravimetria estimada dos resíduos sólidos:



Nº	TIPO DE RESÍDUO	%
1	Orgânicos	60%
2	Papel/Papelão	12%
3	Plástico	15%
4	Vidro	3,5%
5	Metal	1,5%
6	Rejeitos	8%
7	Resíduos de Varrição, Capinação e Poda	100% RSU

9. IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

Quanto à impermeabilização do terreno, devem ser utilizadas membranas sintéticas, também conhecidas como geomembranas. As geomembranas são mantas geossintéticas, de liga plástica, elástica e flexível. Em aterros sanitários, estas deverão, além de conferir estanqueidade, apresentar resistência mecânica e química à eventual agressividade dos materiais aterrados e dos líquidos e gases gerados. Esse material também deverá apresentar uma vida útil longa, suficiente para que ocorram todos os processos naturais de estabilização dos resíduos.

Para tanto, o aterro deve possuir a base de projeção do aterro e seus respectivos taludes de encosta, com impermeabilização em geomembranas PEAD, de acordo com o projeto executivo da CONTRATADA e instaladas conforme normas técnicas brasileiras que tratam do assunto (em especial a NBR 15352), incluindo todas as etapas da instalação/proteção: preparação do solo, condições da superfície de apoio, valetas/canaletas para ancoragem, instalação, soldagem, dilatação/contração, passagem de drenos, acabamento e ensaios para controle de qualidade. Faz-se necessário ainda inspecionar visualmente a parte externa do material recebido na obra: a manta não pode apresentar perfurações, bolhas, cortes ou rachaduras.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

MÃO DE OBRA DIRETA

- **Gerente Operacional** – Profissional de nível superior responsável por elaborar as orientações e supervisionar o cumprimento das exigências técnicas nas obras e serviços operacionais do aterro estabelecidas no licenciamento e projeto básico, em determinado turno operacional.
- **Gari Coletor** - Profissional responsável pela orientação dos caminhões na área de descarga no aterro, por eventuais triagens e separação dos resíduos sólidos, ou dar suporte em serviços manuais realizados dentro do aterro.
- **Encarregado/Porteiro/Fiscal** – Profissional responsável pelo recebimento dos veículos coletores/compactadores de resíduos, pesagem dos veículos na entrada e saída, anotação de informações e registros de entradas e saídas, controle da movimentação de pessoas e equipamentos.

João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil - CREA/PE 16.083-D



EQUIPAMENTOS

- **Trator de esteiras D-4:** Um dos principais equipamentos a serem usados nos serviços de operação dos aterros sanitários, para escavar buracos, nivelar pequenas ondulações, desmatar (remoção de vegetação, derrubar árvores, cortar, empurrar e juntar o material composto de terra, mato, galhos, pequenas pedras, etc.), abertura de vias de acesso, desatolar veículos, empurrar, espalhar, e compactar lixo. Sua velocidade máxima deve ser em torno de 10 Km/h, atuando num raio de 40 metros. Quando usado para escavação poderá ser conectado os escarificadores. Quando usado para espalhar e compactar o lixo, podem ser feitas algumas alterações: reforçar a barra da grade do radiador para proteger melhor o radiador; adaptar dobradiças nas grades do radiador para facilitar a limpeza; sua lâmina deverá ser trocada por uma lâmina especial em forma de U, sendo na sua parte superior vazada.
- **Pá Carregadeira sobre pneus:** Equipamento de fácil trânsito, rapidez nos acessos, usadas para carregar material, carregar os veículos basculantes, atua de maneira econômica num médio de 200 m. A vantagem obtida pela alta velocidade de equipamento sobrepuja sua pequena capacidade de escavação.
- **Caminhão Basculante:** Equipamento indispensável na operação dos aterros sanitários. Usado para o transporte de materiais de cobertura dos resíduos dispostos no aterro sanitário.
- **Veículo Leve Tipo Pick-Up:** Veículo necessário para o transporte de ferramentas, materiais administrativos e operacionais, ferramentas e outros insumos dentro do aterro sanitário.

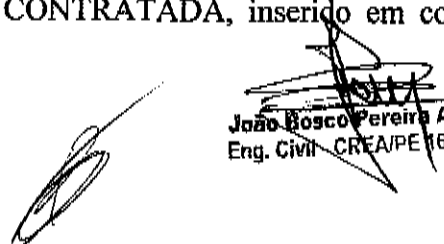
SISTEMA DE DRENAGEM DE PERCOLADO/BIOGÁS DENTRO DA MASSA DE RESÍDUOS

Tal sistema considera sua elaboração por dois elementos:

- **Dreno horizontal de percolado:** Essa rede de drenagem tem por finalidade evitar a permanência do chorume no interior da massa de resíduos. Torna-se necessária, na medida onde os resíduos contêm uma porção grande de matéria orgânica. Esses drenos serão instalados no nível de cada célula do aterro, em formato de "espinha de peixe" ou conforme projeto executivo da CONTRATADA, a partir dos drenos verticais de captação de gás aos quais eles serão ligados a fim de permitir o escoamento do chorume.

