



PARTE 1





1 APRESENTAÇÃO

A Saneamento Verde Ltda. tem a satisfação de apresentar ao Governo do Estado do Rio de Janeiro, através da Secretaria de Estado do Ambiente – SEA, a Adequação do Projeto Executivo para as Obras de Implantação do Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos – CTDR Consorciado do Município de Paracambi e Adjacências, aos Padrões FUNASA com Elaboração do Termo de Referência para a Implantação das Obras e Elaboração do Termo de Referência dos Projetos Executivos de Remediação dos Lixões de Paracambi, Japeri, Mendes e Eng. Paulo de Frontin.

A logística de implantação do Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos contempla os seguintes componentes:

- Componente 1: Aterro Sanitário, incluindo Infra-estrutura de Apoio Operacional e Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos Percolados;
- Componente 2: Unidades de Tratamento/Beneficiamento de Resíduos Sólidos (Unidade de Triagem e Enfardamento de Resíduos Sólidos da Coleta Seletiva, Unidade de Triagem e Compostagem por Biooxidação em Células de Bioreatores, Unidade de Beneficiamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil e Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde do Grupo A – Infectantes).

Além disso, contempla a elaboração do termo de referência para a Implantação das Obras do CTDR Consorciado do Município de Paracambi e Elaboração do Termo de Referência dos Projetos Executivos de Remediação dos Lixões de Paracambi, Japeri, Queimados, Mendes e Eng. Paulo de Frontin.

O CTDR Paracambi Consorciado foi projetado com uma concepção regional, tendo capacidade de recebimento dos resíduos sólidos gerados nos Municípios de Paracambi, Japeri, Mendes, Queimados e Eng. Paulo de Frontin, sendo projetado para uma vida útil de 25 anos.

O Projeto foi elaborado em consonância às especificações da legislação ambiental das normas brasileiras em vigor, notadamente a NB-8419/84, bem como as Resoluções CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005 (Resíduos Sólidos de Unidades de Serviços de Saúde) e CONAMA nº 307 (Beneficiamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil), de 05 de julho de 2002, Resolução CONAMA nº 303 (Parâmetros, Definições e Limites de Áreas de Preservação Permanente – APP's), de 20 de março de 2002, RDC 50 da Anvisa de 21 de fevereiro de 2007 e em particular às Instruções Técnicas INEA IT.

Ressalta-se que, com a elaboração dos projetos e implementação das medidas nele contidas, os municípios integrantes do CTDR Paracambi Consorciado estarão ingressando no seleto grupo dos municípios brasileiros a praticar uma correta gestão do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos.



2 INFORMAÇÕES CADASTRAIS

2.1. Caracterização da Área de Implantação do Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos

A área objeto de implantação do CTDR Paracambi Consórcio está localizada à Rodovia RJ 093, km 23, Paracambi/RJ, nas coordenadas UTM N 7.467.163,943; E 569.457,686; distando 4,5km do centro urbano de Paracambi. A gleba representa 447.596,37m² de área total, sendo destinado 203.066,51m² para a implantação do CTDR, estando inserida na Região Hidrográfica RH II Guandu. A área restante será destinada ao reflorestamento.

A **Figura 2.1** a seguir apresenta uma imagem da gleba objeto de implantação do CTDR.

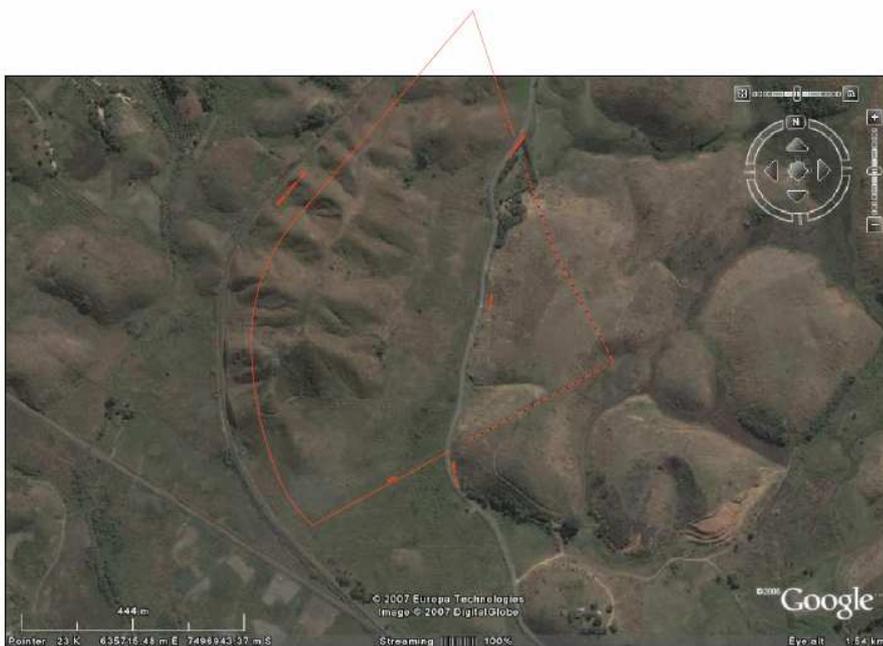


Figura 2.1 – Imagem da Área de Implantação do CTDR

A área apresenta um perímetro com contorno regular, com frente de 657,11m para a margem da Rodovia RJ 093; 1.269,50m no fundo, limitado com a Rede Ferroviária Federal; 326m do lado esquerdo, limitando-se com a propriedade de James José de Cerqueira; e 275m do lado direito, limitando com a propriedade de Mário Alves Ribeiro, sendo cortada por uma Linha de Transmissão de Furnas que ocupa uma área de 66.740,45m².

O acesso principal à área é a Rodovia RJ 093.

Geomorfologicamente, a área compreende duas feições: região de cotas inferiores, e regulares e região ocupada por morros e morrotes, na porção oeste. Não existem edificações na área. Predomina cobertura vegetal rasteira, arbustos e árvores esparsas, que se adensam à medida que se atinge as maiores declividades. O entorno da área é ocupado por atividades rurais.

No que se refere à drenagem natural, na bacia de drenagem a montante da área, nota-se que nas cotas inferiores, em épocas de chuvas intensas, a capacidade de campo do solo é superada e deve ocorrer o aumento do nível do lençol freático, provocando o escoamento superficial de água, com a ocorrência de pequenos fluxos d'água superficiais e intermitentes e áreas alagadas. No limite da área junto à RJ 093, existe uma vala de drenagem que faz o escoamento pluvial para uma área alagadiça a jusante da área.

Apresenta-se a seguir a síntese fotográfica da área objeto de implantação do CTDR Paracambi Consorciado.

	
<p>Foto 01- Acesso Principal à Área Objeto de Implantação do CTDR Paracambi Consorciado</p>	<p>Foto 02 - Vista Panorâmica da Área Objeto de Implantação do CTDR Paracambi Consorciado</p>
	
<p>Foto 03 - Vista Panorâmica da Área Objeto de Implantação do CTDR Paracambi Consorciado</p>	<p>Foto 04 - Vista Panorâmica da Área Objeto de Implantação do CTDR Paracambi Consorciado</p>



Foto 05 - Acesso Principal à Área Objeto de Implantação do CTDR Paracambi Consorciado



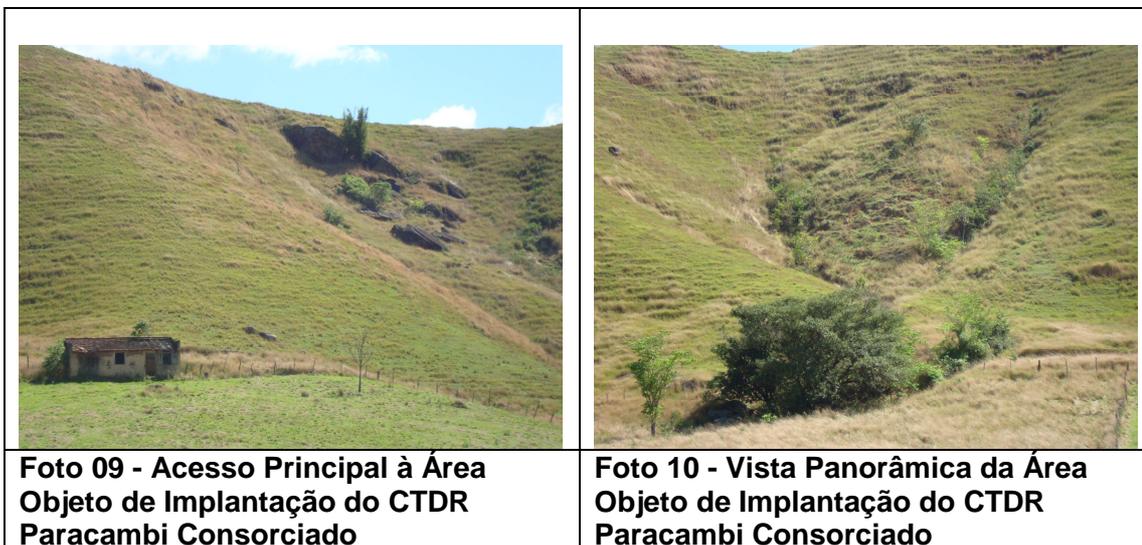
Foto 06 - Vista Panorâmica da Área Objeto de Implantação do CTDR Paracambi Consorciado



Foto 07 - Acesso Principal à Área Objeto de Implantação do CTDR Paracambi Consorciado



Foto 08 - Vista Panorâmica da Área Objeto de Implantação do CTDR Paracambi Consorciado



2.2. Síntese da Avaliação Ambiental da Área de Implantação do CTDR

Apresenta-se a seguir os dados inerentes à síntese da avaliação ambiental da área objeto de implantação do CTDR Paracambi Consorciado.

2.2.1. Aspectos Físicos

✓ Hidrogeologia Local

A Área está situada sobre um aquífero sedimentar identificado como granular (aquífero alúvio-lacustre), limitado por aquífero fraturado.

O aquífero sedimentar, identificado como do tipo livre, caracteriza-se, de acordo com os dados obtidos durante as sondagens e instalação de piezômetros realizadas para o Projeto Básico, por apresentar um nível estático do freático pouco profundo, raramente abaixo de 1,0m.

O fluxo da água subterrânea pode ser determinado utilizando-se uma rede de observação formada por cinco piezômetros instalados na área do empreendimento. Com base nas cotas relativas dos piezômetros instalados, obtidas durante o levantamento topográfico e nas medições dos níveis d'água, foi elaborado um mapa potenciométrico do local para a determinação do sentido de deslocamento das águas subterrâneas na área estudada.

O sentido do fluxo foi determinado a partir de soluções gráficas baseadas em aproximações. Portanto, sob condições permanentes, a elevação em qualquer ponto sobre o nível d'água é igual à carga e, como consequência, as linhas de fluxo permanecem perpendiculares às curvas de nível dos níveis de água (superfície piezométrica).

Com base nas cargas hidráulicas medidas em campo e na topografia da área, o fluxo de água subterrânea apresenta direção ENE–SSW. O reabastecimento ou recarga em um raio de 300m ocorre basicamente a partir da infiltração de água das chuvas, sendo identificadas duas áreas de recarga locais situadas nas duas escarpas que limitam a área a NW e SE. A descarga local é feita em uma vala situada no talvegue do vale; regionalmente, a descarga ocorre no Ribeirão das Lages.

✓ Recursos Hídricos

A área selecionada encontra-se na bacia hidrográfica do Ribeirão das Lajes, principal tributário do Rio Guandu. O rio nasce nas serras de São Brás, do Itaguaçu e da Mazomba, em altitudes superiores a 1.200m. Recentemente, o Estado do Rio de Janeiro foi dividido em 7 (sete) Macrorregiões Ambientais, oficializadas pelo Decreto Estadual 26.058, de 14/03/2000, pelo qual o Ribeirão das Lajes encontra-se na MRA-2 – Bacia Contribuinte à baía de Sepetiba.

✓ Usos da Água

Apesar da grande regularização propiciada pela transposição de vazões do rio Paraíba do Sul e pelos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Lajes, a bacia do rio Guandu, da qual o Ribeirão das Lajes faz parte, tem um conjunto diferenciado de demandas hídricas.

Dentre seus usuários, pode-se destacar a CEDAE, que abastece a Região Metropolitana do Rio de Janeiro e a Baixada Fluminense, com águas do rio Guandu (43m³/s) e Ribeirão das Lajes diretamente (5m³/s). Conforme os planos de expansão da CEDAE, a demanda futura poderá ser ampliada para 80m³/s.

O segundo maior usuário da bacia é a Termelétrica de Santa Cruz, operada por FURNAS, que capta atualmente 24m³/s no canal de São Francisco, tendo sua tomada d'água uma capacidade instalada de 32m³/s.

Entre os outros usuários, todos de porte muito menor, os únicos com demandas superiores a 1m³/s seriam os empreendimentos com requerimentos de outorga feitos pela GERDAU, com demanda futura de 3,5 m³/s, e pela INEPAR, com previsão de 1,4m³/s.

✓ Qualidade da Água

Para efeito de comparação com os padrões de qualidade de água da Resolução CONAMA nº. 20, de 1986, o Ribeirão das Lajes foi definido como Classe 2, que pressupõe os seguintes usos preponderantes: abastecimento doméstico após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário, como natação; irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; e piscicultura. Essa classificação é provisória e foi determinada pela própria Resolução, que estabelece essa classe para todos os corpos d'água de águas doces ainda não definitivamente enquadrados.

Com relação a sua composição ictiofaunística original, essa bacia faz parte da província zoogeográfica denominada “Região Costeira do Leste Brasileiro”. Contudo, o rápido e desordenado crescimento de centros urbanos, associado ao desflorestamento da Mata

Atlântica e aos sucessivos barramentos dos rios, alterou as características originais de muitas de suas bacias hidrográficas, provocando a perda de uma parcela da sua sensível ictiofauna, antes mesmo de esta ser conhecida; essa situação é particularmente notável no Ribeirão das Lajes. A estrutura física e biológica dessa bacia foi bastante alterada.

A abertura e o fechamento não sazonal das comportas das barragens do Complexo Hidrelétrico das Lajes são fatores que contribuem para a degradação da ictiofauna, somado à descaracterização decorrente da transposição das águas do Rio Paraíba do Sul. Esse movimento provoca oscilações irregulares no nível d'água que afetam também os trechos mais baixos de seus tributários, dificultando senão impedindo o estabelecimento das espécies de peixes associadas à vegetação marginal.

Essa vegetação já é, por sua vez, escassa ou mesmo ausente na maior parte da Bacia do Ribeirão das Lajes, o que compromete as espécies dependentes de matéria orgânica alóctone, como frutas, sementes e insetos, assim como fragiliza espécies juvenis e forrageiras que a utilizam como abrigo.

✓ **Erosão**

A maior parte da área de estudos é constituída por elevações com encostas íngremes e cotas em torno de 100m. O topo mais elevado situa-se na cota 123,1m, com uma diferença de nível de 88m em relação à baixada. Os declives, em certos casos, ultrapassam 75% com predomínio das vertentes de 30 a 50%.

Todos os morros no entorno são utilizados para pastagem, apresentando-se muito degradados, com solo exposto e grande número de trilhas ou terracetes de pisoteio, produzidos pelos animais. Essas formações permitem a atuação do escoamento superficial, conseqüentemente, a formação de sulcos que evoluem para ravinas, na direção do fluxo das águas, paralela ao sentido dos maiores declives.

Entre os fatores que contribuem para intensificação dos processos erosivos, está a própria constituição dos solos, cuja estrutura favorece os desbarrancamentos. Situados em declives fortes, sem proteção de vegetação natural, tendem a se tornarem cada vez mais erodidos.

A erosão laminar continua atuando sobre os horizontes superficiais dos Argissolos e Cambissolos, que são de textura média, isto é, contêm elevada percentagem de areia em sua composição granulométrica.

O escoamento superficial começa a concentrar-se, formando sulcos paralelos ao sentido do declive, que, ao aprofundarem-se, transformam-se em ravinas. Sem proteção adequada, em breve, as ravinas tornar-se-ão voçorocas.

Os processos erosivos são intensificados devido à construção de estradas que deixaram taludes desprotegidos, barrancos quase verticais, nos quais as águas cavam mais ravinas, carreando sedimentos para as áreas mais baixas, provocando sulcos profundos à beira da estrada e assoreando os cursos d'água. Não é somente o solo que se perde — toneladas de nutrientes são perdidos também. Isso significa que a recuperação dessas áreas deverá

contemplar sua reposição, envolvendo técnicas de engenharia e silvicultura, com aporte de recursos públicos e particulares.

2.2.2. Aspectos Bióticos

A área é praticamente ocupada apenas com pastagens, seja nas partes baixas da planície alúvio-coluvial, seja nos morros mais elevados que formam o vale, seja nas colinas em forma de “meia-laranja”.

Raramente, encontram-se alguns remanescentes florestais misturados às árvores frutíferas como bananeiras, por exemplo, no local da única nascente existente na área. Podem ser identificados espécimes de Embaúba, Araçá, Macaúba, Angicos e Aroeiras. A vegetação herbácea é constituída de plantas higrófilas (em especial, Aráceas).

A planície que se abre no sentido sudoeste é ocupada por comunidades adaptadas à presença de lençol freático elevado. Identificam-se algumas espécies de *Mimosa bimucronata*, entre espécies arbustivas e herbáceas.

Ao longo das drenagens que descem dos relevos mais movimentados de oeste e noroeste, crescem espécies adaptadas a condições de solos úmidos e encharcados, com presença de Macaúba.

No extremo nordeste da área, junto à estrada, há um sítio aparentemente abandonado, cercado por árvores frutíferas: mangueiras, coqueiros, jabuticabeiras, jamelão e cerca-viva de sabiá. Pouco mais a nordeste, alguns capões de mata degradada ocupam os vales entre colinas do tipo “meia-laranja”.

Praticamente toda a área encontra-se coberta pelo biótopo pastagem, apesar de haver um remanescente de drenagem que ainda contém espécies vegetais ligadas às várzeas da região.

Nesse sentido, toda a fauna observada no sítio escolhido para sediar o CTDR é característica das pastagens da região, e, como já referido, muito pouco relevante em termos de conservação por não ser muito diversificada e por não possuir elementos endêmicos ou ameaçados. Em sua maioria, essa fauna é invasora de ambientes e biomas de cunho arbóreo menos acentuado que a Mata Atlântica.

A paisagem na região do empreendimento caracteriza-se pela ausência de corredores de fauna e flora. As poucas ligações entre ambientes de vegetação nativa são, em sua quase totalidade, constituídas por plantios de espécies não autóctones, como bambus e sombreiros. O predomínio de pastagens e remanescentes florestais ilhados é uma constante local e regionalmente. As ilhas florestais são relativamente distantes entre si, não favorecendo a constituição de corredores. Todas essas características evidenciam o rompimento do equilíbrio e da dinâmica natural da paisagem ao longo da história local.

A área não apresenta formação vegetal que possa ser considerada relevante em termos de conservação ou que sirva de corredor para a fauna e flora.

Não foram encontradas espécies ameaçadas de extinção na área de influência direta.

Não há evidência de que as pastagens da Área de Influência Direta sejam relevantes para espécies migratórias de aves.

2.2.3. Aspectos Socioeconômicos

✓ Perfil da Região

As características atuais da região onde se inclui o município de Paracambi foram adquiridas em decorrência do processo de metropolização do Rio de Janeiro, especialmente a partir da década de 70. Já a partir dos anos 40, as obras executadas pelo estado — saneamento e drenagem dos rios que descem da Serra do Mar e a construção da Rodovia Presidente Dutra — marcaram uma nova etapa no processo de ocupação de suas áreas, integrando-as de forma mais intensa à dinâmica socioeconômica da metrópole.

O processo de metropolização da cidade do Rio de Janeiro advém de meados do século passado; porém, é a partir da década de 70 que se pode falar, de fato, numa Região Metropolitana, bastante diferenciada do restante do estado, formada por um núcleo (o município do Rio de Janeiro) — que passou a concentrar o comércio e os serviços, o setor financeiro e importantes setores industriais — e pelos municípios periféricos.

Com a intensificação do processo de metropolização do Rio de Janeiro, as antigas atividades agrícolas foram sendo substituídas por loteamentos populares sem infraestrutura adequada. A facilidade de transportes e a disponibilidade de terras para ocupação fizeram com que surgissem ao longo da Rodovia BR-116 e do ramal ferroviário de Japeri, cidades-dormitório que concentraram grande contingente de migrantes que iria constituir a mão-de-obra necessária ao crescimento industrial da metrópole.

A metrópole do Rio de Janeiro constitui-se em um forte centro econômico dentro do estado, concentrando 80% de sua economia. O crescimento de sua periferia caracterizou-se, basicamente, como consolidação de núcleos-dormitório, entendidos como aqueles núcleos onde não existe uma economia com dinâmica própria e que abrigam uma população predominantemente de baixa renda.

Desde os anos 70, em função da intensificação do processo de expansão da área metropolitana, algumas sedes municipais anteriormente caracterizadas como cidades-dormitório, como Nova Iguaçu e Duque de Caxias, passaram a absorver grande parte da mão-de-obra local nas indústrias que se instalaram na região da Baixada. Porém, a situação de crise e estagnação econômica que marcou a década de 1980 afetou bastante as regiões metropolitanas do País e, sobretudo, a do Rio de Janeiro, ampliando o quadro de pobreza e de falta de oportunidades de emprego observado em suas áreas periféricas, como no caso de Paracambi.

✓ **População**

O município de Paracambi possui uma população de cerca de 40 mil habitantes. Esse município encontra-se dentre os demais da Região Metropolitana do Rio de Janeiro com menor taxa de urbanização. Em 2000, segundo o Censo de IBGE, cerca de 9% de sua população ainda se encontrava na zona rural.

Cabe ainda observar o baixo valor da densidade demográfica do município de Paracambi, relativamente à situação encontrada na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, indicando a maior presença de espaços rurais e áreas verdes e a presença mais marcante da horizontalidade em seus espaços urbanos.

Com relação à composição por idade e sexo da população de Paracambi, observa-se uma expressiva população infantil (menos de 14 anos), que representa 25% da população total, e uma participação de 6,5% da população com mais de 65 anos de idade. Os jovens entre 15 e 24 anos representam 17,5% da população total, enquanto os adultos, na faixa de 25 a 49 anos, representam 38,5% e, na faixa de 50 a 64 anos, 12,4%. O total de mulheres em Paracambi representa 50,8% da população, cabendo aos homens uma participação de 49,2%.

✓ **Emprego e Renda**

O rendimento médio mensal do chefe de domicílio em Paracambi encontra-se em um patamar muito inferior à média apresentada na Região Metropolitana do Rio de Janeiro e no Estado do Rio de Janeiro como um todo. Os valores em Paracambi equivalem a R\$ 547,65, quando, na RMRJ, somam R\$1.045,48 e, no Estado, R\$969,55.

Considerando-se o mercado formal de trabalho, ou seja, a população trabalhadora com carteira assinada, Paracambi possuía, em 2001, 6.037 empregados. O Setor Primário era responsável pelo emprego de 0,9% desse contingente; o Setor Secundário, por 43,2%, e o Terciário, por 55,9%. O principal empregador em Paracambi é a indústria de transformação, responsável por 42,9% dos empregos formais. O setor de serviços absorve o segundo maior contingente de trabalhadores formais (24,9%); a administração pública, 19,9%, e o setor comercial, 11,2%.

Em Paracambi 66,4% dos trabalhadores formais recebem menos de 3 salários mínimos mensais, enquanto apenas 3,2% recebem mais de 7 salários mínimos mensais.

✓ **Educação**

Da população com mais de 10 anos de idade residente em Paracambi, 9,7% é analfabeta. Essa situação pode ser considerada precária no interior dos padrões apresentados pelo Estado do Rio de Janeiro, que possui uma taxa de alfabetização de 93,7%, ou seja, apenas 6,3% dos fluminenses de mais de 10 anos são analfabetos.