Um dreno vertical não será relacionado com um outro dreno vertical: Haverá sempre uma distância mínima de 20 metros entre esses drenos a fim de limitar as interferências das áreas de influência de cada dreno e não complicar o equilíbrio da rede de captação de gás. Concebeu-se drenos de 1,4m³ de rachão por metro linear de dreno.

- **Dreno vertical de percolado:** O Dreno vertical de percolado/gás visa coletar o percolado trazido pelos drenos horizontais e o levar até a base do aterro. Ao mesmo tempo, permite que o gás suba para a superfície do aterro. Configurou-se tubo de concreto ou tubo de PEAD perfurado, de acordo com o projeto executivo da CONTRATADA, inserido em coluna de rachão mantida em posição através de tela metálica.


João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil CREA/PE 16.083-D



SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL DAS ÁGUAS INCIDENTES SOBRE O ATERRO

- **Drenagem de pé de taludes e bermas (canaleta 400mm):** Serão utilizadas canaletas pré-moldadas de concreto ou de acordo com o projeto executivo da CONTRATADA, a serem instaladas nos pés dos taludes e outras localidades, visando direcionar para fora do aterro as águas que possam prejudicar a operação, os acessos de caminhões para descarga, máquinas para compactação etc.
- **Tubo de concreto para atravessar pistas e bermas:** O tubo de concreto para atravessar pistas e bermas faz parte do sistema de descidas d'água do aterro. Consiste na possível drenagem de águas pluviais concomitantes a operação do aterro, pois possibilita a continuidade das obras e passagens de veículos tranquilamente pelas bermas do aterro.
- **Descida d'água nos taludes (canaleta de gabião manta):** A descida d'água construída nos taludes de resíduos minimiza os riscos de possíveis erosões e conseqüentemente arraste de solo e perda da cobertura dos resíduos realizada. São dimensionadas de acordo com a geometria de corte, área de contribuição, declividade e vazão contribuinte. Tem como finalidade principal o esgotamento das águas nas plataformas, coletadas pelas canaletas instaladas no entorno do aterro.
- **Caixas de dissipação no pé de cada gabião manta:** As caixas de dissipação no pé de cada gabião manta concentram as águas coletadas das canaletas e descidas d'água construída e posteriormente seguem abaixo da berma por tubos de concreto até o desague no talude seguinte no sentido a jusante do aterro, e assim sucessivamente.

OPERAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE PERCOLADO

Para esse termo de referência, adota-se a premissa que o tratamento do percolado seja feito "in situ", com empresa terceirizada em regime BOT (*build, operate and transfer*) ou seja, considerou-se que uma empresa externa oferecerá os serviços de tratamento, fazendo todo o investimento necessário, manutenção e operação do sistema, sendo remunerada por m³ de percolado tratado.

Verifica-se as seguintes premissas:

- Sistema de tratamento por osmose reversa ou similar de igual eficiência e que seja capaz de promover tratamento no percolado de modo que o efluente tratado atenda os padrões de descarta da legislação (Conama 430);

A produção estimada de chorume foi estimada, para cada aterro usando-se o Método do balanço hídrico, ou seja:

$$Q = A \times \text{PER} / 2.592.000 \text{ (Vseg)}$$

Onde:

Q = vazão média do líquido percolado (Vs);

P = PER (parâmetro do método do balanço hídrico assumido como 60 mm/ano);

A = área do aterro.


João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil - CREAPE 16.083-D



A evolução do preenchimento dos aterros e, portanto, a área dos mesmos exposta ao clima foi definida segundo a tabela 8.

Tabela 8: Definição das Áreas dos Aterros

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% da área total ocupada	0%	0%	11%	22%	32%	40%	42%	47%	53%	59%
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
% da área total ocupada	66%	73%	76%	78%	86%	93%	97%	100%	100%	100%

INSTRUMENTAÇÃO

Nos custos de operação foram consideradas as despesas necessárias para a instalação e manutenção de dois tipos de instrumentos de monitoramento geotécnico do maciço.