Paracambi possui 54 estabelecimentos de ensino, sendo 25 de Pré-Escola, 24 de Ensino Fundamental e 5 de Ensino Médio. As pré-escolas são majoritariamente municipais. A presença de estabelecimentos particulares é modesta em todas as categorias, cabendo,

no entanto, destacar os elevados índices de matrícula observados nas poucas unidades particulares. Não há presença de estabelecimentos federais em Paracambi.

Recentemente, foi inaugurado o Centro Tecnológico Universitário de Paracambi, no prédio da antiga Fábrica Brasil Industrial, onde já funcionam Cursos Superiores de Ciências Ambientais e Ciências da Informação, estando prevista sua ampliação para as áreas de petróleo, gás e petroquímica.

✓ **Saúde**

Paracambi conta com 6 unidades hospitalares, sendo 1 pública (municipal) e 5 particulares e 30 unidades ambulatoriais.

Segundo dados do Sistema de Informações Hospitalares do SUS de 2000, dentre as principais causas de morbidade neste município, estão:

- doenças do aparelho circulatório (42,6%);
- doenças do aparelho respiratório (10,7%);
- doenças endócrinas nutricionais e metabólicas (8,8%).

✓ **Saneamento Básico**

Em termos de abastecimento de água, apenas 67,5% de seus domicílios estão ligados à rede geral. Os demais domicílios de Paracambi abastecem-se em poço ou nascente (27,1%) ou de forma não especificada (5,4%).

A situação do esgotamento sanitário em Paracambi apresenta uma deficiência superior à do abastecimento de água. Apenas 59,7% de seus domicílios permanentes estão ligados à rede geral de esgotos. Paracambi não possui estação de tratamento, de forma que o destino final do sistema são os cursos d'água que cortam o município.

Com relação à destinação do lixo, 89,6% dos domicílios permanentes de Paracambi têm seu lixo coletado, que é destinado ao Lixão Municipal, criado há mais de 30 anos, sem nenhuma infra-estrutura de tratamento sanitário. A área do lixão é próxima ao Rio dos Macacos, para onde percola o chorume gerado no lixão. Atualmente, a Prefeitura Municipal de Paracambi tem controlado e monitorado a disposição do lixo, evitando, principalmente, a exalação de mau cheiro e a queima de lixo, e promovendo a coleta de material reciclável.

✓ **Situação Econômica do Município**

O município de Paracambi tem uma das economias menos desenvolvidas no interior da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. O Produto Interno Bruto (PIB) de Paracambi, em 1999, equivalente a R\$183.512,28, representa 0,17% do PIB da RMRJ. Considerando-se a população recenseado no Censo 2000 do IBGE, de 40.412 habitantes, Paracambi apresenta um PIB *per capita* de R\$4,54, equivalente a menos da metade da RMRJ.

O parque industrial de Paracambi é incipiente, composto, em 2000, segundo dados do Ministério do Trabalho, de 41 unidades industriais, o que equivale a 0,27% do parque industrial da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e a 0,18% do parque do estado. A

indústria de transformação é predominante no município, havendo uma pequena participação de indústrias da construção civil.

Estudo realizado pelo Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro sobre a situação em Paracambi no ano 2000, mostra que a arrecadação tributária municipal é composta em 93,2% do Imposto Sobre Serviços (ISS), enquanto as transferências federais decorrem em 80,7% do Fundo de Participação dos Municípios (FPM), e as estaduais em 63,1% do ICMS e 33,5% do FUNDEF.

A Receita Municipal é composta pela arrecadação municipal (9,3%), pelas transferências federais (34,0%) e pelas transferências estaduais (56,7%). Os indicadores financeiros permitem observar que Paracambi tem uma dependência por transferências de recursos de 87% e uma autonomia financeira de apenas 0,09%. Chama também a atenção o elevado custeio *per capita*, equivalente a R\$228,41/hab e o reduzido investimento *per capita* (R\$31,62/hab).

2.3. Deficiências e Problemas Decorrentes da Implantação e Operação dos Lixões Municipais

Atualmente, os resíduos sólidos gerados nos municípios de Paracambi, Japeri, Mendes e Eng. Paulo de Frontin são dispostos irregularmente em lixões, conforme apresentado nas fotos a seguir:





Foto 13 - Vista Panorâmica do Lixão Municipal de Paracambi



Foto 14 - Vista Panorâmica do Lixão Municipal de Paracambi



Foto 15 - Vista Panorâmica do Lixão Municipal de Eng. Paulo de Frontin



Foto 16 - Vista Panorâmica do Lixão Municipal de Eng. Paulo de Frontin



Foto 17 - Vista Panorâmica do Lixão Municipal de Mendes



Foto 18 - Vista Panorâmica do Lixão Municipal de Mendes

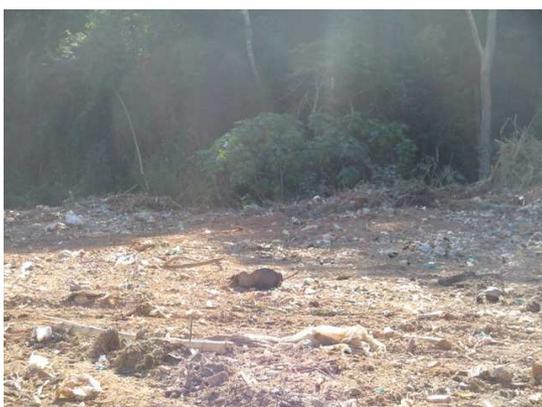


Foto 19 - Vista Panorâmica do Lixão Municipal de Mendes



Foto 20 - Vista Panorâmica do Lixão Municipal de Mendes

Com base na síntese fotográfica, apresenta-se a seguir as deficiências constatadas de uma forma geral, nos Lixões dos Municípios de Paracambi, Mendes, Japeri, Paulo de Frontin e Queimados:

- Área parcialmente ocupada por barracos de catadores e habitações irregulares;
- Lançamento e disposição final de resíduos sólidos em direção ao fundo do vale, sem planejamento técnico;
- Totalidade da área ocupada pelo lixão sem cobertura dos resíduos sólidos dispostos, provocando a incidência de grande quantidade de vetores;

- Presença de taludes com inclinação irregular, impossibilitando a cobertura com material inerte;
- Inexistência de sistema captação de águas pluviais no entorno da área de disposição final de resíduos sólidos;
- Grande deficiência no sistema de coleta de efluentes líquidos percolados (chorume), não existindo nenhum tratamento prévio dos mesmos quando de seu lançamento em corpo hídrico;
- Inexistência de sistema de coleta/drenagem dos gases gerados na massa de resíduos sólidos;
- Rotina de controle de tráfego de veículos deficiente, não possuindo no terreno nenhum dispositivo de confinamento operacional;
- Instalações e equipamento de pesagem dos veículos, necessitando adequações;
- Disposição final de resíduos sólidos oriundos de unidades de serviços de saúde em desacordo com os procedimentos ambientalmente adequados;
- Utilização da área de disposição final de resíduos sólidos por terceiros através de intensa atividade de reciclagem, sendo concentrados, inclusive materiais oriundos de outros municípios;
- Disposição final atual de resíduos sólidos sem planejamento de avanço.

Assim, conclui-se que os atuais lixões municipais deverão ser encerrados, com as áreas sendo recuperadas imediatamente, inclusive com a implantação de um programa de recuperação dos remanescentes da mata atlântica local.

2.4. Caracterização Quantitativa e Qualitativa dos Resíduos Sólidos

Para a elaboração do Projeto Executivo do Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos do Município de Paracambi é de fundamental importância o conhecimento das características qualitativas e quantitativas dos resíduos sólidos coletados pelo serviço de limpeza urbana.

Para efeito de determinação do quantitativo de resíduos sólidos a serem dispostos foram adotadas as seguintes bases e premissas:

- Per capita para a estimativa de resíduos sólidos dispostos no lixão: 0,70 Kg.hab/dia;
- Populações dos Censos Demográficos do IBGE (anos 2004 a 2007);
- Massa específica dos resíduos sólidos aterrados com compactação de 0,7 t/m³;
- Espalhamento e compactação dos resíduos sólidos com trator de esteiras.

Apresenta-se nos quadros 01 a 03 a seguir os quantitativos, por tipologia, de resíduos sólidos gerados a serem dispostos no CTDR Paracambi Consorciado, considerando a vida de 25 anos.

Quadro 01 - Evolução da População, Resíduos Sólidos Domiciliares Gerados nos Municípios de Paracambi, Mendes, Engenheiro Paulo de Frontin, Queimados, Japeri

ANO	População (hab.)	Taxa de Geração (Kg/hab.dia)	Geração de Res. Sólidos Tipo Domiciliar (t/dia) (*)	Geração de Resíduos sólidos (m3/dia)	Geração de Res. Sólidos Acumulado (m3)	RS a Serem Dispostos Incluindo 30% de Mat. Recobr. (m3)
2007	295.681	0,70	206,98	295,68	107.923,57	140.300,63
2008	298.551	0,70	208,99	298,55	216.894,57	281.962,94
2009	301.548	0,70	211,08	301,55	326.959,65	425.047,55
2010	304.676	0,70	213,27	304,68	438.166,42	569.616,35
2011	307.937	0,70	215,56	307,94	550.563,51	715.732,56
2012	311.334	0,70	217,93	311,33	664.200,56	863.460,73
2013	314.871	0,70	220,41	314,87	779.128,32	1.012.866,82
2014	318.549	0,70	222,98	318,55	895.398,62	1.164.018,21
2015	322.372	0,70	225,66	322,37	1.013.064,46	1.316.983,80
2016	326.344	0,70	228,44	326,34	1.132.179,99	1.471.833,99
2017	330.467	0,70	231,33	330,47	1.252.800,60	1.628.640,78
2018	334.746	0,70	234,32	334,75	1.374.982,93	1.787.477,81
2019	339.184	0,70	237,43	339,18	1.498.784,91	1.948.420,39
2020	343.783	0,70	240,65	343,78	1.624.265,81	2.111.545,56
2021	348.549	0,70	243,98	348,55	1.751.486,28	2.276.932,16
2022	353.485	0,70	247,44	353,49	1.880.508,37	2.444.660,88
2023	358.595	0,70	251,02	358,60	2.011.395,62	2.614.814,30
2024	363.883	0,70	254,72	363,88	2.144.213,04	2.787.476,95
2025	369.354	0,70	258,55	369,35	2.279.027,21	2.962.735,38
2026	375.011	0,70	262,51	375,01	2.415.906,32	3.140.678,22
2027	380.860	0,70	266,60	380,86	2.554.920,19	3.321.396,25
2028	386.904	0,70	270,83	386,90	2.696.140,33	3.504.982,42
2029	393.150	0,70	275,20	393,15	2.839.639,99	3.691.531,99
2030	399.601	0,70	279,72	399,60	2.985.494,24	3.881.142,52
2031	406.262	0,70	284,38	406,26	3.133.779,99	4.073.913,98
2032	413.140	0,70	289,20	413,14	3.284.576,02	4.269.948,83
2033	420.239	0,70	294,17	420,24	3.437.963,12	4.469.352,05
2034	427.564	0,70	299,29	427,56	3.594.024,05	4.672.231,26
2035	435.122	0,70	304,59	435,12	3.752.843,68	4.878.696,78
2036	442.919	0,70	310,04	442,92	3.914.508,98	5.088.861,68
2037	450.959	0,70	315,67	450,96	4.079.109,15	5.302.841,90
2038	459.251	0,70	321,48	459,25	4.246.735,63	5.520.756,31
2039	467.799	0,70	327,46	467,80	4.417.482,17	5.742.726,82
2040	476.610	0,70	333,63	476,61	4.591.444,95	5.968.878,43

Obs.: Peso específico dos resíduos sólidos compactados = 0,7 t/m³
Volume Total a ser disposto = 4.309.080,43m³

Quadro 02 - Evolução da População, Resíduos Sólidos Públicos Gerados nos Municípios de Paracambi, Mendes, Engenheiro Paulo de Frontin, Queimados, Japeri

ANO	População (hab.)	Geração de Res.Sólidos Domiciliares (t/dia)	Geração de Res. Sólidos Tipo Públicos (t/dia) (*)	Geração de Resíduos sólidos (m3/dia)	Geração de Res. Sólidos Acumulado (m3)	RS a Serem Dispostos Incluindo 30% de Mat. Recobr. (m3)
2007	295.681	206,98	62,09	88,70	32.377,07	42.090,19
2008	298.551	208,99	62,70	89,57	65.068,37	84.588,88
2009	301.548	211,08	63,33	90,46	98.087,90	127.514,26
2010	304.676	213,27	63,98	91,40	131.449,93	170.884,91
2011	307.937	215,56	64,67	92,38	165.169,05	214.719,77
2012	311.334	217,93	65,38	93,40	199.260,17	259.038,22
2013	314.871	220,41	66,12	94,46	233.738,50	303.860,04
2014	318.549	222,98	66,90	95,56	268.619,59	349.205,46
2015	322.372	225,66	67,70	96,71	303.919,34	395.095,14
2016	326.344	228,44	68,53	97,90	339.654,00	441.550,20
2017	330.467	231,33	69,40	99,14	375.840,18	488.592,23
2018	334.746	234,32	70,30	100,42	412.494,88	536.243,34
2019	339.184	237,43	71,23	101,76	449.635,47	584.526,12
2020	343.783	240,65	72,19	103,13	487.279,74	633.463,67
2021	348.549	243,98	73,20	104,56	525.445,88	683.079,65
2022	353.485	247,44	74,23	106,05	564.152,51	733.398,27
2023	358.595	251,02	75,30	107,58	603.418,68	784.444,29
2024	363.883	254,72	76,42	109,17	643.263,91	836.243,08
2025	369.354	258,55	77,56	110,81	683.708,16	888.820,61
2026	375.011	262,51	78,75	112,50	724.771,90	942.203,47
2027	380.860	266,60	79,98	114,26	766.476,06	996.418,87
2028	386.904	270,83	81,25	116,07	808.842,10	1.051.494,73
2029	393.150	275,20	82,56	117,94	851.892,00	1.107.459,60
2030	399.601	279,72	83,92	119,88	895.648,27	1.164.342,76
2031	406.262	284,38	85,32	121,88	940.134,00	1.222.174,19
2032	413.140	289,20	86,76	123,94	985.372,81	1.280.984,65
2033	420.239	294,17	88,25	126,07	1.031.388,93	1.340.805,62
2034	427.564	299,29	89,79	128,27	1.078.207,21	1.401.669,38
2035	435.122	304,59	91,38	130,54	1.125.853,10	1.463.609,03
2036	442.919	310,04	93,01	132,88	1.174.352,69	1.526.658,50
2037	450.959	315,67	94,70	135,29	1.223.732,75	1.590.852,57
2038	459.251	321,48	96,44	137,78	1.274.020,69	1.656.226,89
2039	467.799	327,46	98,24	140,34	1.325.244,65	1.722.818,05
2040	476.610	333,63	100,09	142,98	1.377.433,48	1.790.663,53

Obs.: Peso específico dos resíduos sólidos compactados = 0,7 t/m³
Volume Total a ser disposto = 1.292.724,13m³

(*) Resíduos sólidos públicos (poda, capina, varrição e entulho) = 30 % dos resíduos sólidos domiciliares

Quadro 03 - Evolução da População, Res. Sólidos de Unid. de Serviços de Saúde Gerados nos Municípios de de Paracambi, Mendes, Engenheiro Paulo de Frontin, Queimados, Japeri

ANO	População (hab.)	Geração de Res. Sólidos Domiciliares (t/dia)	Geração de Resíduos Sólidos de Unid. de Serv. de Saúde (t/dia) (*)	Geração de Resíduos sólidos (m3/dia)	Geração de Res. Sólidos (m3)	RS a Serem Dispostos Incluindo 30% de Mat. Recobr. (m3)
2007	295.681	206,98	3,10	4,44	1.618,85	2.104,51
2008	298.551	208,99	3,13	4,48	3.253,42	4.229,44
2009	301.548	211,08	3,17	4,52	4.904,39	6.375,71
2010	304.676	213,27	3,20	4,57	6.572,50	8.544,25
2011	307.937	215,56	3,23	4,62	8.258,45	10.735,99
2012	311.334	217,93	3,27	4,67	9.963,01	12.951,91
2013	314.871	220,41	3,31	4,72	11.686,92	15.193,00
2014	318.549	222,98	3,34	4,78	13.430,98	17.460,27
2015	322.372	225,66	3,38	4,84	15.195,97	19.754,76
2016	326.344	228,44	3,43	4,90	16.982,70	22.077,51
2017	330.467	231,33	3,47	4,96	18.792,01	24.429,61
2018	334.746	234,32	3,51	5,02	20.624,74	26.812,17
2019	339.184	237,43	3,56	5,09	22.481,77	29.226,31
2020	343.783	240,65	3,61	5,16	24.363,99	31.673,18
2021	348.549	243,98	3,66	5,23	26.272,29	34.153,98
2022	353.485	247,44	3,71	5,30	28.207,63	36.669,91
2023	358.595	251,02	3,77	5,38	30.170,93	39.222,21
2024	363.883	254,72	3,82	5,46	32.163,20	41.812,15
2025	369.354	258,55	3,88	5,54	34.185,41	44.441,03
2026	375.011	262,51	3,94	5,63	36.238,59	47.110,17
2027	380.860	266,60	4,00	5,71	38.323,80	49.820,94
2028	386.904	270,83	4,06	5,80	40.442,10	52.574,74
2029	393.150	275,20	4,13	5,90	42.594,60	55.372,98
2030	399.601	279,72	4,20	5,99	44.782,41	58.217,14
2031	406.262	284,38	4,27	6,09	47.006,70	61.108,71
2032	413.140	289,20	4,34	6,20	49.268,64	64.049,23
2033	420.239	294,17	4,41	6,30	51.569,45	67.040,28
2034	427.564	299,29	4,49	6,41	53.910,36	70.083,47
2035	435.122	304,59	4,57	6,53	56.292,66	73.180,45
2036	442.919	310,04	4,65	6,64	58.717,63	76.332,93
2037	450.959	315,67	4,74	6,76	61.186,64	79.542,63
2038	459.251	321,48	4,82	6,89	63.701,03	82.811,34
2039	467.799	327,46	4,91	7,02	66.262,23	86.140,90
2040	476.610	333,63	5,00	7,15	68.871,67	89.533,18

Obs.: Peso específico dos resíduos sólidos compactados = 0,7 t/m³
Volume Total a ser disposto = 64.636,21m³

(*) Resíduos sólidos de unidades de serviços de saúde = 1,50 % dos resíduos sólidos domiciliares

Para a determinação da massa específica dos resíduos sólidos aterrados, adotou-se conservadoramente o valor de $0,7t/m^3$, que é o valor médio verificado em ensaios executados em aterros que utilizam tratores de esteiras para espalhamento e compactação dos resíduos sólidos (rolo compactador).

Quanto à composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos a serem dispostos, considerou-se a composição média provável dos resíduos sólidos, definida a partir dos resíduos sólidos coletados no Município do Rio de Janeiro, conforme apresentado no Quadro 04 a seguir.

Quadro 04 - Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos

Componente	Porcentagem (%)
Matéria Orgânica	42,00
Papel/Papelão	14,25
Plástico Filme	14,00
Plástico Duro	10,00
Vidro	8,00
Metal Ferroso	7,50
Rejeito	4,25
Alumínio	0,00
Total	100,00

Fonte:COMLURB/PMRJ

Com base nos dados supracitados, apresenta-se no quadro 05 a seguir o dimensionamento das bases das células, por etapas de implantação e tipologia de resíduos sólidos.

Quadro 05 - Dimensionamento das Células por Tipo de Resíduos Sólidos a Serem Dispostos no CTDR Consorciado Paracambi (Vida Útil Total de 25 anos - 2010/2035)

	Célula de Resíduos Domiciliares/ RS.Publicos e R.S.S
Número de Camadas	11
Altura (m)	<u>5,00</u>
Área Construtiva (m²)	133.934,05
Dimensões (m)	Irregulares
Volume Real Incl. Mat. de Recobrimento (m³)	5.666.440,76

**3 COMPONENTE 1 - ATERRO SANITÁRIO, INCLUINDO
INFRA-ESTRUTURA DE APOIO OPERACIONAL E
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES
LÍQUIDOS PERCOLADOS**

3.1 Componente 1 - Aterro Sanitário

3.1.1 Concepção e Justificativa

Objetivando a preservação do lençol freático, bem com das coleções hídricas do entorno da área, concebeu-se como tecnologia à implantação de célula para a disposição final de resíduos sólidos domiciliares/públicos/resíduos sólidos de unidades de serviço de saúde após processo de autoclavagem.

Para a elaboração do projeto executivo, considerou-se as seguintes diretrizes.

- O aterro deve propiciar, no curto, médio e longo prazo, a proteção ao meio ambiente, principalmente o lençol freático bem como as coleções hídricas do entorno;
- Utilizar metodologias e técnicas eficientes e atestadas de execução e operação;
- Minimização da geração de chorume;
- Otimização do rendimento volumétrico da área.

Com base nas características dos resíduos sólidos a serem dispostos no aterro, bem como nas características topográficas, geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas da área de implantação, adotou-se os seguintes critérios:

- Atender os requisitos na ABNT NBR 13.896/97 – aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação;
- Será implantado com a técnica de área, acima da cota inferior do terreno natural;
- Será implantando seqüencialmente, em etapas operacionais de vida útil da ordem de 5 (cinco) anos;
- Todas as áreas do aterro que terão contato com os resíduos sólidos ou chorume serão dotadas de infra-estrutura de base que irá garantir a completa estanqueidade da área, preservando o lençol freático e as coleções hídricas do entorno da área. Esta infra-estrutura contempla a impermeabilização com argila, colocação de manta laminado de PVC, espessura 1,00mm, tipo VMP55ML;
- Entre a base da impermeabilização e o solo natural será mantida uma camada de solo de 2,00m de espessura para se garantir uma distância segura em relação ao nível do lençol freático;
- Sobre a manta será implantada uma camada de proteção de argila de excelente coeficiente de permeabilização (permeabilidade $K < 1 \times 10^{-7}$ cm/s) com espessura de 0,20m;
- Sobre a camada de proteção serão lançados o sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados e o sistema de drenagem de gases;
- A remoção de chorume do aterro será realizada por gravidade para os poços de acumulação;
- O volume de chorume acumulado será, inicialmente, recirculado para a célula de aterro. O volume excedente será encaminhado, por gravidade, ao sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados (bacia de contenção, geotubes, lagoa de polimento, tanque final de monitoramento);
-

- A operação será realizada ao tempo, sendo as águas pluviais externas a frente de operação desviada para minimizar a infiltração sobre o resíduo disposto e a geração de chorume;
- Sistema de recepção e encaminhamento de lodo de limpa-fossa para a bacia de contenção do sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados.

✓ **Fases de Implantação e Metodologia Executiva**

Apresenta-se a seguir as etapas de implantação da célula do aterro sanitário, segundo as fases de execução da infra-estrutura e operação.

- **Fase de Construção** – No que concerne à fase de construção tem-se: mobilização, canteiro de obras, acesso internos, redes externas, drenagem superficial, infra-estrutura da célula de resíduos sólidos domiciliares, sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados, sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados (Geotubes), sistema de drenagem de gases e sistema de controle ambiental.
- **Fase de Operação** – No que se refere à operação tem-se a execução dos seguintes serviços: implantação de drenos de gás, execução de drenos horizontais de percolado, implantação das interligações de recirculação de percolado e do geotubes, Sistema de recepção e encaminhamento de lodo de limpa-fossa, cobertura dos resíduos sólidos com solo, proteção superficial dos taludes definitivos já terminados, implantação da drenagem superficial, monitoramento geotécnico e das águas subterrâneas.