- **Piezômetros:** Instrumentos construídos no interior do maciço do aterro sanitário e que permitem identificar os valores ou níveis de pressões neutras (níveis piezométricos) no interior do maciço, devido à presença do percolado e biogás. São construídos geralmente com perfuratriz de hélice contínua e utilizados, basicamente, para sua construção, tubos de PVC, brita, areia e bentonita. Considerou-se que serão construídos a cada 20.000 m² de área do aterro, com profundidade de 20 m.
- **Marcos superficiais:** Instrumentos instalados na superfície do aterro, que tem a finalidade de registrar, por acompanhamento, as movimentações do maciço de resíduos, permitindo a medição de deslocamentos horizontais e verticais. Considerou-se que serão construídos a cada 10.000 m² de área do aterro.

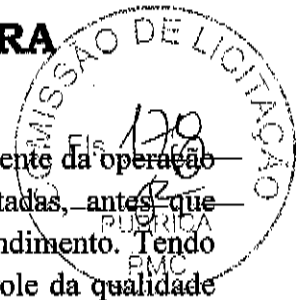
OPERAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL E GEOTÉCNICO

- **Sistema de monitoramento das águas subterrâneas:** O monitoramento da qualidade ambiental das águas subterrâneas permitirá uma avaliação integrada da qualidade dos líquidos percolados no maciço do aterro com a das águas superficiais das coleções hídricas, e das águas subterrâneas, dos sistemas aquíferos livre e sedimentar, por meio da coleta e análises laboratoriais de amostras de água nos pontos de amostragem selecionados e poços de monitoramento instalados;

A coleta de amostras será efetivada na frequência adequada, de acordo com os pedidos dos órgãos ambientais, por técnicos especializados, munidos de frascos adequados, considerando todos os parâmetros a serem analisados, tendo como primeira etapa o esgotamento dos poços, até a condição necessária à garantia da qualidade das amostras, a coleta das amostras propriamente dita, considerando os parâmetros necessários, o encaminhamento a laboratório, efetivação de análises laboratoriais e emissão de laudos e relatórios finais, a serem encaminhados ao órgão ambiental competente;

João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil - CREA/PE 16.083-D

- **Monitoramento e Análise de Águas Superficiais:** O monitoramento fundamenta-se em critérios preventivos, procurando estabelecer um mecanismo que permita identificar a



ocorrência de alterações nos padrões de qualidade ambiental das águas, decorrente da operação do aterro, para que medidas preventivas e/ou corretivas possam ser adotadas, antes que qualquer eventual contaminação possa se propagar além da área do empreendimento. Tendo corpo hídrico na região próxima ao aterro, serão realizadas análises de controle da qualidade das águas na seguinte lógica:

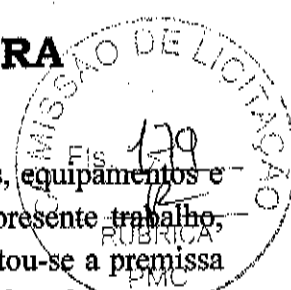
- Retirada de amostra do corpo hídrico à montante do aterro;
 - Retirada de amostra do corpo hídrico à jusante do aterro;
 - Da mesma maneira que o monitoramento de águas subterrâneas, a coleta de amostras será efetivada na frequência adequada, de acordo com os pedidos dos órgãos ambientais, por técnicos especializados, munidos de frascos adequados, considerando todos os parâmetros a serem analisados.
- **Monitoramento e análise de percolado:** O monitoramento de líquidos percolados visa documentar, sistematizar e verificar a qualidade do percolado bruto que será encaminhado para o tratamento na ETE;
As amostras são coletadas em pontos definidos do aterro sanitário: A coleta será efetivada na frequência estipulada pelo órgão ambiental, por técnicos especializados, munidos de frascos adequados, considerando todos os parâmetros a serem analisados, tendo como primeira etapa obter a condição necessária à garantia da qualidade das amostras, a coleta das amostras propriamente dita, considerando os parâmetros necessários, o encaminhamento a laboratório, efetivação de análises laboratoriais e emissão de laudos e relatórios finais, a serem encaminhados ao órgão ambiental competente;
 - **Monitoramento Geotécnico:** O registro dos dados referentes a todos os eventos que ocorrem durante a operação, a conformação geométrica do aterro e os dados obtidos através da instrumentação devem ser analisados por equipe composta por engenheiros técnicos especialistas na área de Geotécnica. A frequência é determinada pelo órgão ambiental;

O monitoramento geotécnico no Aterro Sanitário será efetivado através da implantação de três sistemas de monitoramento, a saber:
 - Monitoramento topográfico de recalques e da evolução do volume disposto;
 - Monitoramento dos deslocamentos horizontais do maciço e do nível interno de perco lado;
 - Medição dos Níveis Piezométricos no Interior do Maciço de Resíduos;
 - Estudos de estabilidade (Execução do Estudo Computacional).
 - **Monitoramento da Qualidade do Ar e Emissões Gasosas:** O monitoramento de gases no maciço do aterro sanitário visa identificar alterações na qualidade do ar e demais problemas relativos à drenagem de gases e percolado, e de estabilidade de taludes, possibilitando assim, o estabelecimento de medidas corretivas.