3.1.2 Arranjo Geral

O arranjo geral do aterro sanitário contempla a implantação das intervenções em platôs que se desenvolvem entre as cotas 40,00m e 95,00m. As células foram concebidas, devido ao relevo local, com superposição de camadas, em pilhas.

O lay out do CTDR Paracambi Consorciado, Componentes 1 e 2, está apresentado a seguir. Ressalta-se que a área total selecionada para a implantação do CTDR, corresponde a 345.149,05m², tendo o seguinte programa de ocupação:

- Área de aterramento (célula de resíduos sólidos domiciliares, resíduos sólidos públicos e resíduos sólidos de unidades de serviços de saúde – após esterilização por autoclave): 133.934,05m²;
- Área das instalações de apoio (guarita/balança, prédio da administração, laboratório, vestiários e sanitários, almoxarifado e oficina de manutenção): 599,36m²;
- Área dos acessos internos ao aterro sanitário: 2.687,63m²;
- Cinturão verde: 25.405,00m²;
- Área da jazida (morro existente): 57.053,16m²;
- Área do sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados – geotubes/lagoa de polimento): 1.522,82m²;
- Área da unidade de beneficiamento de resíduos sólidos da construção civil: 3.340,00m²;
- Área da unidade de triagem e enfardamento de resíduos sólidos da coleta seletiva: 375,00m²;

- Área da unidade de triagem e compostagem por biooxidação em células de bioreatores: 546,04m² (367,84m² e 178,20m² respectivamente);
- Área da unidade de tratamento de resíduos sólidos de serviço de saúde do grupo A – Infectantes: 259,97m²;
- Área remanescente (APP's): 119.426,02m².

3.1.3 Sequência de Implantação

Devido às características topográficas da área objeto da implantação do empreendimento, desenvolveu-se um aterro sanitário em que as células se iniciam na cota 40,00m elevando-se até a cota 95,00m (cotas arbitradas), com a seguinte superposição de camadas e cotas:

- Célula de resíduos sólidos domiciliares/públicos/resíduos sólidos de unidades de serviço de saúde após processo de autoclavagem: inicial: com 11 (onze) camadas de 5,00m, iniciando-se na cota 40,00m e elevando-se até a cota 95,00m.

Os taludes das camadas supracitadas foram projetados com inclinação 1(v):1(h), separados entre si por bermas de 5,00m de largura.

Com base nos dados supracitados, apresenta-se no quadro 06 a seguir as áreas úteis e as áreas construtivas das células por etapa de implantação, segundo a concepção adotada.

Quadro 06 - Áreas Úteis das Bases das Células por Etapas de Implantação

Tipo de Célula	Etapa 2010/2035 (m²)	Total Geral (m²)
Célula de resíduos sólidos domiciliares, resíduos sólidos públicos e resíduos sólidos de unidades de serviços de saúde (após esterilização por Autoclave)	133.934,05	
Total por Etapa	133.934,05	133.934,05

Com base nas áreas úteis e construtivas supracitadas bem como no número e altura das camadas projetadas, têm-se as capacidades volumétricas por etapas de implantação apresentadas no quadro 07 a seguir.

Quadro 07 - Capacidade Volumétrica das Células, Área Útil e Etapas de Implantação

Tipo de Célula	Etapa 2010/2035 (m ³)	Total Geral (m ³)
Célula de resíduos sólidos domiciliares, resíduos sólidos públicos e resíduos sólidos de unidades de serviços de saúde (após esterilização por Autoclave)	5.666.440,76	
Total	5.666.440,76	5.666.440,76

3.1.4 Vida Útil do Aterro

Para o cálculo da vida útil considerou-se a projeção da geração de resíduos sólidos apresentada anteriormente. Considerou-se ainda a taxa de produção de resíduos sólidos referente a um “per capita” de 0,70 kg/hab.dia, uma densidade para os resíduos sólidos compactados de 0,7 t/m³ (parâmetro adotado devido aos equipamentos dimensionados para a operação do aterro sanitário: trator de esteiras e rolo compactador), uma taxa de material de cobertura de 30% sobre a capacidade total de recebimento de resíduos sólidos do aterro sanitário.

No que se refere aos resíduos sólidos públicos e RSS considerou-se, respectivamente, 30 % e 3 % da geração dos resíduos sólidos domiciliares.

Verificando-se a relação do volume necessário, área e altura das células, chega-se ao cálculo da vida útil, conforme apresentado a seguir:

- Área construtiva da célula: resíduos sólidos domiciliares = 133.934,05m²;
- Volume aterrado acumulado, incluindo o material de recobrimento, (25 anos):
Domiciliares = 5.666.440,76m³;
- Vida útil: 25 anos.

Comprovando-se os dados supracitados, apresenta-se no quadro 08 a seguir a evolução da vida útil do aterro sanitário (25 anos) em função do volume geométrico, sem a implantação das unidades de beneficiamento de resíduos sólidos.

QUADRO 08 - Evolução da Vida Útil do Aterro Sanitário (25 Anos) em Função do Volume Geométrico, com a Implantação das Unidades de Beneficiamento de Resíduos Sólidos em 2007

ANOS	Volume a ser Aterrado (ton/mês)	Volume a ser Aterrado (ton/ano)	Volume a ser Aterrado (m ³ /ano)	Material de Recobrim. Anual (m ³)	Capacidade de Recebimento do Aterro (m ³)
Início					5.666.440,76
2007	6.209,30	74.511,61	106.445,16	138.378,71	5.528.062,05
2008	6.269,56	75.234,78	107.478,25	139.721,73	5.388.340,33
2009	6.332,51	75.990,14	108.557,34	141.124,54	5.247.215,78
2010	6.398,20	76.778,37	109.683,39	142.588,41	5.104.627,37
2011	6.466,68	77.600,18	110.857,40	144.114,62	4.960.512,76
2012	6.538,02	78.456,27	112.080,38	145.704,50	4.814.808,26
2013	6.612,28	79.347,38	113.353,41	147.359,43	4.667.448,83
2014	6.689,52	80.274,29	114.677,56	149.080,83	4.518.368,00
2015	6.769,82	81.237,78	116.053,97	150.870,17	4.367.497,84
2016	6.853,22	82.238,67	117.483,81	152.728,96	4.214.768,88
2017	6.939,82	83.277,79	118.968,27	154.658,76	4.060.110,13
2018	7.029,67	84.356,02	120.508,60	156.661,18	3.903.448,95
2019	7.122,85	85.474,24	122.106,06	158.737,88	3.744.711,06
2020	7.219,45	86.633,39	123.761,99	160.890,58	3.583.820,48
2021	7.319,53	87.834,40	125.477,72	163.121,04	3.420.699,45
2022	7.423,19	89.078,27	127.254,67	165.431,07	3.255.268,38
2023	7.530,50	90.365,99	129.094,27	167.822,55	3.087.445,83
2024	7.641,55	91.698,60	130.998,00	170.297,40	2.917.148,43
2025	7.756,43	93.077,19	132.967,41	172.857,63	2.744.290,80
2026	7.875,24	94.502,84	135.004,05	175.505,27	2.568.785,53
2027	7.998,06	95.976,70	137.109,57	178.242,44	2.390.543,09
2028	8.124,99	97.499,93	139.285,61	181.071,30	2.209.471,79
2029	8.256,15	99.073,74	141.533,92	183.994,09	2.025.477,70
2030	8.391,61	100.699,37	143.856,25	187.013,12	1.838.464,58
2031	8.531,51	102.378,10	146.254,43	190.130,76	1.648.333,82
2032	8.675,94	104.111,24	148.730,34	193.349,44	1.454.984,38
2033	8.825,01	105.900,13	151.285,90	196.671,67	1.258.312,71
2034	8.978,85	107.746,18	153.923,11	200.100,05	1.058.212,66
2035	9.137,57	109.650,81	156.644,01	203.637,22	854.575,44
2036	9.301,29	111.615,50	159.450,71	207.285,93	647.289,52
2037	9.470,15	113.641,76	162.345,37	211.048,98	436.240,53
2038	9.644,26	115.731,16	165.330,22	214.929,29	221.311,25
2039	9.823,77	117.885,29	168.407,55	218.929,82	2.381,43
2040	10.008,82	120.105,81	171.579,72	223.053,64	-220.672,21

Obs.: Peso específico dos resíduos sólidos compactado = 0,7 t/m³

Horizonte do projeto de 25 anos (2010-2035)

(**) 2007 e 2010 = início de operação das unidades de beneficiamento de resíduos sólidos, com redução de 26,3 % do volume aterrado

Fonte: Saneamento Verde

3.1.5 Levantamento Topográfico e Planialtimétrico

Para a elaboração do Projeto Executivo do Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos do Município de Paracambi – CTDR Paracambi Consorciado foi realizado levantamento topográfico, planialtimétrico e cadastral da área objeto das intervenções, tendo sido este fornecido pela Prefeitura Municipal de Paracambi.

A poligonal da área de implantação do CTDR Paracambi Consorciado foi definida e materializada em planta em escala indicada de 1:2.250, com curvas de nível de 5,00 em 5,00 metros, representando uma área de 447.596,37m², sendo suficiente para a implantação de todo o CTDR (vida útil de 25 anos).

Ressalta-se que para a definição da poligonal limítrofe realizou-se a materialização de 03 (três) marcos, a saber:

- Marco M - 1, localizado entre o acesso interno e o brejo, com as seguintes coordenadas UTM: N=7.466.567,726; E=569.341,402 e Z=42,548;
- Marco M - 2, localizado entre o acesso interno e o brejo, com as seguintes coordenadas UTM: N=7.466.695,791, E=569.641,923 e Z=36,415;
- Marco M - 3, localizado entre o acesso interno e o brejo, com as seguintes coordenadas UTM: N=7.467.611,892; E=569.776,399 e Z=47,128.

A conformação topográfica apresenta característica de relevo acidentado, com as cotas variando de 35,00m a 120,00m e declividade média de 21,11%.

No que se refere ao uso e ocupação da área, os elementos de projeto apresentados a seguir deverão está “amarrados” aos marcos referenciais supracitados. Assim, tem-se:

- Área de aterramento (célula de resíduos sólidos domiciliares, resíduos sólidos públicos e resíduos sólidos de unidades de serviços de saúde – após esterilização por autoclave): 133.934,05m²;
- Área das instalações de apoio (guarita/balança; prédio da administração incluindo sala, refeitório/cozinha, laboratório, vestiários e sanitários; almoxarifado e oficina de manutenção): 599,36m²;
- Área dos acessos internos ao aterro sanitário: 2.687,63m²;
- Cinturão verde: 25.405,00m²;
- Área da jazida (morro existente): 57.053,16m²;
- Área do sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados – geotubes/lagoa de polimento): 1.522,82m²;
- Área da unidade de beneficiamento de resíduos sólidos da construção civil: 3.340,00m²;
- Área da unidade de triagem e enfardamento de resíduos sólidos da coleta seletiva: 375,00m²;
- Área da unidade de triagem e compostagem por biooxidação em células de bioreatores: 546,04m² (367,84m² e 178,20m² respectivamente);

- Área da unidade de tratamento de resíduos sólidos de serviço de saúde do grupo A – Infectantes: 259,97m²;
- Área remanescente (APP's): 119.426,02m².

Os desenhos **DES-PMP-AT-T-101** e **DES-PMP-AT-A-101** a seguir apresentam respectivamente o Levantamento Topográfico e Planialtimétrico fornecido pela Prefeitura Municipal de Paracambi e o Lay Out do Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos.



DESENHO DES-PMP-AT-T-101 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO E PLANIALTIMÉTRICO FORNECIDO PELA PREFEITURA MUNICIPAL DE PARACAMBI

DESENHO DES-PMP-AT-A-101 – LAY OUT DO COMPLEXO DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

3.1.6 Sondagens

• Metodologia

As sondagens de reconhecimento da área de implantação foram realizadas pelo processo de perfuração do subsolo (SP) acompanhada de coleta de amostras representativas do solo, obedecendo basicamente a NBR-6484 da ABNT. Ressalta-se que os serviços foram realizados por uma Empresa especializada em geotecnia, contratada pela Prefeitura Municipal de Paracambi.

A tecnologia utilizada contemplou a execução de 07 (sete) furos de Sondagem à Percussão (SP), com avanço gradual de uma ferramenta chamada "trepano", auxiliadas pela circulação de água no interior dos furos e protegidos por revestimento de 2 1/2" (duas e meia polegadas), até que seja atingido o lençol freático. Vale salientar que as sondagens foram paralisadas quando não se atingiu o lençol freático, até uma profundidade de 20,00 m e/ou quando se atingiu o impenetrável.

A extração de amostras foi feita através da cravação do amostrador de solos tipo SPT.

Anotou-se o número de golpes de um peso de 65 kg caindo em queda livre de uma altura de 75 cm, necessários para a penetração de 30 cm de profundidade. Os números obtidos forneceram a indicação da consistência ou capacidade de carga do terreno sondado.

Para a marcação dos furos de sondagens considerou-se o uso e ocupação da área total de 345.149,05m². Assim tem-se:

- Área de aterramento (célula de resíduos sólidos domiciliares, resíduos sólidos públicos e resíduos sólidos de unidades de serviços de saúde – após esterilização por autoclave): 133.934,05m²;
- Área das instalações de apoio (guarita/balança; prédio da administração incluindo sala, refeitório/cozinha, laboratório, vestiários e sanitários; almoxarifado e oficina de manutenção): 599,36m²;
- Área dos acessos internos ao aterro sanitário: 2.687,63m²;
- Cinturão verde: 25.405,00m²;
- Área da jazida (morro existente): 57.053,16m²;
- Área do sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados – geotubes/lagoa de polimento): 1.522,82m²;
- Área da unidade de beneficiamento de resíduos sólidos da construção civil: 3.340,00m²;
- Área da unidade de triagem e enfardamento de resíduos sólidos da coleta seletiva: 375,00m²;
- Área da unidade de triagem e compostagem por biooxidação em células de bioreatores: 546,04m² (367,84m² e 178,20m² respectivamente);
- Área da unidade de tratamento de resíduos sólidos de serviço de saúde do grupo A – Infectantes: 259,97m²;
- Área remanescente (APP's): 119.426,02m².

De acordo com as áreas supracitadas e o lay out geral da área do CTDR, bem como se considerando a natureza do terreno e da obra, estabeleceu-se a locação e o número de sondagens.

Com base nos dados obtidos em campo foi elaborado o Relatório de Sondagem, materializado em 07 (sete) perfis individuais em escala 1:100, identificados de SP 01 a SP 07, contendo os seguintes elementos:

- Número de camadas;
- Índice de resistência à penetração (Nº. de golpes);
- Gráfico de resistência à penetração;
- Classificação do solo de acordo com a nomenclatura ABNT;
- Nível de água do terreno;
- Escala granulométrica.

A terminologia adotada nos perfis atendeu as NBR's 7250 e 6502 da ABNT, complementada pela ASTM (Sistema Unificado de Classificação).

Ressalta-se que o termo “impenetrável à percussão” significa que a sondagem foi interrompida por se ter encontrado obstáculo que impeça o prosseguimento da perfuração.

Vale salientar que não se atingiu o lençol freático nos furos de sondagens localizados na área da célula e em seu entorno (SP 01, SP01A, SP02, SP03). Este fato permitiu a execução das escavações da célula com uma profundidade de 1,10m, bem como o sistema definitivo de tratamento de efluentes líquidos percolados com profundidades dos leitos drenantes dos Geotubes de 0,50m e bacia de contenção e lagoa de polimento, ambas com a profundidade de 1,50m.

O desenho **DES-PMP-AT-S-101** a seguir mostra a planta de locação dos furos de sondagem.

Com base nos pressupostos supracitados apresenta-se a seguir os boletins de sondagens, elaborado por empresa especializada em geotecnia, PROGEO e no quadro 09 a análise dos furos de sondagem.



DES-PMP-AT-S-101 – PLANTA DE LOCAÇÃO DOS FUROS DE SONDAGENS



BOLETINS DE SONDAGEM – EMPRESA PROGEO GEOTÉCNICA LTDA.

Quadro 09 – Análise dos Furos de Sondagem

Sondagem	Cota do Furo (m) (*)	Limite de Sondagem (m)	Nível d'Água (m)	Localização	Observação
SP 01	25,920	1,73	Não atingido	Cel RS Dom.	Impenetrável à percussão por N ^o . de Golpes
SP 01A	25,920	1,87	Não atingido	Cel RS Dom.	Impenetrável à percussão por N ^o . de Golpes
SP 02	16,280	5,70	3,80	Cel RS Dom.	Impenetrável à percussão por N ^o . de Golpes
SP 03	42,527	7,94	Não atingido	Cel RS Públ.	Impenetrável à percussão por N ^o . de Golpes
SP 04	9,075	3,05	3,00	FMP Cór. Verm.	Impenetrável à percussão por N ^o . de Golpes
SP 05	8,033	2,72	2,50	FMP Cór. Verm.	Impenetrável à percussão por N ^o . de Golpes
SP 06	16,682	6,05	5,60	1 ^o Talude do Lixão	Impenetrável à percussão por N ^o . de Golpes
SP 07	12,120	6,05	5,60	1 ^o Talude do Lixão	Impenetrável à percussão por N ^o . de Golpes

Obs.: (*) As cotas planialtimétricas foram mensuradas topograficamente (dados obtidos através dos relatórios de sondagens elaborados pela Empresa Progeo Geotecnia Ltda.)

Ressalta-se que as sondagens foram efetuadas nos meses de maiores precipitações pluviométricas, assim apresentando níveis de água subterrânea variável conforme a concentração pluviométrica do período e por alívio de pressão.

• Análise do Solo Segundo os Boletins dos Furos de Sondagens

No que se refere à caracterização do solo, apresenta-se no quadro 10 a seguir a classificação dos materiais encontrados nos furos de sondagem.

Quadro 10 – Caracterização do Solo por Furo de Sondagem

Sondagem	Camada (m)	Classificação do Material
SP 01	Superfície a 0,20	Silte arenoso; micáceo; marrom, amarelo, branco e cinza escuro.
	0,20 – 0,60	Alteração de rocha silto-arenosa com pedregulho fino e médio; micacea; marrom clara, amarela, branca e cinza escuro.
	0,60 – 1,00	Idem; medianamente compacta
	1,50 – 1,95	Alteração de rocha siltosa e arenosa, com quartzo alterado; micacea; cinza clara, marrom e branca; medianamente compacta
	1,00 – 1,45	Alteração de rocha areno – siltosa com pedregulho fino, médio e grosso; micacea; branca, amarela, marrom e cinza escuro; medianamente compacta.
	1,45 – 1,73	Alteração de rocha areno – siltosa com pedregulho fino e médio; micacea; marrom escura, amarela, branca e cinza escura; muito compacta.

SP 01 A	Superfície a 0,25	Silte arenoso; micaceo; marrom claro, vermelho, branco e cinza escuro.
	0,25 – 1,60	Alteração de rocha areno – siltosa com pedregulho fino, médio e grosso; micacea, branca amarela e cinza escuro; medianamente compacta.
	1,60 – 1,87	Idem muito compacta
SP 02	Superfície a 0,20	Silte arenoso com pedregulho fino; micaceo; vermelho, marrom claro e branco.
	0,20 – 0,60	Alteração de rocha silto – arenosa com pedregulho fino; micacea; marrom, amarela, cinza e branca.
	0,60 – 1,60	Idem ; medianamente compacta
	1,60 – 2,80	Idem ; compacta
	2,80 – 4,60	Alteração de rocha silto – arenosa com pedregulho fino; micacea; marrom , cinza e branca.
4,60 – 5,70	Idem ; muito compacta.	
SP 03	Superfície a 0,60	Silte arenoso com pedregulho fino; micaceo; vermelho, branco e amarelo.
	0,60 – 1,50	Idem ; pouco compacto a medianamente compacto.
	1,50 – 2,80	Silte muito arenoso com pedregulho fino; micaceo; branco, vermelho, amarelo, marrom claro e cinza escuro; muito compacto.
	2,80 – 3,60	Alteração de rocha silto – arenosa; micacea; marrom , branca, amarela e cinza escuro; compacta
	3,60 – 4,60	Idem ; medianamente compacto.
4,60 – 7,94	Idem ; muito compacta	
SP 04	Superfície a 0,80	Aterro de silte arenoso com raízes capilares; micaceo; vermelho, marrom claro, branco e cinza.
	0,80 – 1,20	Aterro de silte arenoso e argiloso com entulho (lixo) e matéria orgânica; micaceo; marrom, cinza, vermelho e preto.
	1,20 – 2,85	Areia fina com matéria orgânica; micacea; cinza e marrom escura; fofa
	2,85 – 3,05	Areia média e fina com pedregulho fino, médio e grosso; micacea; cinza, branca, marrom clara e amarela; compacta.
SP 05	Superfície a 0,40	Aterro de silte arenoso com pedregulho fino e médio; micaceo; vermelho e branco.
	0,40 – 1,80	Aterro de silte arenoso e argiloso com entulho (lixo) e matéria orgânica; micaceo; cinza,marrom, vermelho e branco.
	1,80 – 2,50	Areia media com pedregulho fino, médio e grosso; micacea; cinza, marrom clara e branco.
	2,50 – 2,72	Idem ; muito compacta.
SP 06	Superfície a 1,20	Aterro de silte arenoso com pedregulho fino, médio e grosso e raízes capilares; micaceo; marrom claro, vermelho, branco e amarelo.
	1,20 – 4,80	Aterro de areia fina e media argilosa com entulho (lixo) e matéria orgânica; micaceo; marrom, cinza vermelho e branco.
	4,80 – 5,60	Argila arenosa (plástica) com matéria orgânica; micacea; marrom clara e cinza; mole.
	5,60 – 5,68	Idem ; muito mole
SP 07	Superfície a 1,45	Aterro de silte arenoso com pedregulho fino, médio e grosso; micaceo; vermelho, marrom claro e branco.
	1,45 – 5,45	Aterro de areia fina e media argilosa com entulho (lixo), pedregulho fino e médio e matéria orgânica; micaceo; marrom, vermelho e branco.
	5,45 – 6,05	Areia media e fina com pedregulho fino; micacea; marrom clara, cinza clara e branca; compacta

A análise da classificação do solo, em todos os furos das áreas objeto de implantação das células (SP 01, SP01A, SP02, SP03) não aponta camadas com presença de raízes e matéria orgânica, materiais que deveriam ser retirados da massa de material utilizado para o recobrimento das células, assim pode-se utilizar todo o material de escavação. No que se refere às camadas subseqüentes, estas apresentaram siltes argilosos/arenosos ou alterações de rocha areno – siltosa, que não conferem um grau de permeabilidade ideal.

Este fato não compromete a estanqueidade da área, posto que as células serão impermeabilizadas com este material silte argiloso/arenoso, enriquecido com cimento, e, colocação de manta de PEAD com espessura de 1,50 mm.

Apresenta-se a seguir as fotos referentes à campanha de sondagem.



Foto 21 - Execução do Furo de Sondagem a Percussão (SP 01)



Foto 22 - Execução do Furo de Sondagem a Percussão (SP 02)



Foto 23 - Execução do Furo de Sondagem a Percussão (SP 03)

3.1.7 Elementos de Projeto

Este item contempla a descrição dos componentes do projeto no que se refere ao movimento de terra, método construtivo das células, sistema de drenagem superficial, sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados, sistema de drenagem de gases, sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados, acessos, cinturão verde e paisagismo, fechamento da área, instalações de apoio e redes externas, sistemas de controle ambiental e controles gerenciais e modelo gerencial.