João Bosco Pereira Araújo
Eng. Civil - CREA/PE 16.083-D

FECHAMENTO

Nessa etapa, conforme as fases (ou células) do aterro são preenchidas, faz-se necessário encerrá-las e impermeabilizá-las para evitar a infiltração de água das chuvas e geração de chorume, uma vez que seu tratamento apresenta custos significativos. Assim, quando uma fase atinge seu limite de preenchimento, são executadas obras de cobertura por meio de impermeabilização, drenagem e



revestimento vegetal (grama). Nesta etapa incidem custos de mão de obra, materiais, equipamentos e serviços de terceiros e não há mais geração de receita pela célula encerrada. No presente trabalho, considerando-se o alto custo operacional do adequado tratamento do percolado, adotou-se a premissa de minimizar ao máximo a geração de percolado, assumindo-se, portanto, a adoção de cobertura com solo argiloso. Sobre ela considerou-se camada de solo orgânico e grama.

OPERAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DE BIOGÁS

No presente termo considera-se que, para aterros de até 100 t/dia, dito de porte MICRO, e levando em conta a baixa geração de biogás para tal quantidade de resíduos, a queima será feita em flares de pequenas dimensões situados sobre o maciço de resíduos e que coletarão biogás de diversos poços vizinhos.

NOTA: No presente termo se considerou a captação e a queima do biogás, mas não a geração de energia com essa queima.

BALANÇA E PESAGEM

A pesagem de resíduos consiste na quantificação de resíduos gerados e recebidos no Aterro Sanitário para fins de monitoramento e medição. O ato de pesar deve medir o valor da massa dos resíduos usando o seu peso como referência. Tecnicamente, a precisão da pesagem é definida pela diferença entre o valor da massa indicado (pela balança) e o seu valor real.

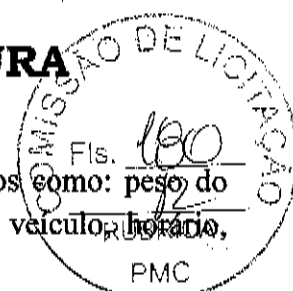
A pesagem de resíduos serve para:

- ✓ identificar possibilidades de minimizar a sua geração através da reciclagem de alguns de seus componentes;
- ✓ diminuir a sua geração através de estratégias de controle do processo produtivo; identificar inadequações quanto à segregação na fonte;
- ✓ dimensionar espaços físicos para o manejo de diferentes tipos de resíduos;
- ✓ dimensionar as decisões sobre alternativas técnicas a serem utilizadas para o tratamento; selecionar os equipamentos e dispositivos mais adequados ao manejo e disposição desses resíduos.

Em suma, através da pesagem é possível monitorar o sistema de gestão ambiental, verificar os problemas decorrentes do manejo dos resíduos, fomentar programas de educação ambiental para redução da geração, diminuir riscos à saúde e controlar os impactos ambientais.

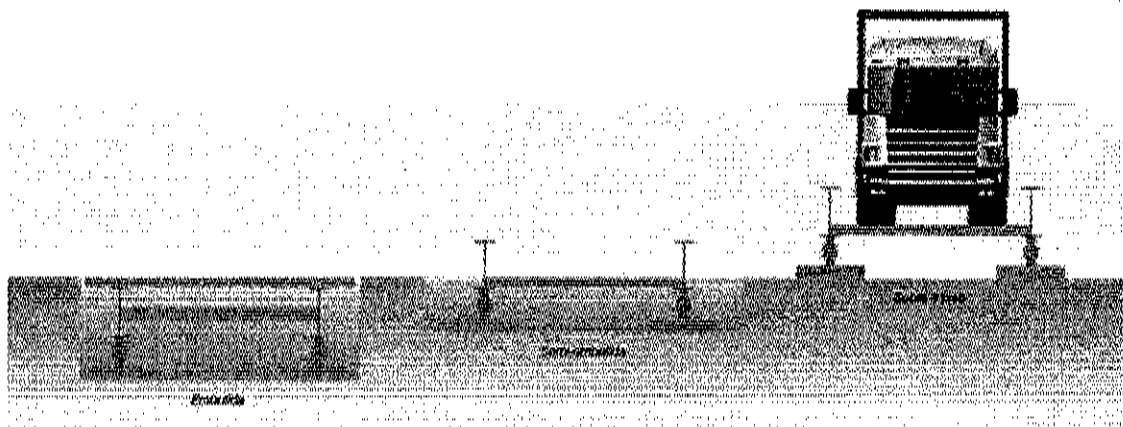
O peso, ou seja, a quantidade de resíduos gerados é fundamental para o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, previsto na lei nº 12.305/2010 seção V art. 20 ao 24, para a emissão do MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos), previsto no art. 20 da legislação supracitada, e do inventário de resíduos sólidos, conforme definido na Portaria nº 280, de 29 de junho de 2020, que a contratada deve possuir.