3.1.7.1 Movimento de Terra

✓ Descrição dos Platôs

Devido à conformação topográfica da área objeto de implantação do CTDR Paracambi Consorciado (cotas variando de 35,00m a 120,00m), no que se refere ao terreno natural) optou-se por adotar as bases e premissas apresentadas a seguir:

- Área para a implantação da célula de resíduos sólidos domiciliares/resíduos sólidos públicos e resíduos sólidos de unidades de serviços de saúde (após esterilização por autoclave): no platô entre as cotas 40,00m e 95,00m;
- Área para a implantação do sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados: no platô cota 40,00m;
- Área para a implantação das instalações de apoio: no platô cota 40,00m;
- Área da unidade de beneficiamento de resíduos sólidos da construção civil: no platô cota 35,00m;

- Área da unidade de triagem e enfardamento de resíduos sólidos da coleta seletiva: no platô entre as cotas 35,00m e 40,00m;
- Área da unidade de triagem e compostagem por biooxidação em células de bioreatores: no platô cota 35,00m;
- Área da unidade de tratamento de resíduos sólidos de serviço de saúde do grupo A – Infectantes: no platô cota 35,00m.

Vale salientar que as cotas supracitadas se referem às bases das células.

✓ **Calculo do Movimento de Terra**

Para o cálculo do movimento de terra necessário à execução do aterro sanitário considerou-se o lançamento de seções transversais nos platôs objeto de implantação dos componentes do projeto, resultando em volumes de cortes e aterros.

Os Quadros 11 a 14 a seguir apresentam o movimento de terra necessário à implantação dos platôs componentes do projeto, incluindo acessos.

Quadro 11 - Movimento de Terra - Células de Resíduos Sólidos por Etapas de Implantação

Células		Volume de Corte	Volume de Aterro (Diques)	Volume de Aterro (Bases)	Saldo
ETAPA	Res. Sólidos Domiciliar	1.141.063,20	707,25	53.573,62	1.086.782,33
	Res. Sólidos Públicos				
Total		1.141.063,20	707,25	53.573,62	1.086.782,33

Quadro 12 - Movimento de Terra - Unidades de Tratamento e Beneficiamento de Resíduos Sólidos

Unidades	Volume de Corte	Volume de Aterro	Saldo
Pátio de Estacionamento, Guarita e Prédio da Administração	0,00	59,36	-59,36
Unidade de Triagem e Enfardamento de Resíduos Sólidos da Coleta Seletiva, Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde (Autoclave) e Pátio de Recepção	668,00	161,20	546,80
Total	727,94	220,56	487,44

Quadro 13 - Movimento de Terra - Implantação do Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos Percolados

Células	Volume de Corte	Volume de Aterro	Saldo
Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos Percolados - Sistema Geotextil com Lagoa de Polimento	0,00	304,56	-304,56
Total	0,00	304,56	-304,56

Quadro 14 - Movimento de Terra - Acessos Secundários

Acessos Secundários	Largura Média (m)	Inclinação Média (%)	Extensão (m)	Volume de Corte	Volume de Aterro	Saldo
Rua "A"	6,00	1,00	1.919,86	2.303,83	575,96	1.727,87
Rua "B"	6,00	1,00	964,05	1.156,86	289,22	867,64
			2.883,91	3.460,69	865,18	2.595,51

Ressalta-se que, saldos com valores positivos e negativos representam, respectivamente, material de bota-fora e de empréstimo.

Assim, têm-se um volume total de 1.145.251,83m³ de corte e 55.671,16m³ de aterro, representando um saldo de 1.089.580,70m³.

Os desenhos **DES-PMP-AT-A-102**, **DES-PMP-AT-A-103** e **DES-PMP-AT-A-103A** apresentam, respectivamente, a planta de locação das seções de terraplenagem e os perfis (seções longitudinais e seções transversais).



DESENHO DES-PMP-AT-A-102 - PLANTA DE LOCAÇÃO DAS SEÇÕES DE TERRAPLENAGEM



DESENHO DES-PMP-AT-A-103 - PERFIS (SEÇÕES LONGITUDINAIS E SEÇÕES TRANSVERSAIS)



DESENHO DES-PMP-AT-A-103A - PERFIS (SEÇÕES LONGITUDINAIS E SEÇÕES TRANSVERSAIS)

✓ **Método Construtivo das Células e Diques**

– **Células e Diques**

O método construtivo para a implantação da célula será o método das áreas.

As células têm por função a delimitação dos locais para a disposição dos resíduos sólidos, confinando-os, de forma a possibilitar o encaminhamento dos efluentes líquidos gerados nas diversas camadas, para o sistema de drenagem que será instalado na base das mesmas, impossibilitando a percolação destes efluentes líquidos para as áreas externas às células, preservando as coleções hídricas da área e de seu entorno.

O formato das células irá obedecer à conformação natural do terreno, sendo margeadas por vias internas de tráfego, permitindo o acesso dos veículos e equipamentos às frentes de serviço.

As bases das células terão inclinações mínimas de 1%, no sentido transversal ao eixo longitudinal do terreno e de 2% no sentido transversal ao primeiro.

No que se refere à concepção de operação, os resíduos sólidos serão dispostos em camadas superpostas, com 5,00m de altura. Entre cada camada será executado recobrimento com solo argiloso de bom coeficiente de impermeabilização, com espessura de 20cm, sendo que a cobertura a ser executada na superfície da última camada deverá ser de 80cm, já incluídos 20cm de espessura de terra vegetal que será aplicada para facilitar o crescimento de vegetação.

Para a construção destes elementos de projeto será efetuada inicialmente a limpeza da área da base das células, da área do acesso secundário, bem como dos diques de proteção/contenção, além de uma faixa de 5,00m paralela às linhas de “off-sets” do acesso.

Após os serviços de limpeza da área serão iniciadas as obras de terraplenagem para construção destes elementos, respeitando-se as dimensões definidas neste projeto, efetuando-se os cortes e os aterros seguindo-se as recomendações básicas indicadas nas Especificações de Serviços DENIT-ES-T CORTES e Especificação de Serviço DENIT-ES-T-05-70 Aterros.

Os taludes formadores dos diques e do acesso secundário 01 terão inclinação de 1:1,5 (V:H), com banquetas de 6,00m.

Os aterros para conformação dos diques serão executados em camadas sobrepostas soltas e posteriormente compactadas, com espessura máxima de 20cm.

O espalhamento das camadas bem como a compactação ocorrerá com a utilização de trator, regado com caminhão, compactado com rolo até atingir do 95 % procton normal, mais ou menos 3. Imediatamente após a execução dos serviços de terraplenagem, os taludes serão revestidos com vegetação.

Os aterros para conformação dos acessos internos 01 e 02 serão executados em camadas sobrepostas soltas e posteriormente compactadas, chegando-se a uma espessura máxima

de 0,10m. O espalhamento das camadas bem como a compactação ocorrerá com a utilização de trator, regado com caminhão, compactado com rolo até atingir 95 % do procton normal, mais ou menos 3. Imediatamente após a execução dos serviços de terraplenagem, os taludes serão revestidos com vegetação.

A configuração final dos taludes internos formadores das células terão a inclinação 1:1,5 (V:H), e as cotas de arrasamento da base deverão estar de acordo com as definições de cotas indicadas.

Com a base da célula regularizada e nivelada nas cotas definidas será iniciada a impermeabilização, utilizando-se camada compactada de 0,50m de solo argiloso e aplicação de manta impermeável laminado de PVC, espessura 1,00m, tipo VMP55ML, sobre a camada anteriormente colocada de solo argiloso, isento de pedras ou outros materiais pontiagudos, e em toda área dos taludes internos.

A manta impermeável será ancorada na parte superior do talude. O reaterro para ancoragem da manta será executado com equipamentos manuais, com camadas de 15 cm de espessura.

A instalação da manta será efetuada pelo fabricante ou instalador credenciado, utilizando-se equipamentos e tecnologia aprovados pelo mesmo.

Sobre a manta laminado de PVC haverá uma camada de proteção da mesma, com espessura total, após compactação, de 20cm. A execução desta camada será realizada com cuidados especiais, lançando-se o material segundo o procedimento de aterro de ponta, para evitar danos à manta.

A compactação da camada de proteção será realizada com rolo pé de carneiro de pata curta, com peso máximo de 15t.

Na área dos taludes internos, a manta laminado de PVC será recoberta por uma camada de 10 cm de solo melhorado com cimento, dando maior proteção à manta contra os efeitos dos raios solares e danos mecânicos.

Para efetuar a preparação da camada de solo melhorado, os materiais serão misturados na proporção de 1:16 a 1:18. O lançamento e compactação desta camada de solo serão efetuados de baixo para cima, tomando-se cuidados especiais para não danificar a manta.

O espalhamento das camadas bem como a compactação também ocorrerá com a utilização de trator, em camadas de 0,20m, regado com caminhão, compactado com rolo até atingir do 95 % procton normal, mais ou menos 3.

Cada pano de solo melhorado com cimento concluído será submetido a um processo de cura através de irrigação periódica, com carro pipa, durante um período mínimo de 72 horas.

Ressalta-se que a otimização da aplicação da manta depende do seguimento de varias praticas, que devem ser supervisionadas, a saber:

- Recebimento e armazenamento da manta laminado de PVC: é importante que a manta seja entregue em embalagens que protejam a sua superfície, sem elementos contundentes ou perfurantes, e a mesma deve ser estocada preferencialmente em pátio coberto, sem a incidência de raios ultravioletas.
O manuseio das bobinas dentro da área destinada à operação deve ser cuidadoso, para que não ocorram eventos que possam comprometer a qualidade da manta, fazendo-a perder suas propriedades impermeabilizantes;
- Realização de ensaios de caracterização da manta: após o recebimento e estocagem do quantitativo de manta necessário para execução dos serviços de impermeabilização, deverão ser retiradas amostras individuais com dimensões suficientes de todos os rolos para a realização de uma serie de testes de caracterização física da geomembrana, através de ensaios aceitos por modernas técnicas de engenharia. Normalmente os ensaios são realizados para aferir as propriedades mecânicas da manta, como resistências, alongamentos e densidades, em conformidade com as normas vigentes pertinentes ao assunto, através da utilização de laboratórios idôneos e qualificados. Além disso, deve-se exigir do fabricante e fornecedor, os respectivos ensaios que garantam a qualidade do produto;
- Instalação da manta: o processo de instalação da manta deve obedecer a um conjunto de critérios a serem adotados para assegurar a correta aplicação da mesma e assim garantir a sua função impermeabilizante, coma o preparo da área previa a implantação. O preparo dos locais para a ancoragem das mantas, o sentido de aplicação objetivando reduzir o número de emendas, ficarão a cargo do fornecedor e colocador, posto que a manta será adquirida contemplando sua colocação.

• Dimensionamento da Camada Impermeabilizante

No que se refere à manta de laminado de PVC, 1,00mm de espessura, calculou-se uma área de 77.631,66m², sendo protegida por uma camada de impermeabilização de base e de argila com espessura total de 0,40m, sendo as camadas de proteção com espessura de 0,20m cada, representando um volume de 31.052,66m³.

Após a implantação do sistema de impermeabilização supracitado, será implantado o sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados e sobre este, uma camada de argila de 0,60m, protegendo-o. Ressalta-se que a camada de proteção será removida quando do inicio de operação das células.

Com relação ao recobrimento da massa de resíduos sólidos dispostos em cada uma das camadas das células, este será executado diariamente após a jornada de trabalho, com o espalhamento de material terroso com espessura de 20cm (camada intermediária), sendo que na camada final este recobrimento será de 80cm, incluindo terra vegetal. O material de cobertura será espalhado por trator de esteiras acompanhando a superfície da massa de resíduos sólidos, com inclinação superficial mínima de 2% em direção aos bordos da camada.

Caso a frente de serviço não seja recoberta diariamente, o talude deverá ser coberto com lençol de plástico preto, tipo filme.

Os taludes externos, após cobertura final de terra, serão recobertos com placas de grama.

3.1.7.2 Sistema de Drenagem Superficiais

✓ Descrição e Dimensionamento do Sistema

O sistema de drenagem superficial em aterros sanitários contempla a implantação de dispositivo para drenagem permanente, implantada nos locais onde não se espera nenhuma atividade de disposição.

No presente caso, por se tratar de uma área quase plana, engloba a drenagem interceptante que tem como finalidade impedir o escoamento de águas superficiais internas à área de implantação dos platôs, principalmente no entorno das células. Irão conduzir as águas ao local de deságüe natural seguro, sendo constituído de meias calhas drenantes.

A logística de implantação dos sistemas de drenagem superficiais definitivas contempla:

- Sistema de drenagem superficial interceptante 1 (SDSI 1): contempla a drenagem das cristas dos acessos e unidades de tratamento/beneficiamento, instalado na cota 35,00 m;
- Sistema de drenagem superficial interceptante 2 (SDSI 2): contempla a drenagem da base da célula de resíduos sólidos domiciliares, instalado na cota 40,00m;
- Sistema de drenagem superficial interceptante 3 (SDSI 3): contempla a drenagem da crista do morro localizado a jusante das unidades de tratamento/beneficiamento de resíduos sólidos, instalado nas cotas 40,00m a 95,00m;

Assim, têm-se os seguintes dispositivos drenantes:

- Canaletas de Concreto – dispositivos pré-moldados construídos em concreto, em meia calha, seção circular com diâmetro de 400mm, fazendo parte da infra-estrutura de base do aterro;
- Poços de Visita das Canaletas de Concreto da Infra-estrutura de base – dispositivos transitórios destinados a captar as águas coletadas pelas meias calhas, instaladas em suas extremidades, com dimensões de 1,00m x 1,00m x 1,40m;
- Caixas de Coleta e Passagem das Canaletas em Alvenaria de Tijolo Maciço da Infra-estrutura de base das Células de Aterro Acabado – dispositivos transitórios destinados a captar as águas coletadas pelas meias calhas, com dimensões de 0,60m x 0,60m x 0,80m;
- Tubo de concreto de diâmetro de 400mm que fará a interligação das caixas de passagem e /ou poços de visita;
- Tubo de concreto de diâmetro de 800mm que fará o deságüe final das águas superficiais;

- Caixa Desarenadora: dispositivo destinado a captar as águas pluviais drenadas pelas canaletas e caixas de passagens, permitindo a decantação/sedimentação de material particulado, com dimensões de 2,30m x 2,30m x 2,00m.

Ressalta-se que para o dimensionamento dos sistemas de drenagem foram utilizados os dados climatológicos típicos da região, sendo adotado um índice pluviométrico médio anual de 1.224mm, conforme apresentado a seguir.

- **Verificação do Dimensionamento do Sistema SDSI 1**

- Tempo de concentração (T_c) = $5,3 \left(\frac{L}{I} \right)^{1/3}$ onde:

T_c = tempo de concentração em min.

L = comprimento do talvegue em km

I = declividade em m/m

T_c = 39,80 min.

Com o tempo de concentração determinado foi encontrado o valor do índice de intensidade de chuva (i), utilizando-se uma precipitação pluviométrica de 1.224mm, se definindo (i) = intensidade de chuva em mm/min. Assim tem-se a seguinte vazão de contribuição (Q):

- $Q = C \times i \times a$, onde: Q = vazão de contribuição em m^3/seg , C = coef. de deflúvio e i = intensidade de chuva em mm/min e a = área da bacia de contribuição;
- $Q = 0,02 \times 0,0000333 \times 5.658,00$;
- $Q = 0,004 m^3/seg$.

A capacidade de vazão do sistema de drenagem de valetas interceptantes pré-estabelecido será verificada pela seguinte equação:

- $Q = \frac{1}{n} \times i^{1/2} \times Rh^{2/3} \times S$, onde:

r = coeficiente de rugosidade do material de revestimento do dispositivo, no caso 0,013;

i = declividade do dispositivo, no caso 2%;

Rh = raio hidráulico, para o diâmetro de 400mm;

S = área do dispositivo.

Assim sendo, tem-se a seguinte capacidade de vazão do sistema:

- $Q = \frac{1}{r} \times 0,02^{1/2} \times 0,31^{2/3} \times 0,27$
- $Q = 76,923 \times 0,141 \times 0,458 \times 0,27$
- $Q = 1,34 m^3/seg$.

Como pode ser verificado, o sistema sugerido atende às condições de escoamento por apresentar capacidade de vazão maior do que a contribuição.

- **Verificação do Dimensionamento do Sistema SDSI 2**

- Tempo de concentração (T_c) = $5,3 \left(\frac{L}{I} \right)^{1/3}$ onde:

T_c = tempo de concentração em min.

L = comprimento do talvegue em km

I = declividade em m/m

T_c = 29,80 min.

Com o tempo de concentração determinado foi encontrado o valor do índice de intensidade de chuva (i), utilizando-se uma precipitação pluviométrica de 1.224mm, se definindo (i) = intensidade de chuva em mm/min. Assim tem-se a seguinte vazão de contribuição (Q):

- $Q = C \times i \times a$, onde: Q = vazão de contribuição em m^3/seg , C = coef. de deflúvio e i = intensidade de chuva em mm/min e a = área da bacia de contribuição;
- $Q = 0,02 \times 0,0000333 \times 133.934,05$;
- $Q = 0,089 m^3/\text{seg}$.

A capacidade de vazão do sistema de drenagem de valetas interceptantes pré-estabelecido será verificada pela seguinte equação:

- $Q = \frac{1}{n} \times i^{1/2} \times R_h^{2/3} \times S$, onde:

r = coeficiente de rugosidade do material de revestimento do disposto, no caso 0,013;

i = declividade do dispositivo, no caso 2%;

R_h = raio hidráulico;

S = área do dispositivo.

Assim sendo, tem-se a seguinte capacidade de vazão do sistema:

- $Q = \frac{1}{r} \times 0,02^{1/2} \times 0,31^{2/3} \times 0,27$
- $Q = 76,923 \times 0,141 \times 0,458 \times 0,27$
- $Q = 1,34 m^3/\text{seg}$.

Como pode ser verificado, o sistema sugerido atende às condições de escoamento por apresentar capacidade de vazão maior do que a contribuição.

- **Verificação do Dimensionamento dos Sistemas SDSI 3**

- Tempo de concentração (T_c) = $5,3 \left(\frac{L}{I} \right)^{1/3}$ onde:

T_c = tempo de concentração em min.

L = comprimento do talvegue em km

I = declividade em m/m

T_c = 46,80 min.

Com o tempo de concentração determinado foi encontrado o valor do índice de intensidade de chuva (i), utilizando-se uma precipitação pluviométrica de 1.224mm, se definindo (i) = intensidade de chuva em mm/min. Assim tem-se a seguinte vazão de contribuição (Q):

- $Q = C \times i \times a$, onde: Q = vazão de contribuição em m³/seg, C = coef. de deflúvio e i = intensidade de chuva em mm/min e a = área da bacia de contribuição;
- $Q = 0,02 \times 0,0000333 \times 4.836,00$;
- $Q = 0,003 \text{ m}^3/\text{seg}$.

A capacidade de vazão do sistema de drenagem de valetas interceptantes pré-estabelecido será verificada pela seguinte equação:

- $Q = \frac{1}{n} \times i^{1/2} \times Rh^{2/3} \times S$, onde:

r = coeficiente de rugosidade do material de revestimento do dispostivo, no caso 0,013;

i = declividade do dispostivo, no caso 2%;

Rh = raio hidráulico;

S = área do dispostivo.

Assim sendo, tem-se a seguinte capacidade de vazão do sistema:

- $Q = \frac{1}{r} \times 0,02^{1/2} \times 0,31^{2/3} \times 0,27$
- $Q = 76,923 \times 0,141 \times 0,458 \times 0,27$
- $Q = 1,34 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Como pode ser verificado, o sistema sugerido atende às condições de escoamento por apresentar capacidade de vazão maior do que a contribuição.

• Caixa Desarenadora

Dispositivo do sistema de drenagem de águas superficiais, com dimensões de 2,30m x 2,30m x 2,50m, sendo construídas com blocos de concreto estrutural, tendo a função de dissipar energia e decantar os sólidos em suspensão. Ressalta-se que a caixa desarenadora será preenchida com brita nº. 4 (dimensões mínima de 32,00mm e máxima 64,00 mm) e/ou colchões reno. Terão capacidade de acúmulo de 231,55m³/dia (115,78m³/meio dia considerando-se uma vazão de 2,68m³/seg (dados por caixa).

Os desenhos **DES-PMP-AT-A-104** e **DES-PMP-AT-C-101** a seguir apresentam, respectivamente, a localização do sistema de drenagem de águas superficial e os detalhes construtivos.

✓ **Método Construtivo**

O método construtivo para a execução do sistema de drenagem contempla inicialmente a limpeza das faixas de implantação das calhas e abertura das valas. Estes serviços serão executados manualmente, com parte no material escavado sendo utilizado para a regularização do terreno para a conformação das canaletas. Posteriormente, serão colocadas as meias calhas de concreto e efetuado o reaterro.

A próxima intervenção se refere à conformação do terreno para a execução das descidas hidráulicas através de canaletas. Estas serão acoplados aos poços de visita em concreto armado que serão executados a fim de dissipar a energia das águas coletadas, e por fim, colocação de placas de grama para proteção superficial.



DES-PMP-AT-A-104 – SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAL – LOCALIZAÇÃO.



**DES-PMP-AT-C-101 – SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAL –
DETALHES CONSTRUTIVOS.**

3.1.7.4 Sistema de Drenagem de Efluentes Líquidos Percolados

✓ Descrição do Efluente Líquido (Chorume)

• Caracterização do Chorume

O efluente líquido (chorume), resultante do processo de biodegradação da matéria orgânica e da umidade contida nos resíduos sólidos urbanos do tipo domiciliar tem um elevado poder poluidor e uma composição extremamente variável. Esta variação ocorre, tanto sazonalmente, fruto da variação das condições climáticas (principalmente do índice pluviométrico), como continuamente ao longo do tempo, em decorrência da diminuição progressiva da matéria orgânica biodegradável.

Para efeito de dimensionamento do sistema de drenagem e tratamento do chorume considerou-se a composição do chorume de aterros norte-americanos e brasileiros, que apontam índices bem variados, conforme apresentado no quadro 15 a seguir.

Quadro 15 - Composição Físico-Química do Chorume (mg/l)

Parâmetros	Faixas de Variação			
	Aterros Americanos		Aterros Brasileiros	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
pH	3,7	8,5	5,9	8,7
Sólidos Totais Dissolvidos	0,0	42.276,0	-	-
Sólidos Fixos Dissolvidos	6,0	2.685,0	-	-
Nitrogênio Total – Kjeldahl	0,0	1.416,0	15,0	3.140,0
Nitrogênio Nitrato	-	-	0,0	5,5
Nitrogênio Nitrito	-	-	0,0	0,1
Nitrogênio Amoniacal	-	-	6,0	2.900,0
DQO	0,0	89.520,0	966,0	28.000,0
DBO5	9,0	54.610,0	480,0	19.800,0
Cloretos	34,0	2.800,0	50,0	11.000,0
Sulfatos	1,0	1.826,0	0,0	1.800,0
Fosfatos	0,0	154,0	-	-
Fósforo Total	-	-	3,7	14,3
Cobre	0,	9,9	0,0	1,2
Chumbo	0,0	5,0	0,0	2,3
Ferro	0,2	5.500,0	0,2	6.000,0
Manganês	0,1	1.400,0	0,1	26,0
Zinco	0,0	1.000,0	0,1	35,6
Cádmio	-	-	0,0	0,2
Cromo Total	-	-	0,0	3,9
Coliformes Fecais	-	-	49,0	4,9 x 10 ⁷
Coliformes Totais	-	-	230,0	1,7 x 10 ⁸

Fonte: Publicação EPA

• **Vazão de Chorume**

Como base e premissa têm-se que a geração de chorume é função das condições climáticas da região e do sistema de drenagem de águas pluviais do local, variando com a temperatura, com a precipitação pluviométrica, com a evaporação, com o material de recobrimento das células e com a permeabilidade do material de cobertura vegetal da área do aterro.

Para a verificação das vazões médias contribuintes aos sistemas de tratamento de efluentes líquidos percolados utilizou-se o método suíço, sendo $Q = P \cdot k \cdot A / t$, onde:

- P = precipitação máxima anual (mm) = 1.224 mm/ano (fonte: IBGE);
- k = constante em função da compactação obtida na operação do aterro = 0,30;
- A = área aterrada (m^2), assim tem-se: $A = 58.029,78m^2$;
- t = segundos / ano = 31.536.000 s/ano;
- Q = vazão média de percolado (l/s).

Assim tem-se:

- $Q_{\text{chorume}} = 1.224,00 \times 0,30 \times 58.029,78 / 31.536.000 = 0,676$ l/s.

Considerando a redução de 25% pela recirculação:

- $Q_{\text{chorume}} = 0,75 \times Q = 0,507$ l/s = 43,805 m^3 /dia = 1,825 m^3 /h.

Visando uma otimização na implantação do sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados - STEL, todos os efluentes coletados serão direcionados para o Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos Percolados – Geotubes, que será posteriormente mencionado e descrito.

• **Vazão de Efluentes de Limpa-Fossas**

O município de Paracambi não conta com sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários. Os efluentes são tratados pelo sistema fossa séptica com a remoção de lodo sendo efetuada por empresas limpa-fossas. Estima-se que atualmente existam 10 caminhões de limpa-fossas atuando no município, efetuando em média 01 (uma) viagem por dia, descarregando lodo no Lixão Municipal, ressaltando-se que a capacidade de cada caminhão é de 8,00 m^3 . Assim tem-se a seguinte vazão de efluentes de limpa-fossas:

- $Q_{\text{ef caminhões limpa-fossa}} = 10 \times 1 \times 8,00 = 80,00m^3/\text{dia} = 0,926$ l/s = 3,33 m^3 /h = 0,000926 m^3 /seg;

✓ **Descrição e Dimensionamento do Sistema**

Serão executados dois sistemas, a saber:

- Sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados em espinha de peixe;
- Sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados periféricos.

Em ambos os casos, serão executadas redes de drenos para permitir a drenagem de efluentes líquidos percolados (chorume) formados na célula de resíduos sólidos domiciliares. A concepção do sistema baseia-se na instalação, sobre a base impermeabilizada do aterro, de drenos horizontais para captação de chorume, a serem construídos em cada célula e que conduzem o chorume até o poço de acumulação, seguindo por bombeamento para o sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados.

• Sistema de Drenagem de Efluentes Líquidos Percolados em Espinha de Peixe

Este sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados foi projetado com inclinação no sentido transversal – bordo/corte do aterro, de modo a se aumentar a estabilidade do volume da coluna de resíduos sólidos.

O sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados se interliga aos drenos verticais de gases. Assim, apesar destes poços trabalharem com a função de permitir o escape de gases contidos na massa de resíduos sólidos para a atmosfera, também propiciam o percolamento do chorume, por gravidade, até a rede de drenos horizontais situada na fundação do aterro.

O sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados será composto de dois tipos de drenos, a saber:

- Drenos horizontais de base: drenos de seção retangular, assentes em solo compactado na base do aterro, preenchidos com brita N^o. 4 (dimensões mínima de 32,00mm e máxima 64,00mm) e pedra de mão, revestidos com manta bidin, com declividade mínima de 2% no sentido transversal e 1% no sentido longitudinal, com tubulações perfuradas em laminado de PVC flexível;
- Drenos horizontais de camada: drenos de seção circular, assentes em resíduos sólidos no interior do aterro sanitário, preenchidos com brita N^o. 4 e pedra de mão, revestidos com manta bidin, declividade mínima de 2% no sentido transversal e 1% no sentido longitudinal, sem tubulações perfuradas em laminado de PVC flexível;
- Drenos verticais e de recirculação: executados em tubo metálico, com suportes soldados em seu bordo, preenchidos com brita N^o. 4, revestidos com manta bidin. À medida que os resíduos sólidos sejam dispostos, este tubo será içado, sendo novamente preenchido com brita N^o. 4, de forma que uma coluna de brita seja formada no interior do maciço.

A diferença básica entre os drenos verticais e os de recirculação é que, os primeiros serão interligados com os drenos horizontais, para direcionar o líquido percolado até o poço de acumulação, à jusante da célula de resíduos sólidos domiciliares, de onde irá por bombeamento ao sistema de tratamento. Os de recirculação terão a função de devolver o líquido percolado à massa de resíduos sólidos, para um pré-tratamento. Os drenos horizontais estarão sempre ligados aos drenos verticais de gases.

Este procedimento permite que a operação do sistema de drenagem seja mais ágil e econômica sem uma perda de eficiência, com relação a outros sistemas de drenagem utilizados.

- **Sistema de Drenagem de Efluentes Líquidos Percolados Periférico**

Este sistema será implantado margeando a face interna do dique periférico de contenção da célula de resíduos sólidos domiciliares. Os drenos de chorume periféricos, implantados circundando a base das células em sua cota inferior, irão coletar os efluentes que atingirem a periferia da área operacional, os encaminhado ao poço de acumulação, sendo assim constituído:

- Drenos periféricos de base: drenos de seção retangular, assentes em solo compactado na base do aterro, preenchidos com brita Nº. 4 e pedra de mão, revestidos com manta bidin, com declividade mínima de 0,5%.

Nas mudanças de direção dos drenos serão instaladas caixas de passagem, a saber:

- Caixas de Passagem Intermediárias: ao longo dos drenos periféricos, em concreto, caracterizando-se por serem o ponto de confluência entre o sistema de drenagem periférico e os drenos principais;
- Caixa de Passagem Principal: diferencia-se da anterior por possuir uma tubulação que direciona todo o efluente captado na célula de resíduos sólidos domiciliares ao poço de acumulação.

- **Dimensionamento**

Os tubos serão do tipo dreno espraído, corrugado, flexível, em laminado de PVC, Kanaflex ou similar, diâm. 6” (150mm) – dreno principal longitudinal, dreno periférico e drenos transversais; com vazões respectivas de 27,98 l/s e 2,6 l/s. Serão apoiados em bases reforçadas por geomembranas de laminado de PVC, objetivando a proteção da geomembrana de impermeabilização da célula.

Para efeito de dimensionamento, considerou-se, objetivando uma padronização das tubulações a serem adquiridas, a seguinte vazão:

- $Q_{p_{\text{chorume}}} = 0,507 \text{ l/s} = 43,805 \text{ m}^3/\text{dia} = 1,825 \text{ m}^3/\text{h}$.

Para evitar a não colmatção dos orifícios drenantes, considerou-se as seguintes tubulações:

- diâm. 8” (200mm) para o dreno principal longitudinal e o dreno periférico, com vazão de 27,98 l/s, superior à vazão de chorume;
- diâm. 6” (150mm) para os drenos secundários transversais, com vazão de 2,6 l/s, também superior à vazão de chorume.

No que se refere às extensões, tem-se:

- drenos principais longitudinais, transversais e periféricos (6"): totalizando 3392,00m;

As caixas de passagem terão as seguintes dimensões: comp. = 0,60m, larg. = 0,60m e prof. = 0,80m.

✓ **Método Construtivo**

• **Sistema de Drenagem de Efluentes Líquidos Percolados em Espinha de Peixe**

A implantação do sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados contempla um conjunto de drenos secundários (transversais), drenos principais (longitudinais) além dos drenos periféricos que serão assentados inicialmente sobre o material que servirá como proteção mecânica da manta laminado de PVC, e nas camadas subsequentes sendo assentados sobre a camada de resíduos sólidos aterrados.

A passagem dos drenos principais pelos diques, cujos taludes internos estarão cobertos com a manta laminado de PVC será executada através de uma luva de emenda rosqueável, em PVC, de diâm externo 230mm e interno 210mm, que fará a ligação do tubo dreno com o tubo "cego".

Para a estanqueidade do sistema será fixado na luva de emenda, através de abraçadeira de aço inox, um pedaço de manta laminado de PVC, em forma de chapéu chinês. O outro lado do material será soldado a manta da célula.

Os drenos principais só serão assentados na base da primeira camada, sendo responsáveis pelo transporte do efluente até os poços de acumulação.

Na base das camadas superiores e subsequentes à primeira serão assentados somente drenos secundários (transversais), ligados a drenos verticais que estão com sua base assentada sobre os drenos principais (longitudinais) das bases das primeiras camadas de cada célula, sem tubulações.

Na base das primeiras camadas, os drenos secundários (transversais) serão assentados ao longo do pé dos taludes internos e transversalmente aos drenos principais (longitudinais) e a estes ligados. Serão espaçados entre si de 13,00m a 15,00m.

Nas camadas superiores à primeira serão assentados com declividade de 3% sobre a projeção dos drenos da base da célula, mantendo o formato da camada de base, e ligados a drenos verticais que farão o transporte do efluente líquido até a base da célula. Para execução desses drenos, deverá ser escavada a massa de resíduos sólidos disposta, sendo a cava aberta preenchida com brita N^o. 4 e recoberta com lixo.

Os drenos principais (longitudinais) e os drenos periféricos, com elevada capacidade de vazão serão constituídos de um tubo de polietileno de alta densidade, provido de ranhuras drenantes, com largura de 4mm e espaçamento axial de 20mm, de forma tal que a área drenante de tubo represente cerca de 5% de sua área externa total. Estes tubos serão

envoltos por camadas de transição constituídas de brita Nº. 4 e/ou de pedriscos, com seção 0,60m x 0,60m.

Recomendam-se tubos do tipo dreno espreado, corrugado, flexível, em laminado de PVC, diâmetros de 8" para os drenos principais (200mm) e periféricos e 6" (150mm) para os drenos secundários.

As ligações entre os drenos principais das células e os poços de acumulação serão por meio de tubulação não perfurada, em laminado de PVC com diâmetro de 8" (200mm).

As caixas de passagem serão em alvenaria de concreto.

Ressalta-se que sobre os drenos será implantada uma camada de proteção de 0,60m de espessura, que será removida quando do início de operação das células.

O transporte dos efluentes do poço de acumulação das células de resíduos sólidos domiciliares ao tanque de acumulação geral, serão por meio de tubulação de PEAD flexível com Ø de 2" (50mm), sendo os efluentes bombeados até o sistema de tratamento.

Os desenhos **DES-PMP-AT-A-105** e **DES-PMP-AT-C-102** a seguir apresentam, respectivamente, a localização do sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados das células de resíduos sólidos domiciliares/resíduos sólidos públicos/resíduos sólidos de unidades de serviços de saúde tratados e os detalhes construtivos.

DES-PMP-AT-A-105 - SISTEMA DE DRENAGEM DE EFLUENTES LÍQUIDOS PERCOLADOS DAS CÉLULAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES/RESÍDUOS SÓLIDOS PÚBLICOS/RESÍDUOS SÓLIDOS DE UNIDADES DE SERVIÇOS DE SAÚDE TRATADOS – LOCALIZAÇÃO

DES-PMP-AT-C-102 - SISTEMA DE DRENAGEM DE EFLUENTES LÍQUIDOS PERCOLADOS DAS CÉLULAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES/RESÍDUOS SÓLIDOS PÚBLICOS/RESÍDUOS SÓLIDOS DE UNIDADES DE SERVIÇOS DE SAÚDE TRATADOS – DETALHES CONSTRUTIVOS

3.1.7.5 Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos Percolados

- **Sistema Convencional – Recirculação**

Os efluentes líquidos percolados e coletados pelos drenos centrais serão encaminhados, por gravidade, aos poços de acumulação de onde serão bombeados até o sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados sendo submetidos a duas fases de tratamento.

A primeira fase do tratamento é a recirculação dos efluentes líquidos à massa de resíduos sólidos, possibilitando uma significativa redução do volume a ser tratado em função do aumento da evaporação. Além disso, a recirculação acelera a estabilização da matéria orgânica, permitindo uma melhor utilização do aterro como reator anaeróbio, garantindo um efluente de melhor qualidade com redução de DBO, DQO e atenuação de outros contaminantes. A recirculação do percolado também possibilita um melhor controle da vazão dos líquidos percolados, facilitando a operação do sistema de tratamento, em períodos de chuva intensa. A redução do volume de líquidos percolados em função da recirculação é estimada em 25% do total.

O excedente de líquidos percolados seguirá, por gravidade, para a segunda fase ou tratamento complementar. No presente caso será implantado o sistema de tratamento de tratamento de efluentes líquidos percolados com tecnologia geotextil.

- **Transporte dos Efluentes ao Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos Percolados**

O transporte dos efluentes do poço de acumulação ao sistema de tratamento será por meio de tubulação de concreto armado com \varnothing 400mm, por gravidade.

- **Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos Percolados do Aterro Controlado – Sistema Geotextil**

- ✓ **Vazões a serem Tratadas por Tipo de Efluente**

O sistema foi projetado considerando-se a seguinte vazão de chorume e tempo de acumulação:

- $Q_{p \text{ aterro sanitário}} = 0,507 \text{ l/s} = 43,805 \text{ m}^3/\text{dia} = 1,825 \text{ m}^3/\text{h} = 0,000507 \text{ m}^3/\text{seg};$
- $Q_{\text{ef caminhões limpa-fossa}} = 0,926 \text{ l/s} = 80,00\text{m}^3/\text{dia} = 3,33 \text{ m}^3/\text{h} = 0,000926 \text{ m}^3/\text{seg};$
- $Q_{p \text{ total}} = 1,433 \text{ l/s} = 123,805 \text{ m}^3/\text{dia} = 5,155 \text{ m}^3/\text{h} = 0,001433 \text{ m}^3/\text{seg};$
- Tempo de retenção: de 12 (doze) horas, para o dimensionamento da bacia de contenção.

Considerando o tempo de retenção supracitado, tem-se a seguinte vazão de projeto:

$$Q_{p \text{ total}} = 0,7165 \text{ l/s} = 61,905 \text{ m}^3/\text{dia} = 2,578 \text{ m}^3/\text{h} = 0,000717 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

- ✓ **Estudo de Tratabilidade dos Efluentes Líquidos**

Foram realizados estudos em escala de bancada com os afluentes brutos na proporção simulada de 45,4% de chorume e 54,6% de esgotos de fossa séptica, para nortear os

procedimentos de pré-condicionamento do lodo de forma a otimizar o tratamento e operação em escala real.

Utilizou-se para condicionamento do afluente bruto um polímero e um alcalinizante, com resultados satisfatórios e redução expressiva da carga orgânica (DBO e DQO), resultando em um efluente tratado claro e com sólidos evidentemente reduzidos.

Estes resultados foram importantes para o processo decisório da filosofia de tratamento e disposição final dos efluentes.

✓ **Sistema de Tratamento Adotado**

Como tecnologia para o tratamento destes efluentes líquidos foi sugerida a implantação de sistema Geotubes, a ser instalado no platô da atual Bacia de Contenção.

O Geotube é um saco de geotecido, usado principalmente na geocontenção, tendo inúmeras aplicabilidades, dentre elas, a contenção e desidratação de lodo proveniente de processo de tratamento de efluentes oriundos de diversas fontes geradoras. Com propriedades únicas, o Geotube foi desenvolvido para ter uma alta resistência mecânica e propriedades únicas de filtragem e retenção.

Apresentam-se a seguir as fases do processo da tecnologia Geotubes:

- Contenção: geotecido de alta resistência com propriedades únicas de retenção são transformados em sistemas de contenção Geotube que podem ser cheios de lodo com baixo teor de massa sólida, solos perigosamente contaminados ou materiais refugados. A textura e a fabricação únicas dos geotecidos criam pequenos poros que confinam os pequenos grãos dos materiais a serem retidos;

- Desidratação: o excesso de água é drenado pelo Geotube através de pequenos poros no tecido, resultando uma desidratação efetiva e uma eficiente redução do volume de água. Esta redução do volume permite inúmeros enchimentos do geotube. Em muitos casos a água drenada é de tal qualidade que pode ser retornada aos cursos d'água naturais ou reutilizada;

- Consolidação: depois do ciclo final de enchimento e desidratação, o material sólido retido, continua a consolidar por desidratação, devido ao fato de que o vapor d'água residual do material se evapora através do geotecido. Isto resulta em resíduos mais consolidados e com um melhor custo para disposição;

✓ **Sistema Hidráulico**

O sistema hidráulico é composto de uma bomba submersível marca ABS modelo Robusta 800T com 3 CV de potência rotação de 1750 RPM 220/380/440v, com propulsor do tipo rotor aberto (sistema contra block) com diâmetro nominal de recalque de 2" com passagem de sólidos de até 50mm , que conduz os efluentes para um bloco de válvulas destinado distribuir o produto bombeada entre os sacos de Geotubes.

No caminho entre a bacia de contenção e o bloco de válvulas, ocorre a adição de polímeros através de um sistema paralelo que capta de um tanque de PVC de 2000l e aplica na tubulação de recalque através de uma bomba dosadora de 1,0 Cv, 220v com rotor em aço SAE 4140 endurecido por tratamento térmico e carcaça em ferro fundido.

Objetivando controlar o fluxo de mistura efluente/polímero, será implantado um sistema de liras, ou seja, um redutor de velocidade na tubulação, o que além de controlar o fluxo, permitirá a interrupção imediata do fluxo (caso necessário sem que todos os componentes da tubulação sofram por ação do golpe de aríete).

A medição das vazões será feita através da instalação de uma calha Parshall com 3" de largura de garganta, com tratamento inibidor de raios UV nas partes em contato com o fluido, calibrada para uma vazão máxima de 193,68 m³/h e uma mínima de 2,33 m³/h, com poço de tranquilização, apara calha parshall de 3", construídos em fibra de vidro instalados na lateral da calha, a fim de garantir a confiabilidade na leitura da altura da lâmina d'água pelo sensor, um sensor ultra-sônico com alcance de 2m e 5m de cabo de comunicação, um suporte sônico e um módulo micro processado com software dedicado, mostrador em LCD alfanumérico (4 linhas por 16 caracteres), indicação de vazão instantânea e totalizada, 1 saída de 4 a 20mA e alimentação de 110/220.

Os tubos condutores serão conforme a norma DIN 2440 de 3" até as válvulas e mangueiras de PVC reforçado das válvulas aos geotubes, conectados entre si com flanges nos tubos e com espigões nas mangueiras.

✓ Dimensionamento das Unidades do Geotube

Apresenta-se no quadro 16 a seguir as unidades padrões de Geotubes disponibilizadas no mercado pelo fabricante (Allonda Equipamentos Ambientais Ltda.).

Quadro 16 - Unidades Padrões de Geotubes Disponibilizadas, no Mercado, pelo Fabricante (Allonda Equipamentos Ambientais Ltda.)

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	DIMENSÃO	ALTURA MAX.	CAPAC. M ³
GT500Tube/PVC/45/100	GT-500 Geotube 6,30m de largura x 30,48 m de comprimento	13,70m x 30,00m	1,98m	237,00
GT500Tube/PVC/45/200	GT-500 Geotube 6,30m de largura x 60,96m de comprimento	13,70m x 60,00m	1,98m	482,00
GT500Tube/PVC/60/100	GT-500 Geotube 8,00m de largura x 30,48m de comprimento	18,30m x 30,00m	2,13m	352,00
GT500Tube/PVC/60/200	GT-500 Geotube 8,00m de largura x 60,96m de comprimento	18,30m x 60,00m	2,13m	720,00
GT500Tube/PVC/30/50	GT-500 Geotube 3,80m de largura x 15,24m de comprimento	9,10m x 15,00m	1,82m	65,00
GT500Tube/PVC/30/90	GT-500 Geotube 3,80m de largura x 27,00m de comprimento	9,10m x 27,00m	1,82m	120,00
GT500Tube/MDS/22.5/2	GT-500 Geotube MDS 2,00m de largura x 7,92m de comprimento	6,90m x 8,00m	1,52m	15,00/23,00

No presente caso serão 02 (dois) sacos com 8,0 m de largura e 30,5 m de comprimento.

A retenção será de 25.000 m³ de lodo úmido com 1 % de sólidos. Após a contenção e desidratação a porcentagem de sólidos será de 15 % (esta porcentagem irá aumentar em função do tempo que os tubos ficarem drenando).

✓ **Implantação do Sistema**

No que se refere à implantação do sistema de tratamento, tem-se:

- Limpeza do terreno: 812,75m² (49,00 m² para a bacia de contenção com profundidade de 1,50 m e 763,75 m² para os geotubes com profundidade de 1,00 m);
- Implantação do sistema de drenagem de águas superficiais: 169,48 m²;
- Escavação da bacia: 73,50 m³;
- Escavação do leito drenante do geotubes (medidas de 23,50 m x 32,50 m e altura de 1,00 m): 763,75 m³;
- Escavação da Lagoa de Polimento (140,00 m² para a lagoa de polimento com profundidade de 1,50 m): 210,00 m³;
- Impermeabilização com manta laminada de PVC da bacia de contenção: 118,30 m², considerando um acréscimo de 30 % para os repasses;
- Impermeabilização com manta laminada de PVC do leito drenante: 1.138,48m² considerando um acréscimo de 30 % para os repasses;
- Impermeabilização com manta laminada de PVC da Lagoa de Polimento: 287,30m² considerando um acréscimo de 30 % para os repasses;
- Camadas de proteção das mantas: 308,82m³;
- Preenchimento do leito drenante com brita 1: 458,25m³
- Caixa de passagem: 0,60m x 0,60m x 0,80m;
- Tubulação de ligação da caixa de passagem para a lagoa de polimento: 8,75m;
- Poço de Recepção de efluente tratado: diâmetro de 3,00m e altura de 4,00m.

• **Preparação de Célula, Revestimento e Impermeabilização de Solo e Camada Drenante**

Preparação de área de 762,57m² para acondicionar 02 (dois) sacos de Geotecido, 30,00m de comprimento por 8,30m de largura e circunferência de 18,29m. Célula plana com inclinação máxima de 1%, com resistência mínima do solo de 1,60 kg/cm² com berços laterais e caixa de coleta para retorno do percolado para as lagoas.

Para o leito drenante considerou-se um volume escavado de 860,00m³, com uma área de manta de 988,50m² e um volume de brita 2 de 1.204,00m³.

Ressalta-se que a manta será de laminado de PVC, 1,00mm de espessura, tipo VMP55ML, coberto por bidin 5,00mm, camada de brita # 2, espessura 15,00cm, com caixa de concreto para retorno do percolado.

• **Sistema de Mistura e Injeção Polímero**

Sistema de mistura e injeção de polímero, constituído por uma bacia de contenção com capacidade para o recebimento de aproximadamente 54,00m³.

Estimou-se a dosagem de polímero de 60 PPM e concentração 0,1%.

No que se refere à bomba dosadora, estimou-se uma bomba de injeção tipo helicoidal, com vazão de 1,5m³/h, regulável, com motor elétrico e inversor de frequência para a bomba e os agitadores.

Ressalta-se que para a instalação dos geotubes se faz necessário um ponto de energia, para acionamento de um sistema monofásico e trifásico para acionamento de motores elétricos de 20HP, durante 60 dias de trabalho.

• **Bacia de Contenção**

Vazões a serem Tratadas por Tipo de Efluente

O sistema foi projetado considerando-se as seguintes vazões de chorume e tempo de acumulação:

- $Q_{p \text{ aterro sanitário}} = 0,507 \text{ l/s} = 43,805 \text{ m}^3/\text{dia} = 1,825 \text{ m}^3/\text{h} = 0,000507 \text{ m}^3/\text{seg};$
- $Q_{\text{ef caminhões limpa-fossa}} = 0,926 \text{ l/s} = 80,00\text{m}^3/\text{dia} = 3,33 \text{ m}^3/\text{h} = 0,000926 \text{ m}^3/\text{seg};$
- $Q_{p \text{ total}} = 1,433 \text{ l/s} = 123,805 \text{ m}^3/\text{dia} = 5,155 \text{ m}^3/\text{h} = 0,001433 \text{ m}^3/\text{seg};$
- Tempo de acumulação: de 12 (doze) horas, para o dimensionamento da bacia de contenção.