Para tanto, deve a contratada apresentar instrumento de balança rodoviária, com dimensões mínimas de 19 metros de comprimento por 3 metros de largura, e capacidade mínima de 50 toneladas, localizada dentro do aterro sanitário ou nas vias de acesso do equipamento (rota dos caminhões para disposição). O objetivo da balança é ter um controle mais preciso dos resíduos que são destinados ao aterro. Isso permitirá, inclusive, saber exatamente qual o volume de lixo gerado no município. A pesagem também vai auxiliar no cálculo da capacidade disponível no aterro. O atestado de existência do equipamento deve ser apresentado e comprovado nas documentações necessárias ao eventual contrato.



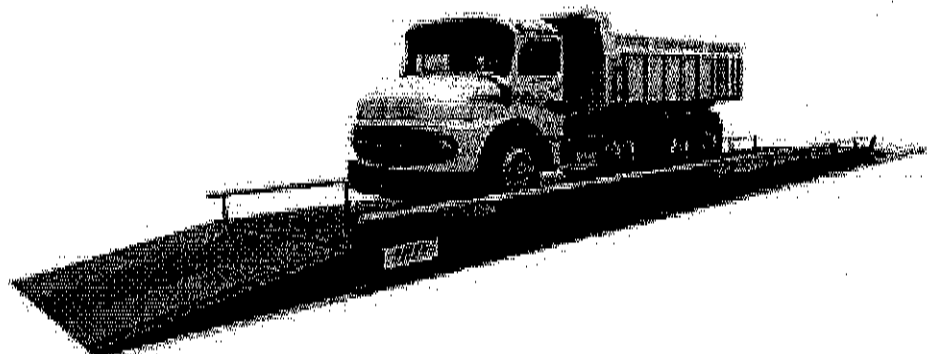
Os veículos devem ser pesados na entrada e na saída do aterro, dispondo de dados como: peso do caminhão com resíduos, peso do caminhão sem carga, data da coleta, placa do veículo, horário, quilometragem, cidade, etc.

O instrumento de balança deve permitir velocidade e simplicidade nas operações de pesagem, confiabilidade nos pesos indicados, segurança contra fraudes, facilidade no gerenciamento e comunicação dos dados. A plataforma poderá ser sobre o piso, semi-embutida ou totalmente embutida, e ainda possuir toda acessibilidade (rampas, pavimentos, etc.) necessários para acesso fácil dos veículos. Vejamos imagem abaixo:

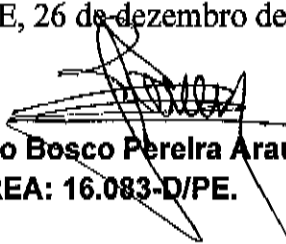


A balança deve ser aprovada pela portaria: 123/97 e adendos, e atender às exigências da norma 236/94 do Inmetro. Devem possuir ainda terminal(is) de pesagem para informação da pesagem e controle da automação, sem a utilização de um PC. Os terminais orientam o operador quanto ao gerenciamento, evitando erros operacionais e atrasos nas pesagens, e ainda indicam o status de todo o sistema de automação e segurança, permitindo maior controle e segurança ao operador durante o processo de pesagem.

A balança deve possuir estrutura metálica, incluindo parafusos estruturais com tratamento de superfície e cobertura de concreto. Para assegurar o perfeito desempenho da ponte de pesagem, deve possuir um conjunto de limitadores de movimentos longitudinais e transversais que atuam com o autoalinhamento das células de carga inteligentes.



Caririáçu-CE, 26 de dezembro de 2023


Eng. João Bosco Perelra Araújo
CREA: 16.083-D/PE.