Considerando o tempo de retenção supracitado, tem-se a seguinte vazão de projeto:

$$Q_{p \text{ total}} = 0,7165 \text{ l/s} = 61,905 \text{ m}^3/\text{dia} = 2,578 \text{ m}^3/\text{h} = 0,000717 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

Com base na vazão supracitada, tem-se as seguintes dimensões:

- Comprimento: 7,00m;
- Largura: 7,00m;
- Altura: 1,50m, considerando o bordo livre.

Para a locação da bacia levou-se em consideração a direção dos ventos predominantes, objetivando que estes não encaminhem maus odores para as localidades habitadas à jusante do aterro controlado.

- Escavação da bacia: 73,50 m³;
- Impermeabilização com manta laminada de PVC da bacia de contenção: 118,30 m², considerando um acréscimo de 30 % para os repasses;

Para a execução da bacia considerou-se um volume escavado de 73,50m³, com uma área de manta de 118,30m² e um volume referente à camada de proteção do fundo da manta de 47,32m³ (duas camadas de 0,20m).

Tem-se ainda uma caixa de recepção de lodo de limpa-fossa equipada com grelhas em aço inox. Esta caixa terá as seguintes dimensões: 3,00m x 3,00m x 2,00m, sendo executada em blocos de concreto, com fundo e tampa em concreto armado.

• **Lagoa de Polimento**

A Lagoa de Polimento foi dimensionada para uma capacidade de acúmulo de efluentes gerados durante 36 (trinta e seis) horas, cerca de 185,70 m³, conforme dimensões apresentadas a seguir :

- Comprimento: 20,00m;
- Largura: 7,00m;

- Altura: 1,50m, considerando o bordo livre.
- Bordo Livre: 0,50m;
- Talude de 1V:1,5H.

Os efluentes tratados serão encaminhados ao poço de recepção de efluentes tratados. Após o monitoramento diário da qualidade dos efluentes tratados, estes após atingirem os padrões de lançamento preconizados pelos Órgãos Ambientais serão encaminhados ao corpo receptor (Córrego Sem Nome).

• **Fechamento da Área - Cerca**

Com elementos de fechamento da área tem-se:

- Cerca de eucaliptos, com 05 (cinco) fios de arame, com 2.501,00m lineares, altura de 2,00m e portão de acesso com largura de 6,00m e altura de 2,00m.

Ressalta-se que quando da partida operacional da bacia de contenção deverá ser verificada a necessidade ou não da implantação de um tratamento.

• **Sistema de Meia Calha da Bacia de Contenção**

Canaletas de concreto – dispositivos pré-moldados construídos em concreto, em meia calha, seção circular com diâmetro de 400mm, e caimento de 1%, que terão a finalidade de captar as águas pluviais precipitadas sobre o platô da bacia de contenção, conduzindo-as ao local de deságüe natural seguro. No presente caso tem uma extensão de 1.789,83 m.

• **Barreira Hidráulica**

Visando interromper o fluxo subterrâneo de efluentes líquidos percolados em direção ao Córrego Sem Nome, será executada uma barreira hidráulica com as seguintes características:

- Seção retangular de 1,50m x 3,00m e extensão de 546,00m;
- Volume de escavação: 2.184,00m³;
- Impermeabilizada com manta de PVC, representando uma área de 2.184,00m²;
- Volume de reaterro: 1.638,00m³;
- Execução de uma rede de dreno para permitir a drenagem de efluentes líquidos que por ventura percolem em direção ao Córrego Sem Nome, sendo executado em seção retangular (0,40m x 0,40m), preenchido com brita N.º 4 e pedra de mão, revestido com manta bidin, com declividade mínima de 1% no sentido longitudinal. O tubo será do tipo dreno espraçado, corrugado, flexível, em PEAD, Kananet ou similar, com diâmetro de 6 “(150mm) e vazão mínima de 19,00 l/s.”. Estima-se uma extensão de 711,00m;
- Poço de Acumulação: execução de poço em anel de concreto armado com diâmetro de 1,50m e 3,00m de profundidade.

- **Tubulação de Recalque, Tubulação de Retorno do Percolado, Mangueiras Chatas - Barrilete**

O sistema de recalque e retorno do percolado é constituído por:

- Mangueira chata tipo “kanaflex” Ø2” para conexão entre o ponto de chegada da tubulação de recalque até as entradas de cada saco de geotecido, considerando o funcionamento de 02 (dois) sacos simultaneamente;
- Prensas tubos e acoplamentos para travar os tubos nas camisas dos sacos de geotecido;
- Barriletes Ø2” com acoplamento por flange e 02 (duas) saídas cada uma com garras tipo bico de mamadeira Ø2” para conexão com as mangueiras chatas;
- Tubos com acoplamento Ø3”, com sistema de chicanas (liras) para mistura de polímero;
- Tubos Ø1¼” para injeção de polímero na tubulação de recalque;
- Tubos de PVC Ø6” para retorno do percolado.

- **Sistema Elétrico**

A unidade básica de comando do sistema é composta por fios, cabos e um painel elétrico de comando, dotado de um sistema de chaves que alterna o funcionamento das bombas submersíveis, ou seja, quando uma está ligada a outra esta automaticamente desligada, um sistema de chave solenóide que comanda a bomba dosadora.

A proteção dos motores será feita através de reles térmicos montados junto às chaves contactoras, conforme a especificação e a potências de cada motor a ser protegido, bem como o painel será dotado de um sistema de interrupção de emergência, do tipo “botão soco”.

É previsto um sistema de iluminação para a cabine de comando que ficara una à cabine de proteção do tanque de polímeros, bem como a iluminação da própria cabine de proteção. Todos os aparelhos e motores serão ligados em 220 V.

- **Redes Externas**

No que se refere às redes externas, este contemplará as instalações elétricas. Para tanto, recomenda-se uma rede de baixa, capacidade para 75 kVA.

Extensão de rede aérea de baixa tensão, executada em cabo de alumínio isolado do tipo CAA, sendo circuito trifásico a 4 fios, isto é, 3F + N.

Será derivada da rede existente que está sendo suprida por um transformador de distribuição trifásico de 75kVA existente; nos mesmos poste à serem instalados para a extensão da rede aérea de baixa tensão com espaçamento médio de 25m.

Serão instalados braços de iluminação pública com uma luminária fechada, fabricada em alumínio estampado, difusor em vidro boro silicato para uma lâmpada de descarga à vapor de sódio de alta pressão de 400W; para acionamento da lâmpada será utilizado reator externo de alto fator de potência e relé fotoelétrico individual para cada luminária.

Desta mesma rede aérea de baixa tensão serão derivados os alimentadores para as bombas à serem instaladas nas respectivas casas de bombas, em áreas contíguas à capa poço de acumulação. No presente caso PA 1 e TAG.

Nas casas de bombas, as redes serão instaladas subterrâneas, através de dutos corrugados flexíveis, fabricados em PEAD de alta densidade do tipo kanaflex de Ø2", sendo que, abaixo do poste onde será feita a derivação e na chegada das casas de bombas serão executadas caixas de passagem em alvenaria de 60x60x60 cm para facilitar a passagem dos cabos alimentadores.

Nas caixas de passagem próximas às casas de bombas, serão instaladas hastes de aterramento de aço cobreado de Ø5/8" x 3m para proteção do quadro de força e comando das bombas, bem como sua carcaça.

Todas as instalações elétricas das casas de bombas serão do tipo aparente, em eletroduto de aço galvanizado e caixas em alumínio silício Ø3/4" (condutele) para execução das conexões.

- **Equipamentos e Materiais**

O quadro 17 a seguir apresenta os equipamentos e materiais inerentes ao sistema de tratamento.

Quadro 17 - Equipamentos do Sistema de Tratamento

Item	descrição	Qt.d
1	bomba helicoidal vazão 2m ³ /h - 40mc	1,00
2	bomba SUBMERSA ABS 3 HP - 10mca - 30 M ³ /H	2,00
3	calha parshall para medição de vazão de 50m ³ /h	1,00
4	Aerador Mecânico 7,5 Cv flutuante de fluxo ascendente	1,00
5	Válvula gaveta DN 3"	2,00
6	Válvula borboleta DN 3"	4,00
7	Flange liso DN 3"	12,00
8	Flange liso DN 2"	4,00
9	Mangote flexível de borracha DN 2"	200,00
10	Espigão para mangote DN 2"	4,00
11	BIDIM RT 10 3MM	800,00
12	Manta PEAD 1,0 mm	1200,00
13	Brita nº. 2	14,00

14	Reservatório de PVC de 2000l	2,00
15	curva 45° sch 40 dia 3"	6,00
16	cotovelo sch40 dia 3"	20,00
17	T de aço sch 40 dia 3"	4,00
18	flange dia 3"	12,00
19	redução 3"X2" sch40	2,00
20	T de aço sch 40 dia 2"	2,00
21	Cotovelo sch40 dia 2"	4,00
22	Flange dia 2"	4,00
23	tubo sch 40 dia 3"	228,00
24	chapa 1/4"X300X300	1,00
25	cant 1"X3/16"	3,00
26	tb dia 1"	4,00
27	U4"x3/16'	4,00
28	cant 2"X3/16"	4,00
29	chapa xadrez 3/16"	4,00
30	eletrodo aws 7018	100,00
31	disco de desbaste 7"	8,00
32	disco de corte 12"	5,00
33	primer oxido de ferro	5,00
34	líquido penetrante metal check	6,00

• **Operação da Bacia de Contenção**

Na operação da bacia de contenção tem-se os seguintes fatores:

- Gordura, de densidade menor que a água, flutará atingindo a superfície, em camada aproximada de 0,50m;
- A água por sua vez, ocupará a parte inferior de aproximadamente 1,00m.

Na pré-operação, o enchimento será realizado pelos caminhões, quando se obterá a proporção exata das fases, determinando a altura ideal que uma bomba submersível deverá ser implementada para retirar a camada aquosa.

Esta camada aquosa deverá ser lançada no poço de acumulação da célula do aterro controlado. Esta atividade deverá envolver um operador que observará quando a fase aquosa estiver rareando, quando a bomba deverá ser desligada.

Ressalta-se que se deve evitar a todo custo a inclusão de óleos industriais ou contaminações físico-químicas que possam interferir no tratamento microbiológico.

Eventualmente a camada superficial de gordura endurecida deverá ser retirada manualmente e eventualmente misturada com cal, sendo disposto posteriormente na célula de resíduos sólidos domiciliares do aterro sanitário.

Os lodos resultantes dos tratamentos físico-químicos e/ou biológico serão removidos e dispostos conjuntamente com os resíduos sólidos domiciliares, na célula do aterro sanitário.

• **Start-up - Partida**

Logo após a partida da operação devem ser observados se existem vazamentos nas tubulações. O sistema de bombeamento do percolado e o sistema de polimerização deverão estar funcionando corretamente. Deverá se verificar a altura máxima de enchimento para cada tamanho do Geotube. Cada Geotube pode ser cheio múltiplas vezes cada vez até altura máxima de projeto, isto pode ocorrer durante todo processo de desidratação.

O percolado recolhido, efluente tratado, será encaminhado para a caixa de coleta de efluentes tratados sendo, por gravidade, e deste para tubulação extravasora de efluentes líquidos tratados.

Durante esse processo será formada a massa seca, que poderá ter os seguintes destinos:

- Remoção para as células de resíduos sólidos domiciliares do aterro sanitário: quando o Geotube estiver completamente cheio e o lodo totalmente desidratado, este pode ser aberto e o material seco removido através de pá carregadeira, para as células do aterro sanitário. Neste caso, será necessária a abertura do bag com utilização de ferramenta cortante (estilete). Ressalta-se que esse procedimento deverá estar de acordo com as características de movimentação e destinação já estabelecidas, no início do processo, bem como, aprovados pelos órgãos ambientais locais;
- Contenção final com reurbanização da área: esse procedimento poderá ser feito simplesmente com a remoção da tubulação de enchimento e demais materiais utilizados no processo, feita a cobertura do bag de Geotube com terra de jardinagem e feita a reurbanização da área. Posteriormente, serão instaladas placas de identificação do Geotube com as seguintes informações: data da operação e origem do material contido.

• **Recursos Humanos para a Operação**

No que se refere aos recursos humanos necessários à operação do sistema tem-se:

- 01 (um) supervisor do tratamento: engenheiro sanitarista e/o engenheiro químico;

- 03 (três) operadores: um controlador de chegada de caminhões e um operador dos sistemas de dosagem/volume da bacia.

Três turnos de trabalho deverão ser adotados. Neste horário comercial deverão ser descarregados os caminhões, não se permitindo o descarregamento sem controle do apontador/operador.

Estima-se em R\$12.500,00 (doze mil e quinhentos reais), o custo mensal da operação do sistema.

• **Manutenção**

A manutenção mais comum é o jateamento com água limpa e o escovamento da superfície do Geotube. Esse procedimento auxilia o combate na formação de fungos e aumenta a eficiência de drenagem por longos períodos.

Caso ocorra o entupimento em alguma parte do Geotube, isto pode ocorrer quando não é aplicado coagulante “polímero” de maneira correta e homogênea, poderá ser utilizado um vibrador de superfície para efetuar o desbloqueio, ajustando os movimentos e intensidade de vibração para não danificar o Geotube. Somente a massa interna do bag de acordo com a sua finalização é que requer verificação periódica. Ressalta-se que a massa pode ser coletada com dispositivo de coleta, pelos flanges de enchimento.

Toda manutenção deve ser feita com o sistema de bombeamento parado, ou seja, totalmente fora de funcionamento. Assim, têm-se os seguintes procedimentos de manutenção preventiva:

- Acompanhamento diário do nível do Geotube;
- Remoção e limpeza de eventuais resíduos existentes na superfície que prejudiquem a drenagem;
- Verificação dos desgastes dos acessórios, provenientes do uso normal do equipamento, a cada 02 (dois) anos.

• **Relatório Fotográfico das Unidades**

Apresenta-se a seguir um relatório fotográfico inerente ao sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados (Geotubes).



**Foto 24 – Caminhão Limpa Fossa
Chegando na Área do Destino Final**



Foto 25 – Célula dos Bags



Foto 26 – Nivelamento da Base da Célula



**Foto 27 – Aplicação da Manta Laminado
de PVC de 1,00 mm de Espessura, Tipo
VMP55ML**



Foto 28 – Detalhe da Barragem de Contenção Construída para Evitar que o Efluente Drenado não Percole no Terreno



Foto 29 – Cobertura com Material Permeável – Brita nº1



Foto 30 – Bags Montados

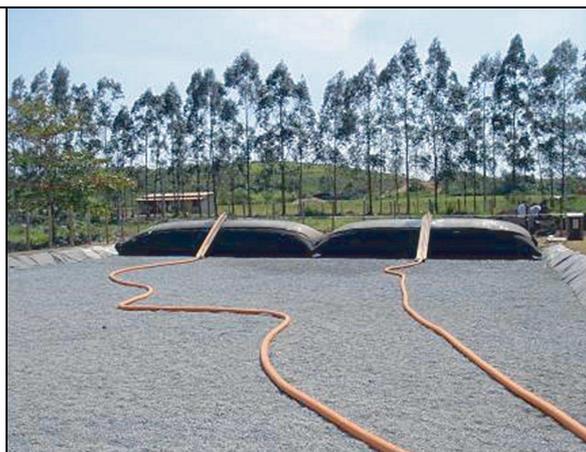


Foto 31 – Bags em Funcionamento



Foto 32 – Bags em Funcionamento



Foto 33 – Bags em Funcionamento



Foto 34 – Conexão para Tubo Flexível



Foto 35 – Linha de Retorno



Foto 36 – Tubulação em Zig - Zag



Foto 37 – Controle de Enchimento dos
Bags – Válvula Prensa Tubo



Foto 38 – Sistema de Mistura de Polímero
Tipo Chicana Contínua



Foto 39 – Lodo Bruto e Sistema de Mistura
de Polímero



Foto 40 – Vista do Modelo de Abrigo Para Equipamentos de Dosagem de Polímero



Foto 41 – Drenagem do Efluente Tratado



Foto 42 – Detalhe do Efluente Tratado



Foto 43 – Utilização de Vibrador de Superfície em Caso de Entupimento dos Bags



Foto 44 – Manutenção - Limpeza dos Bags com Jateamento com Água Limpa



Foto 45 – Remoção do Lodo Após o Término do Processo Através de Pá Carregadeira



Foto 46 – Materiais Acondicionados para a Disposição Final nas Células de RS Domiciliares.

Apresenta-se a seguir os anexos inerentes a implantação do Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos Percolados – Geotubes, assim como o Memorial de Cálculo elaborado pelas empresas Allonda/H₂O.

A filosofia de dimensionamento foi a partir dos experimentos de tratabilidade e do know-how de tratamento com chorume, com alta carga orgânica.

Levaram-se em consideração as vazões críticas a serem atingidas e o tempo de residência, com critérios práticos de condições de temperatura e pressão previsíveis.

Foi calculada a utilização de 04 (quatro) sistemas Geotubes nas condições de projeto.

Os desenhos listados a seguir apresentam a localização e os detalhes construtivos do sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados:

- **DES-PMP-AT-A-106** - Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos Percolados - Implantação Geral;
- **DES-PMP-AT-C-103** - Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos Percolados -Área de Assentamento do Geotube;
- **DES-PMP-AT-A-107** - Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos Percolados - Lagoa de Polimento;
- **DES-PMP-AT-A-107A** - Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos Percolados - Casa de Polímero.
- Barreira Hidráulica – vide as pranchas (**DES-PMP-AT-A-105**) Localização e (**DES-PMP-AT-C-102**) Detalhes Construtivos.



DES-PMP-AT-A-106 - SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS PERCOLADOS SISTEMA GEOTEXTIL (IMPLANTAÇÃO GERAL)

DES-PMP-AT-C-103 - SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS PERCOLADOS SISTEMA GEOTEXTIL (BACIA DE CONTENÇÃO E DETALHES CONSTRUTIVOS)



DES-PMP-AT-A-107 - SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS PERCOLADOS SISTEMA GEOTEXTIL (LAGOA DE POLIMENTO)

**DES-PMP-AT-A-107A - SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS
PERCOLADOS SISTEMA GEOTEXTIL (CASA DE POLÍMERO)**

Controle da Geração e Qualidade de Efluentes Líquidos Percolados

A eficiência do tratamento de efluentes líquidos percolados é causa e efeito do correto dimensionamento, operação e monitoramento do sistema, evitando-se por conseguinte, a contaminação das coleções hídricas e exalação de maus odores em função da decomposição natural da matéria orgânica.

O monitoramento da geração dos afluentes e efluentes ao sistema de tratamento será efetuado através da realização de análises de campo (controle pontual) e análises temporárias em laboratórios externos (controle estatístico e histórico).

O controle da geração do chorume começa nos poços de acumulação, onde haverá um sistema de medição de vazão, do tipo calha Parshall ou similar.

No que concerne ao monitoramento, este será realizado através da coleta para a análise de efluentes nos poços de acumulação.

Serão analisados os seguintes parâmetros:

- Afluentes brutos (poços de acumulação): DBO, DQO, SS, SST, sólidos sedimentáveis, pH, temperatura, vazão, alcalinidade, condutividade, NKT e P;
- Efluentes tratados nas lagoas anaeróbias e facultativas (coleta nos tanques de acumulação): pH – potencial hidrogeniônico, cor aparente, turbidez, DQO, DBO, nitrogênio total, fósforo total, Oxigênio dissolvido, NPM coliformes totais e coliformes fecais, sólidos totais, fixos e voláteis, SST - sólidos em suspensão totais, metais (zinco, chumbo, cádmio, níquel, ferro total, manganês total, cobre e cromo total), benzo (a) píreno e aldrin e dieldrin.

As análises de campo deverão ser realizadas diariamente (vazão, temperatura, condutividade, pH, OD e sólidos sedimentáveis. As demais terão frequências de três em três meses. Contudo, dependendo da seqüência dos resultados semelhantes obtidos em um certo parâmetro, no caso de uma série histórica de bons resultados, determinará a não continuidade da realização desta análise referente a este parâmetro.

3.1.7.6 Deságüe de Efluentes Líquidos Tratados

Os efluentes líquidos após tratamento serão encaminhados para um poço de acumulação onde serão realizadas as análises para verificação da qualidade das águas. Caso os resultados estejam dentro dos padrões preconizados pelos órgãos ambientais e pelas leis ambientais vigentes, estes serão encaminhados para o corpo hídrico receptor existente. Em caso de não atendimento, os efluentes serão encaminhados novamente para a Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos Industriais (ETEI – Geotubes).

No presente caso, os efluentes tratados aprovados serão encaminhados para o corpo hídrico receptor localizado a montante do Sistema de Tratamento (ver desenho **DES-PMP-AT-A-105** apresentado anteriormente).

3.1.7.7 Sistema de Drenagem de Gases

✓ **Descrição do Sistema**

Em um aterro sanitário, em função da forma construtiva (confinamento dos resíduos sólidos) e da composição físico-química do material aterrado (volume de matéria orgânica), são gerados gases (biogás) resultantes da decomposição da matéria orgânica por microorganismos anaeróbios. Os fatores principais que influenciam esta geração são: nível de oxigenação, potencial redox (330 a 600 mV), teor de umidade, pH, temperatura, existência de metais pesados e antibióticos.

A composição média do gás é: CH₄ (68 a 85 %), CO₂ (04 a 25 %), N₂ (6 a 10,8 %), O₂ (traços) e H₂S (traços), com poder calorífico bruto em torno de 6.300 Kcal/Nm³, podendo ser aumentado para 9550 Kcal/Nm³, caso processado.

O processo de formação do biogás normalmente ocorre em toda a fase de operação do aterro e após o seu encerramento. Segundo registros no Brasil, Europa e Estados Unidos os aterros sanitários continuam gerando biogás dez anos após a sua desativação, sendo estimada uma geração teórica de biogás em torno de 300Nm³/t de resíduos sólidos confinados e aterrados, sendo a captação econômica em torno de 150Nm³/t.

A geração de gases nos aterros sanitários se inicia após as primeiras semanas de disposição e confinamento dos resíduos sólidos, em uma fase de produção aeróbia. Após meses de confinamento se inicia a segunda fase de produção, fase acetogênica, com a presença de ácidos carboxílicos já em regime anaeróbio.

Posteriormente entra-se na fase metanogênica crescente, podendo durar até 15 anos, conforme Rushbrook P. E. após este período, tem-se a fase metanogênica estável, com a mínima concentração de ácidos carboxílicos no chorume.

Finalmente, a quinta e última fase, após 20 anos, é a fase de composição gasosa aeróbia crescente, que ainda não foi suficientemente demonstrada em campo.

Como o processo é contínuo e de longo prazo se faz necessária à implantação de sistema de drenagem de gases, para que não ocorram pressões internas no maciço do aterro que venham a ocasionar rompimentos ou mesmo recalques diferenciais, comprometendo a estabilidade do aterro e a segurança da operação nas frentes de serviço.

No presente caso, o sistema de drenagem de gases será implantado na célula de resíduos sólidos domiciliares, posto que as mesmas representam o confinamento de volume considerado de matéria orgânica aterrada.

✓ **Dimensionamento e Método Construtivo**

• **Dimensionamento**

O sistema de drenagem de gases será constituído de drenos verticais, com o objetivo de coletar o biogás na massa de resíduos, atravessando todas as camadas do aterro, até

atingir a superfície. No topo dos drenos será implantado um sistema para queima dos gases.

Os drenos verticais serão constituídos de tubo laminado de PVC do tipo dreno espraído, corrugado, flexível 6" (150mm), envoltos em brita nº. 4 (dimensões mínima de 32,00mm e máxima 64,00mm) com proteção de manilha de concreto pré-moldado perfurada com diâmetro de 400mm, com transição do tubo de laminado de PVC 6" para tubo de ferro galvanizado de 4" (100mm), comprimento de 1,20m, fixados com abraçadeiras e 0,50m de selo de argila, para garantir o confinamento dos gases. No fechamento do sistema previu-se a instalação de queimados, tipo "chapéu chinês" com diâmetro de 0,30m".

Os drenos verticais para base da célula de disposição final de resíduos sólidos domiciliares serão em um número de 99 (noventa e nove) unidades, representando um comprimento total de 99,00m.

Na fase inicial do aterro, ou na base da célula, os drenos de gases serão posicionados sobre os drenos transversais de chorume (horizontais), objetivando captar os gases que eventualmente escoem por estes drenos horizontais. Serão espaçados entre si de 13,00m a 15,00m e sua construção acompanhará o processo de crescimento vertical e horizontal do aterro.

Vale salientar que a queima de gases será feita manualmente através do sistema supracitado, salvo indicação de estudo de viabilidade para o processamento e aproveitamento dos gases.

• **Método Construtivo**

O método construtivo adotado para os drenos será a utilização de manilha de concreto pré-moldado perfurada com diâmetro de 400mm, enchimento com brita 4 ou rachão e tubo de laminado de PVC Flexível 6" (150mm), atravessando verticalmente o enchimento pelo centro. Este procedimento será realizado em todas as alturas da progressão vertical das camadas do aterro, inclusive para as camadas intermediárias de recobrimento, até 0,80m da superfície aterrada. Posteriormente, será executada uma camada de argila apiloada, espessura de 0,40m entre o fim do dreno e a superfície, com um raio de 5,00m, que servirá de selo e promoverá o fluxo dos gases pelos drenos, impedindo assim a dispersão destes pela superfície do aterro. Por último será executada a camada de recobrimento final da célula (0,40m) em argila e terra vegetal.

O sistema de queima de gases será constituído de um tubo de ferro galvanizado, diâmetro de 4", que penetrará em toda a camada de recobrimento final e selo argiloso. Na extremidade do tubo será instalado dispositivo metálico do tipo chapéu chinês, que permitirá a queima dos gases e impedirá a entrada de chuva para o interior dos drenos.

Ressalta-se que a queima de gases será feita manualmente através do sistema supracitado, salvo indicação de estudo de viabilidade para o seu processamento e aproveitamento.

Vale salientar que a Prefeitura Municipal de Paracambi poderá efetuar o estudo de geração, recuperação e uso energético de biogás do aterro sanitário de Paracambi, objetivando o seu engradamento no MDL/Crédito de Carbono.

✓ **Controle de Geração de Gases**

A queima de gases será realizada manualmente, por um funcionário específico, que irá monitorar a queima visualmente pelo flare, verificando se a chama está constantemente acesa e se os selos hidráulicos estão sem problemas.

Eventualmente poderão ser realizadas coletas de gases para avaliar se sua composição percentual está dentro dos níveis apresentados no item anterior. Caso a concentração de gás sulfídrico esteja entre 0,05 a 0,07 % podem ocorrer acidentes graves, e entre 0,07 a 0,10 % acidentes fatais.

Embora os aterros estejam em ambientes abertos, a queima dos gases é recomendada para evitar a concentração de CH_4 e CO_2 no ar, pois podem reduzir o teor normal de oxigênio de 29,99%, causando asfixia aos operadores.

O desenho **DES-PMP-AT-C-104** a seguir apresenta localização e detalhes construtivos do sistema de drenagem de gases.

**DES-PMP-AT-C-104 - SISTEMA DE DRENAGEM DE GASES – LOCALIZAÇÃO E
DETALHES CONSTRUTIVOS**

3.1.7.8 Acessos

✓ Descrição dos Acessos

O acesso ao Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos do Município de Paracambi se dará a partir Rodovia Estadual RJ 093, em pavimentação asfáltica, apresentando bom estado de conservação. Como acesso secundário tem-se uma estrada vicinal. Considerando-se o acesso principal e o secundário, o CTDR dista cerca de 07km do centro do município.

A entrada principal será efetivada através de portões que darão acesso à guarita/balança.

O projeto contempla a implantação de acessos secundários internos projetados em pista única com largura de 6,00m, iniciando-se a partir do acesso principal (guarita / balança / administração), se desenvolvendo conforme apresentado a seguir:

- Rua “A”: margeando a FMP e chegando ao pátio de resíduos sólidos, atenderá à unidade de beneficiamento de resíduos sólidos da construção civil, à unidade de triagem e enfardamento de resíduos sólidos da coleta seletiva, à unidade de tratamento de resíduos sólidos de saúde (autoclave), à unidade de triagem de resíduos sólidos, se desenvolvendo entre as cotas 35,00m e 40,00m;
- Rua “B”: seguindo para o lado contrário e chegando ao pátio de manobra, atenderá às instalações de apoio, ao sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados, se desenvolvendo também entre as cotas 35,00m e 40,00m;

Todos os acessos serão executados em revestimento de cascalho, brita corrida ou mesmo entulho “limpo” de obras para o restante dos platôs, em pista única, com duplo sentido de tráfego, largura de 8,00 m, inclinação transversal de 2 % do eixo em direção aos bordos, dotado de sistema de drenagem de águas pluviais e sinalização de trânsito.

A inclinação longitudinal das vias internas é variável, de acordo com o projeto vertical, variando de 1,50 % a 3,00 %, que não causarão qualquer problema ao tráfego de veículos ou ao sistema de drenagem de águas pluviais.

✓ Dimensionamento e Método Construtivo dos Acessos

Segundo o arranjo geral (**DES-PMP-AT-A-101**) os acessos secundários integram um sistema viário constituído 05 (cinco) vias, com dimensões apresentadas no Quadro 18 a seguir. O quadro inclui ainda o movimento de terra necessário à implantação dos acessos.

Quadro 18 - Movimento de Terra dos Acessos

Acessos Secundários	Largura Média (m)	Inclinação Média (%)	Extensão (m)	Volume de Corte	Volume de Aterro	Saldo
Rua "A"	6,00	1,00	1.919,86	2.303,83	575,96	1.727,87
Rua "B"	6,00	1,00	964,05	1.156,86	289,22	867,64
			2.883,91	3.460,69	865,18	2.595,51

A configuração dos taludes formadores do sistema viário, resultados dos cortes e aterros, será com inclinação de 1:1,5 (V:H), sendo que nos aterros com mais de 5,00m de altura estão previstas bermas de contenção com 6,00m de largura, para aumentar a estabilidade e a segurança do maciço.

Os aterros na faixa de largura das vias internas serão executados em camadas sobrepostas soltas, com espessura de no máximo 0,20m, fortemente compactados de modo a se obter um grau de compactação equivalente a 95% do proctor normal e espessura final de 0,40m.

Ressalta-se que o traçado dos os acessos secundários e o detalhe da seção típica estão apresentados no desenho **DES-PMP-AT-A-101** (lay out do complexo).

3.1.7.9 Fechamento da Área, Cinturão Verde e Paisagismo

✓ **Fechamento da Área.**

Para o fechamento do perímetro da área de implantação do empreendimento concebeu-se a execução de uma cerca de arame farpado com mourões em concreto de 0,10m x 0,10m x 2,00m, espaçados entre si de 2,50m em 2,50m e chumbados no terreno de modo a permanecerem estáveis e firmes. Para uma melhor fixação da cerca deverá ser previsto um estaiamento ao chão dos mourões.

A cerca de arame será construída com 05 (cinco) fios de arame farpado de aço, devidamente amarrados aos mourões.

Será implantada no perímetro total da poligonal limítrofe do CTDR Paracambi Consorciado, representando uma extensão de 2780,71m, sendo instalados 1113,00 mourões.

O acesso à área se dará exclusivamente através de dois portões junto à guarita, cabine e balança, sendo um para o acesso de veículos e equipamentos e outro para acesso de pedestres.

Os portões serão em perfis de aço com as seguintes dimensões: portão de veículos (3,00m de largura x 2,00m de altura, duas folhas) e portão de pedestres 1,00m de largura x 2,00m de altura, uma folha.

As cercas devem ser mantidas sempre em perfeitas condições, impedindo assim o acesso de pessoas não autorizadas e animais à parte interna do aterro. Para tanto, estas deverão ser inspecionadas, em todo o seu desenvolvimento, pelo menos uma vez por semana. Serão verificados o estado dos fios, dos moirões de concreto e da vegetação (cinturão verde), sendo reparados imediatamente quaisquer defeitos encontrados.

O lay out do fechamento da área está contemplado no desenho **DES-PMP-AT-A-101** – Lay Out do Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos.

✓ **Cinturão Verde e Paisagismo**

O projeto contempla o tratamento paisagístico do CTDR Paracambi Consorciado com a implantação de barreira vegetal (cinturão verde), paralela à cerca de moirões de concreto de fechamento da área, em todo o seu perímetro. Assim, tem-se uma extensão de 2.780,71m.

O cinturão verde tem a função de diminuir a poluição visual, funcionando como barreira contra a ação dos ventos, impedindo o transporte de materiais de baixo peso específico e ainda dificultando a difusão de odores.

As barreiras vegetais terão a largura de 10,00m, posto que não se trata de faixa de reflorestamento, sendo constituídas de árvores e arbustos de espécies nativas local, sendo inclusive transplantadas de áreas com vegetação que porventura estejam em área de implantação das intervenções inerentes ao empreendimento.

O plantio das espécies será efetuado em duas linhas paralelas à cerca delimitadora da área, a cada 2,00m, de tal forma que as espécies de uma linha estejam situadas no espaço vazio da outra linha, totalizando 2780 unidades. Assim, pretende-se impedir completamente o alcance visual da área de operação do aterro.

Além da barreira vegetal o projeto prevê um tratamento paisagístico em toda área do Complexo, se constituído do plantio de grama em placas nos taludes executados do aterro (fase de operação e/ou encerramento das células) e áreas de entorno das instalações de apoio/unidades de tratamento e beneficiamento (142.166,82m²), bem como árvores e arbustos como elementos de composição paisagística.

O lay out do cinturão verde, tratamento paisagístico, do fechamento da área e seus detalhes construtivos estão apresentados no desenho **DES-PMP-AT-C-111** (lay out do aterro acabado).

3.1.7.10 Instalações de Apoio

✓ **Descrição do Partido Arquitetônico**

O lay out das instalações de apoio do Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos – Componente 1 Aterro Sanitário, contempla a implantação das seguintes edificações, em uma área de 599,36m²:

- Guarita/Balança;
- Prédio da administração (guarita/balança; prédio da administração incluindo sala, refeitório/cozinha, laboratório, vestiários e sanitários);
- Almoxarifado e oficina de manutenção.

Apresenta-se a seguir a descrição dos lay outs das instalações supracitadas.

✓ **Guarita/Balança**

Esta instalação, de 16,80m² (5,60m x 3,00m), terá a função de controlar a entrada e saída de veículos e pedestres através de dois portões independentes que deverão permanecer sempre fechados, sendo abertos pelo vigilante, somente para a entrada e saída de pedestres e veículos, bem como controlar a pesagem de resíduos sólidos. Será constituída de uma sala para o controle de pesagem, sanitário e balança. Terá as seguintes dimensões: sala de controle (3,95m x 2,70m) e sanitário (2,70m x 1,20m)

O controle da pesagem será efetuado em balança eletrônica a ser instalada em um fosso de 8,00m de comprimento, 3,00m de largura e 2,00m de profundidade, sendo registrado o peso dos resíduos sólidos transportados por veículos e caminhões. Ressalta-se que a balança será equipada com sistema de banco de dados que permite a emissão de relatórios diários e/ou periódicos.

Nesta instalação irão trabalhar um vigilante e um controlador que serão responsáveis pela identificação dos veículos e pedestres, além de efetuarem o controle da pesagem.

✓ **Prédio da Administração**

Visando dar suporte as atividades técnicas e administrativas do CTDR, será implantado um prédio de administrativo com 158,96m², constituído de sala para administração (15,42m²), refeitório/cozinha (25,75m²), laboratório (26,98m²), circulação (6,48m²), recepção (9,86m²) e vestiário/sanitário (25,85m²).

✓ **Almoxarifado e Oficina de Manutenção**

Objetivando dar suporte operacional e de manutenção aos equipamentos do aterro sanitário será construído um galpão tipo industrial contendo com uma sala de administração (24,37m²) e o almoxarifado com uma área com bancada externa para reparos (169,81m²), além de copa (3,46m²) e banheiros (6,83m²).

O galpão será aberto, com as seguintes dimensões: 19,87m x 8,00m. Será construído em estrutura de concreto armado pré-moldado com pé direito de 5,00m, apresentando fechamento das laterais em blocos de concreto com altura de 2,10m. A cobertura é de telha ondulada e o piso cimentado.

- **Padrão Construtivo**

Nas edificações de apoio supracitadas será adotado o seguinte padrão construtivo:

- Alvenaria - bloco de concreto;
- Estrutura - concreto;
- Esquadria de alumínio (janelas);
- Esquadria de alumínio ou ferro (portas);
- Esquadria de madeira (portas internas);
- Malhas metálicas (fechamento de vãos);
- Revestimento – cerâmica branca até 1,50 m;
- Pintura – tintas PVA, Látex e Esmalte brancas;
- Piso - cimentado para os prédios;
- Cobertura - telhas onduladas em fibrocimento;
- Instalação hidráulica - tubulações embutidas e louças brancas;
- Instalação elétrica - tomadas, interruptores, condutores e quadro de luz embutidos;
- Instalação sanitária – tubulações embutidas em PVC e louças brancas;
- Fossa/Filtro em concreto e sumidouro;
- Caixa separadora de água/óleo em concreto;
- Pavimentação asfáltica para o pátio;
- Caixa d'água em fibra.

Os desenhos das instalações de apoio listados abaixo serão apresentados a seguir:

- **DES-PMP-AT-A-108:** instalações de apoio - guarita e fosso da balança (plantas baixas, cortes e fachadas e instalações);
- **DES-PMP-AT-A-108A:** instalações de apoio - prédio de administração (planta baixa, cortes, fachada, instalações (elétrica e hidrossanitária);
- **DES-PMP-AT-A-108B:** instalações de apoio - almoxarifado e oficina de manutenção (planta baixa, cortes, fachada, instalações (elétrica e hidrossanitária);
- **DES-PMP-AT-C-105:** detalhes estruturais do fosso da balança;
- **DES-PMP-AT-C-106:** instalações de apoio - prédio de administração (detalhes estruturais);
- **DES-PMP-AT-C-107:** instalações de apoio - almoxarifado e oficina de manutenção (detalhes estruturais).

**DES-PMP-AT-A-108: INSTALAÇÕES DE APOIO - GUARITA E FOSSO DA BALANÇA
(PLANTAS BAIXAS, CORTES E FACHADAS E INSTALAÇÕES)**

**DES-PMP-AT-A-108A: INSTALAÇÕES DE APOIO - PRÉDIO DE ADMINISTRAÇÃO
(PLANTA BAIXA, CORTES, FACHADA, INSTALAÇÕES (ELÉTRICA E
HIDROSANITÁRIA)**

DES-PMP-AT-A-108B: INSTALAÇÕES DE APOIO - ALMOXARIFADO E OFICINA DE MANUTENÇÃO (PLANTA BAIXA, CORTES, FACHADA, INSTALAÇÕES (ELÉTRICA E HIDROSANITÁRIA)

DES-PMP-AT-C-105: DETALHES ESTRUTURAIS DO FOSSO DA BALANÇA



**DES-PMP-AT-C-106: INSTALAÇÕES DE APOIO - PRÉDIO DE ADMINISTRAÇÃO
(DETALHES ESTRUTURAIS)**



DES-PMP-AT-C-107: INSTALAÇÕES DE APOIO - ALMOXARIFADO E OFICINA DE MANUTENÇÃO (DETALHES ESTRUTURAIS)

3.1.7.11 Redes Externas

No que se refere às redes externas, contemplam-se as instalações elétricas. Para tanto, recomenda-se uma rede de baixa, capacidade para 75 kVA. Ressalta-se que esta capacidade poderá ser modificada, ampliada, com a inclusão de todas as unidades de tratamento/beneficiamento de resíduos sólidos.

A Extensão de rede aérea de baixa tensão será executada em cabo de alumínio isolado do tipo CAA, sendo circuito trifásico à 4 fios, isto é, 3F + N.

Será derivada da rede existente que está sendo suprida por um transformador de distribuição trifásico de 75kVA existente; nos mesmos poste à serem instalados para a extensão da rede aérea de baixa tensão com espaçamento médio de 25m.

Serão instalados braços de iluminação pública com uma luminária fechada, fabricada em alumínio estampado, difusor em vidro boro silicato para uma lâmpada de descarga à vapor de sódio de alta pressão de 400W; para acionamento da lâmpada será utilizado reator externo de alto fator de potência e relé fotoelétrico individual para cada luminária.

Nas caixas de passagem próximas às casas de bombas, serão instaladas hastes de aterramento de aço cobreado de Ø5/8" x 3m para proteção do quadro de força e comando das bombas, bem como sua carcaça.

Todas as instalações elétricas das casas de bombas serão do tipo aparente, em eletroduto de aço galvanizado e caixas em alumínio silício Ø3/4" (condulete) para execução das conexões.

O desenho **DES-PMP-AT-C-108** a seguir apresenta os detalhes construtivos das redes externas.

DES-PMP-AT-C-108 - REDES EXTERNAS - DETALHES CONSTRUTIVOS

3.1.7.12 Plano de Monitoramento e Controle Ambiental

O plano de monitoramento ambiental do aterro sanitário para as células de resíduos sólidos domiciliares e valas de resíduos sólidos de unidades de serviços de saúde, no que se refere à descrição do controle tecnológico contemplará as seguintes modalidades de controle: águas subterrâneas, águas superficiais, vetores, gases e monitoramento geotécnico, conforme apresentados a seguir.

Ressalta-se que o plano de monitoramento e controle ambiental faz parte da operação do aterro sanitário. Portanto, deverá ser discutido, adequado e/ou implementado pela PMP e/ou empresa terceirizada responsável pela operação.

✓ Águas Subterrâneas

Para garantir uma operação sanitariamente correta do aterro, em função de eventuais acidentes que venham a danificar algum dos sistemas de captação e tratamento dos efluentes líquidos percolados, ocasionando vazamentos ou mau funcionamento dos mesmos, se faz necessário à implantação de um eficiente sistema de monitoramento das coleções hídricas da área do aterro e de seu entorno, através da execução de poços.

Estes poços de monitoramento possibilitarão a rápida identificação de eventuais problemas, permitindo uma imediata ação reparadora.

Os poços serão construídos de acordo com a Norma NBR 13.895 Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem.

No presente caso, serão implantados 02 (dois) poços de monitoramento:

- PM1: localizado à jusante das células de resíduos sólidos domiciliares;
- PM2: localizado à jusante do sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados (Geotextil).

Os poços de monitoramento terão formato circular, com diâmetro de 0,20m, sendo construídos até atingirem o nível do lençol freático, desde que não ultrapasse profundidades maiores que 40,00m.

Análises Periódicas

Serão realizadas as coletas das amostras para análise de efluentes nos poços de monitoramento supracitados, além de amostras dos poços de acumulação (antes do efluente ser encaminhado para recirculação ou extravasado para o sistema de tratamento).

Os métodos de preservação de amostras e de análises dos parâmetros atenderão as prescrições do INEA.

As análises serão efetuadas trimestralmente em laboratório devidamente habilitado, a análise dos seguintes parâmetros: pH, cor aparente, turbidez, DQO, DBO, nitrogênio total, fósforo total, oxigênio dissolvido, NPM coliformes totais e coliformes fecais, sólidos totais,

fixos e voláteis, SST - Sólidos em Suspensão Totais, metais (zinco, chumbo, cádmio, níquel, ferro total, manganês total, cobre e cromo total), benzo (a) píreno e aldrin e dieldrin.

✓ **Águas Superficiais**

O controle tecnológico do aterro, no que se refere às coleções hídricas, será executado através das atividades abaixo elencadas.

As águas pluviais que precipitam diretamente sobre a área destinada ao aterro, podem ter os seguintes destinos:

- a) Aquelas que caem sobre a área da célula de resíduos sólidos que esteja em operação, serão captadas pelo sistema de drenagem de fundo (líquidos percolados) e vão ter ao poço de acumulação, para daí serem bombeadas para o sistema de tratamento;
- b) Aquelas que precipitem sobre as áreas das células ainda não utilizadas, serão encaminhadas diretamente à calha drenante externa ao aterro, uma vez que não terão qualquer contato com os resíduos sólidos, tratando-se portanto de águas pluviais;
- c) As que incidam sobre a superfície das células de resíduos sólidos já encerradas, terão como destino ou a rede de drenagem de fundo (no caso da parcela que percolar pelo interior da massa de resíduos sólidos aterrada), ou a calha drenante externa ao aterro (no caso das águas que escoam pela superfície das células encerradas em função das declividades).
- d) Os esgotos sanitários das instalações de apoio serão tratados no sistema fossa/filtro/sumidouro.

De acordo com as considerações supracitadas, não cabe aqui outro tipo de monitoramento específico, mas sim aquele que será determinado em função da eficiência do sistema de tratamento (ver item Controle da Geração e Qualidade dos Efluentes Líquidos Percolados).

✓ **Vetores**

A medida mais efetiva para se garantir um adequado controle de proliferação de vetores em um aterro sanitário é realizar o recobrimento diário dos resíduos sólidos dispostos, visando inibir a presença de urubus, moscas, ratos, baratas, além do cercamento de toda a área do aterro, para evitar a presença de animais domésticos, principalmente cães e porcos.

Assim, deverá ser observada permanentemente a qualidade de operação do aterro sanitário para, caso seja necessário, realizar programas de desratização, combate a urubus e outros procedimentos específicos para a eliminação de vetores transmissores de enfermidades.

✓ **Gases**

Como já citado anteriormente, a decomposição de matéria orgânica gera um gás rico em metano. Sabemos que a presença de metano no ar, na ordem de 5 a 15%, forma uma

mistura de gases explosiva que coloca em risco o aterro sanitário, a população da vizinhança do aterro e os operadores.

Visando o controle destes, o aterro sanitário contará com drenos verticais para coleta de gases, que será queimado para lançamento à atmosfera. Estes drenos deverão ser periodicamente verificados, quanto às condições de vazão e queima (ver item 3.8.6.3 – Controle de Geração de Gases).

✓ **Monitoramento Geotécnico**

O projeto propõe inicialmente um acompanhamento permanente da superfície e dos taludes do aterro sanitário, em nível de inspeções visuais, para a adoção das providências que se façam necessárias no caso de qualquer ocorrência significativa de movimento ou fendas na massa aterrada. Todavia, esta hipótese deverá ser submetida à avaliação do órgão de controle ambiental.

A título de subsidiar tal avaliação, apresentamos a seguir os procedimentos normalmente adotados (no todo ou em parte) em aterros de médio e grande porte, em função de suas características peculiares.

Assim, a instrumentação para monitoramento de um aterro sanitário consiste geralmente de marcos superficiais, medidores de recalque e piezômetros.

a) Marcos Superficiais

São instrumentos incorporados ao aterro, superficialmente, que tem como função servir como orientadores dos deslocamentos aos quais o aterro está sujeito.

São constituídos de uma base de concreto e de um pino de referência para as medições topográficas, além de receberem uma placa de identificação para um melhor acompanhamento e registro da movimentação deste local.

Devem ser distribuídos de forma a caracterizar linhas de estudo, com direções de deslocamento esperadas, para possibilitar um monitoramento da evolução da movimentação do aterro e, portanto nortear as ações preventivas que se façam necessárias para se manter o controle do maciço.

Para efetuar este monitoramento são implantados, fora da área do aterro, marcos fixos, irremovíveis, de referência de nível e de posição relativa. Baseado nestes, serão observados por levantamento topográfico, os deslocamentos verticais e horizontais de marcos superficiais a serem instalados no aterro durante a fase de operação.

Com base nas leituras de coordenadas e cotas dos marcos superficiais, executadas segundo a periodicidade indicada no programa de monitoramento, são calculados os deslocamentos horizontal e vertical de cada um deles, bem como as velocidades de deslocamento horizontal, parâmetro eleito, de forma preliminar, para avaliação da situação atual de estabilidade e de definição dos níveis de decisão das ações preventivas, no caso destas serem necessárias.

A análise dos deslocamentos verticais é feita com base em planilhas e gráficos, analisando-se os seguintes parâmetros: recalque parcial e velocidade vertical.

A análise dos deslocamentos horizontais contempla os seguintes parâmetros: deslocamento acumulado, deslocamento parcial e velocidade de deslocamento.

Todos estes parâmetros de deslocamento vertical e horizontal são expostos em gráfico de maneira a permitir uma visualização rápida do comportamento do aterro em termos de deslocamento, possibilitando com maior rapidez a detecção de algum fato anormal que possa comprometer a estabilidade do aterro e desta forma permitir que se atue no sentido de prevenção contra estas possíveis anormalidades.

b) Medidores de Recalque

Os medidores de recalque são instrumentos instalados no interior das células de resíduos sólidos, com alteamento de sua haste, conforme a evolução do aterro.

Para o monitoramento dos seus deslocamentos são utilizados os mesmos critérios adotados para o monitoramento dos marcos superficiais.

Estes medidores fornecem informações sobre a movimentação dos resíduos sólidos no interior do maciço, dados estes que possibilitarão avaliações sobre a compressibilidade dos resíduos e, portanto, da conformação dos taludes das células.

c) Piezômetros

Para a garantia de estabilidade de um aterro é de fundamental importância que não existam pressões neutras de grande magnitude, pois elas diminuem as tensões efetivas e favorecem os mecanismos de escorregamento.

Portanto é vital que as condições de pressão sejam monitoradas no interior da massa dos resíduos sólidos depositados.

Com um monitoramento constante pode-se perceber com razoável antecedência qualquer acréscimo de pressão neutra e agir, preventivamente, no sentido de diminuir tal pressão.

Para que se possa obter uma análise mais detalhada e real possível, estes piezômetros são instalados de forma a caracterizar linhas de estudo, associando-se estas linhas as linhas formadas pelos marcos superficiais, fazendo com que, em conjunto, estas linhas possibilitem uma visão global sobre a movimentação do maciço e suas possíveis causas.

Para se conhecer o nível piezométrico dos líquidos percolados no aterro são geralmente implantados piezômetros com uma e duas câmaras ("tipo 2").

Cabe também ressaltar, que estes instrumentos permitem também a medição de pressões de gases atuantes no interior do maciço. De posse destes dados são feitas análises freqüentes da influência das cargas piezométricas e pressões de gases no comportamento da estabilidade do maciço.

Na impossibilidade de se instalar qualquer um destes dois tipos de piezômetros por problemas de profundidade mínima, são instalados piezômetros tipo "casa-grande", para que se possam obter os níveis piezométricos destes locais.

Objetivando uma melhor visualização do comportamento do nível piezométrico no interior do aterro, são elaborados gráficos e planilhas com as leituras realizadas periodicamente.

Com base nestas medições são feitas análises de estabilidade do aterro, assim como extrapolações de valores de níveis piezométricos, para se avaliar o comportamento dos fatores de segurança da estabilidade, com o aumento das cargas piezométricas.

Os desenhos **DES-PMP-AT-C-109** e **DES-PMP-AT-C-110** a seguir apresentam, respectivamente, os detalhes construtivos dos poços de monitoramento para água subterrânea, com sua localização sendo apresentada no desenho **DES-PMP-AT-A-104** e os detalhes construtivos do piezômetro.



**DES-PMP-AT-C-109 - POÇO DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS -
DETALHE CONSTRUTIVO**



DES-PMP-AT-C-110 - PIEZÔMETRO - DETALHE CONSTRUTIVO

3.1.1.13 Medidas para a Redução dos Impactos Ambientais

As intervenções decorrentes da implantação e operação de um aterro sanitário geram uma série de alterações ambientais causadoras de fenômenos ou impactos ambientais negativos, que se manifestam nos diferentes meios físico, biótico e antrópico.

Os atributos relacionados aos impactos negativos gerados, em parte, são passíveis de serem modificados através da implementação e desenvolvimento de programas ambientais.

No caso de não haver maneira de anular ou mitigar o impacto, sugere-se a aplicação de medidas compensatórias que de alguma forma reparem o efeito do impacto ao ambiente.

O presente item tem como objetivo identificar de forma sucinta os impactos negativos passíveis de serem gerados durante a operação do aterro, bem como, indicar medidas para anular, minimizar ou compensar o efeito produzido (ver Quadro 19 a seguir).

Quadro 19 - Impactos Ambientais e Medidas Propostas

Impactos Gerados Sobre o Meio Físico	
Impactos Negativos	Medida Proposta
Varição da qualidade do ar decorrente da geração de particulado e fumaça	Aspersão de água nas vias de serviço, diminuindo a geração de poeira e, cobertura do lixo exposto, como forma de evitar focos de fogo. Construir lavadores de pneus na área do empreendimento, de modo a não sujar as vias públicas por onde transitarão os caminhões. Cobrir e umedecer cargas como areia, brita e terra.
Varição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas do entorno, provocada por percolação de chorume, óleos, graxas e esgotos sanitários Contaminação do solo por chorume e óleos e graxas	Implantação de Sistema de Tratamento, com capacidade para processar as vazões de chorume, com eficiência para garantir a qualidade do efluente final. Caixa separadora de óleo, para evitar a contaminação por óleos e graxas, decorrentes da lavagem e manutenção de veículos, máquinas e equipamentos. Impermeabilização da área do aterro, para impedir a percolação do chorume
Varição dos níveis de ruído	Observar as condições dos veículos contratados, no que diz respeito à manutenção dos motores, pneus, etc.

Impactos Gerados Sobre o Meio Biótico	
Impactos Negativos	Medida Proposta
Varição da diversidade e abundância de espécies da flora, principalmente, próximo aos corpos d'água, onde a vegetação é mais densa	Manutenção da vegetação mais densa, próximo aos corpos d'água, com o replantio de espécies nativas, de modo a formar áreas de reserva florestal no entorno do aterro. Limpeza do lixo leve, que por ventura o vento possa carrear para as áreas vegetadas.
Varição da diversidade e abundância de espécies da fauna, decorrente da perda de habitat's atuais e da criação de novos habitat's, como por exemplo, criadouros de vetores.	Criação das áreas de reserva, acima mencionadas. Cobertura diária do lixo exposto, eliminando o alimento que atrai urubus, roedores e insetos.
Impactos Gerados Sobre o Meio Antrópico	
Impactos Negativos	Medida Proposta
Riscos de acidentes aéreos pela presença excessiva de aves	Cobertura do lixo exposto, eliminado o alimento que atrai as aves
Riscos de acidentes provocados por incêndios	Cobertura do lixo exposto, eliminando os possíveis focos de fogo.
Riscos de acidentes de trânsito	Coibir o excesso de velocidade no acesso ao aterro. Manter as vias de acesso sempre em boas condições de trafegabilidade. Exigir das empresas de coleta o respeito aos limites de carga.
Incômodo à população do entorno	Todas as medidas propostas

3.1.7.14 Controles Gerenciais

Durante a fase de operação do aterro sanitário se faz necessário a implementação de controles gerenciais, visando à otimização dos serviços.

Em função das peculiaridades que serão registradas na operação do aterro sanitário serão implantados controles administrativos e operacionais.

Na área administrativa, está previsto a elaboração de controles para mão de obra e materiais de consumo. Na área operacional, os controles serão implantados para as questões referentes a: entrada e saída de veículos do aterro, qualidade e quantidade de resíduos sólidos descarregados, tratamento de efluentes, avanço do aterro, monitoramento topográfico, geotécnico, ambiental e vigilância.

✓ **Controles Gerenciais Administrativos**

• **Mão de Obra**

O controle de frequência e tempo trabalhado por cada funcionário será efetuado por meio de cartão de ponto, a ser marcado mecanicamente pelo próprio funcionário, na entrada e saída da sua jornada de trabalho.

O encarregado administrativo efetuará, diariamente, a conferência de cada cartão de ponto, comunicando ao encarregado de operação, sobre qualquer irregularidade encontrada.

• **Materiais**

Todos os materiais administrativos e operacionais que deverão ser adquiridos terão controle das quantidades solicitadas, quantidades consumidas e tempo de consumo.

As aquisições serão, sempre que possível, efetuadas mediante programação previamente elaborada, principalmente os materiais operacionais, tais como: combustíveis; lubrificantes; peças de reposição; rachão; brita corrida e outros materiais, que tem o consumo determinado com base no projeto executivo.

O instrumento que será utilizado no controle dos materiais se constitui no programa de controle de estoques, com “ponto de ressuprimento” para cada tipo de material.

✓ **Controles Gerenciais Operacionais**

Para a área operacional, estão previstos vários controles gerenciais face à diversidade de atividades que serão executadas no aterro sanitário. Desse modo, os controles serão elaborados com frequência diária e semanal. Os controles diários se referem ao movimento de entrada de veículos transportadores de resíduos sólidos, quantidade e qualidade de resíduos descarregados, eficiência do tratamento de efluentes e avanço do aterro.

Com relação ao controle de entrada de veículos transportadores de resíduos sólidos e da qualidade e quantidade de resíduos descarregados no aterro, este será efetuado na balança, registrando-se para cada veículo, as seguintes informações: origem e placa do veículo, data da ocorrência, tipologia dos resíduos sólidos, tipo de veículo, hora de entrada, local indicado para a descarga (frente de serviço), peso bruto do veículo carregado, peso bruto do veículo vazio, peso líquido da carga e hora da saída.

Ao final do dia, o sistema de pesagem emitirá um relatório constando o total de resíduos sólidos descarregados no aterro, por origem, por tipo de veículo e por tipo de resíduo.

Vale registrar que na guarita, o controlador de pesagem fará o reconhecimento prévio do tipo de resíduos sólidos que está sendo transportado, só deixando ingressar no aterro sanitário aqueles autorizados direção.

Com relação ao avanço do aterro haverá um controle diário, denominado de de Manchas de Preenchimento das Células, a ser preenchido diariamente pelo encarregado da operação (ver quadro 20 a seguir).

Com os dados registrados diariamente, o gerente do aterro emitirá, também diariamente, um relatório para a fiscalização, prestando as seguintes informações: quantidade de mão de obra em serviço, quantidade de mão de obra ausente, quantidade de equipamentos em operação por tipo e por quantidade de horas trabalhadas, quantidade de resíduos sólidos descarregados por tipo de resíduo, por origem e por tipo de veículo, quantidade de material de cobertura consumido, quantidade de material de construção consumido, extensão da área aterrada bem como a camada e célula em operação.

Além dos controles mencionados, será realizado o controle sobre o sistema de tratamento de efluentes líquidos, que consistirá na retirada de amostra do efluente, antes e após a passagem pelo sistema de tratamento. O registro dos resultados será efetuado em modelo padrão, sendo arquivado na Gerência do Aterro, para as consultas que se fizerem necessárias.

Além das atividades específicas de controles supracitados serão implementados sistemas que terão o objetivo de controlar e disciplinar as atividades na área interna do aterro sanitário. Estes sistemas compõem-se de:

- **Vigilância**

Será de 24 horas por dia, de domingo a domingo, para prestar segurança patrimonial e impedir a entrada no aterro de pessoas e/ou veículos não autorizados.

- **Comunicação Interna e Comunicação Visual**

Será implantado no aterro um sistema de comunicação com rádio transmissor receptor, com 03 (três) unidades, distribuídas para: gerente do aterro, encarregado de operação e encarregado administrativo.

A comunicação visual a ser utilizada em toda área do aterro sanitário será composta por elementos gráficos, de cor e forma, que implicam a função propriamente dita do objeto e o objetivo para o qual será especificamente designado, tais como: maquinário, áreas específicas, veículos e uniformes do pessoal operacional.

Esses elementos se manifestam visualmente comunicativos, podendo ser identificados como mobiliário do aterro, e têm sua importância em função de sua localização estratégica.

QUADRO 20 - QUADRO DE MANCHAS DE PREENCHIMENTO

O projeto indica dois elementos gráficos que deverão estar sempre presentes nas áreas do aterro (administrativa, operacional e de manutenção) que são: as placas que terão a função de informar, advertir e normatizar e os cartazes que terão a função de advertir e educar.

Para a confecção de tais elementos foi utilizado o sistema de comunicação visual pela cor, segundo as teorias de Goethe e Faber Birren, em que através da cor se manifestam informações intrinsecamente ligadas às reações dos funcionários.

No presente caso, esta teoria será de fundamental importância para a confecção dos elementos de comunicação visual, elementos estes que terão as seguintes funções:

- Orientação de tráfego de veículos e pedestres, acessos e direções;
- Localização das unidades edificadas;
- Sistemas de segurança patrimonial e contra incêndio;
- Enfermaria e/ou ambulatório;
- Localização das frentes de serviço;
- Informação e educação.

Para representar os elementos de comunicação visual serão utilizadas placas em forma de retângulos, losangos e círculos que serão fabricadas em chapa metálica, tendo o objetivo de informar, advertir e normatizar (proibir).

Para as placas de informação de caráter de orientação e destino será adotado o formato retangular, com o fundo na cor verde musgo cobrindo toda superfície da mesma, uma faixa de 5cm de largura na cor branca que delimitará o perímetro e letras com altura de 15cm na cor branca. Para as placas de localização, que também terão formato retangular, estas terão fundo em cor azul, uma faixa de 5cm de largura na cor branca que delimitará o perímetro e letras com altura de 15cm na cor branca. Já as placas de educação serão do mesmo padrão da anterior, porém com fundo na cor branca e letras pretas.

Para as placas de advertência serão utilizadas placas em forma de losango, com fundo na cor amarela cobrindo toda a superfície da mesma, uma faixa de 5cm de largura na cor preta que delimitará o perímetro e símbolos gráficos padronizados pelo código de trânsito brasileiro, na cor preta que irão advertir sobre o obstáculo que se deseja chamar à atenção.

Para as placas de normatização ou proibição, será adotado o formato circular ou triangular com o fundo na cor branca cobrindo toda a superfície, uma faixa de 5cm de largura na cor vermelha que delimitará o perímetro e símbolos gráficos padronizados pelo código de trânsito brasileiro, na cor vermelha ou preta que emitirão a mensagem desejada. Poderá ser usado ainda o formato octogonal.

Para os cartazes que terão a função de advertir e educar será utilizado o formato retangular, mais encontrado no mercado.

Os cartazes serão de material plástico auto-adesivo e serão utilizados nas áreas internas das edificações, com mensagens para fixar o padrão comportamental desejado, sobre

temas como segurança do trabalho, qualidade de vida, saúde e higiene e limpeza do local de trabalho.

Além dos elementos especificados será mantido um quadro de avisos em cada unidade edificada do aterro, onde serão afixados avisos de interesse dos funcionários e outras mensagens, inclusive para os visitantes do aterro.

3.1.7.15 Plano de Controle Emergencial

O aterro sanitário, como todo e qualquer empreendimento que necessita funcionar sem interrupções, deverá ter um plano de emergência para evitar paralisações não programadas.

Dentre os motivos que poderão ocasionar paralisações não programadas foram considerados:

- Paralisação da mão de obra (greve);
- Paralisação do sistema de transporte coletivo;
- Paralisação dos equipamentos em função de problemas mecânicos.

Para suprir o aterro com mão de obra necessária à correta manutenção da operação, a direção deverá manter arquivo atualizado de candidatos a funcionários, que possam ser contratados em regime de emergência. Além disso, manterá contrato com empresas especializadas em locação de mão de obra, que possam substituir, em caráter emergencial, qualquer necessidade de mão de obra.

Para evitar que uma eventual paralisação de transporte coletivo possa provocar problemas operacionais, gerência terá como plano de emergência, um ponto de encontro para onde todos os funcionários deverão se dirigir e deslocará veículos de transporte, tipo kombi, que serão locadas, sempre que necessário, para efetuar o transporte dos funcionários dos pontos de encontro determinados, de forma a garantir a continuidade da operação.

Com relação à paralisação dos equipamentos o plano de emergência prevê a locação, também, junto a empresas especializadas de equipamentos. Para tanto a gerência manterá o cadastro de empresas especializadas em locação de equipamentos de terraplenagem.

3.1.7.16 Avaliação das Vazões de Nascente

De um modo geral, as nascentes serão drenadas por drenos sub-superficiais e será implantada a lagoa de sedimentação, a jusante da área do aterro, não ocorrerá assoreamento.

A nascente localizada na cota 40,00m ao norte do terreno será drenada por drenos sub-superficiais e coberta pelos elementos de impermeabilização do aterro.

O platô em aterro onde serão implantadas as unidades do CTDR se estendera sobre a nascente existente na cota 40,00m próxima a linha de alta tensão, que será drenada por dreno sub-superficial e coberta pelo aterro de solo.

3.1.7.17 Análise de Estabilidade e dos Recalques do Maciço

Inicialmente se procederá a descrição dos critérios de norteamiento, parâmetros geotécnicos e métodos e análises adotados no cálculo de estabilidade dos taludes aterrados.

- **Cálculo da Estabilidade**

Para o cálculo da estabilidade de taludes será utilizado o método do equilíbrio limite, Bishop Simplificado.

Com base na indicação bibliográfica, procurou-se no estudo de estabilidade discretizar zonas distintas de densidade de resíduos sólidos aterrados, conforme apresentado no quadro 21 a seguir.

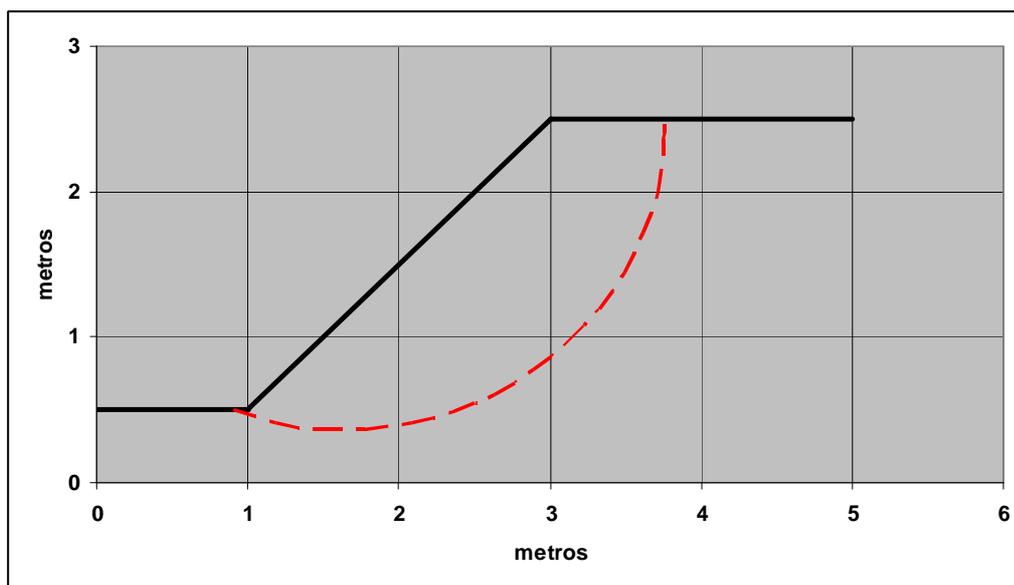
Quadro 21 - Estimativa dos Parâmetros Geomecânicos para o Maciço de Aterro de Resíduos Sólidos Domiciliares

Parâmetro	Unidade	Valor	Referência
Peso específico seco	kN/m ³	5,00	Kavazanjian et al (1995), Wiemer (1982) e Fasset et al (1994)
Peso específico natural	kN/m ³	8,00	Kavazanjian et al (1995), Wiemer (1982) e Fasset et al (1994)
Peso específico saturado	kN/m ³	11,00	Kavazanjian et al (1995), Wiemer (1982) e Fasset et al (1994)
Intercepto de coesão	kPa	10,00	Van Impe (1998)
Ângulo de atrito interno	Graus	25,00	Van Impe (1998)

- **Avaliação da Estabilidade**

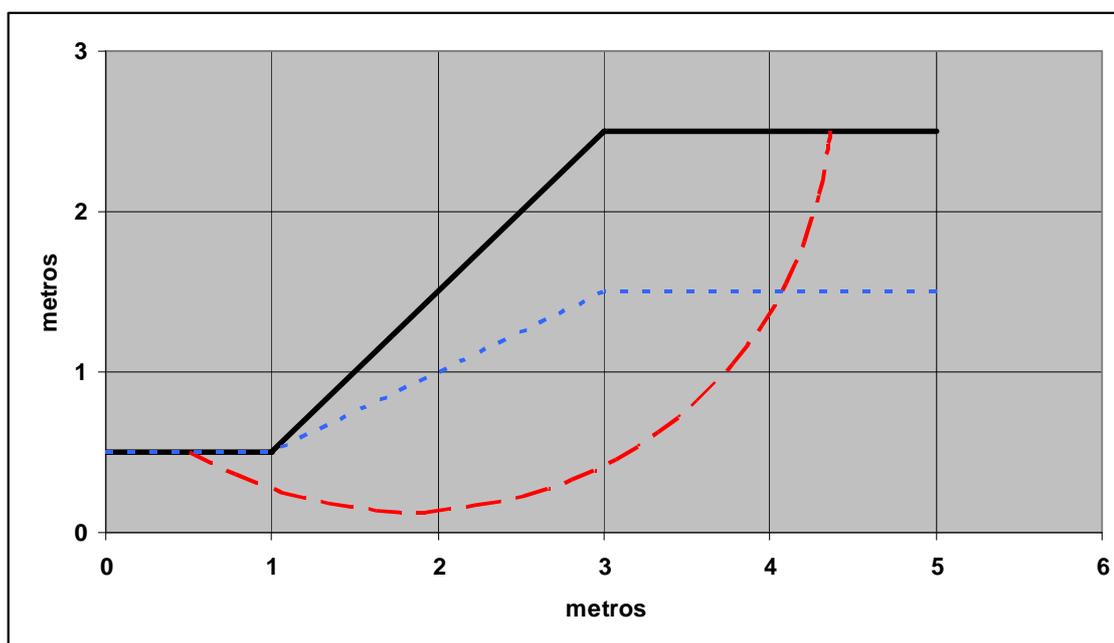
Foram realizadas análises admitindo um talude típico com altura de 2.00metros e 45 graus de inclinação, conforme observado no campo. Inicialmente, foi realizada uma análise admitindo um talude com sistema de drenagem interna eficiente, talude seco. Em seguida, foi feita uma nova análise, considerando um talude com presença de um fluxo de água na base do aterro.

A figura 01 a seguir apresenta a geometria do talude analisado e a superfície de ruptura crítica. A superfície crítica foi calculada a partir de 1000 superfícies geradas entre os pontos 0.5 e 1.5 na base e 2.5 e 4.0 no topo do talude. Tendo em vista os elevados valores de coesão desenvolvidos em taludes de aterro de resíduos domésticos em baixas alturas, a superfície de ruptura final tem um aspecto mais profundo. O fator de segurança obtido nesta análise foi de 4.753, bem superior ao valor de 1.5, geralmente utilizado na prática.



**Figura 01 – Geometria do Talude Padrão Analisado e Superfície de Ruptura Crítica Calculada pelo Método de Bishop
FS = 4.753.**

A figura 02 apresenta a geometria do talude analisado, superfície freática estimada e a superfície de ruptura crítica calculada. A superfície crítica foi calculada a partir de 1000 superfícies geradas entre os pontos 0.5 e 1.5 na base e 2.5 e 4.5 no topo do talude. Tendo em vista os elevados valores de coesão desenvolvidos em taludes de aterro de resíduos domésticos em baixas alturas acrescidas ao fator condicionado pela superfície freática, a superfície de ruptura final tem um aspecto bem mais profundo. O fator de segurança obtido nesta análise foi de 3.919, bem superior ao valor de 1.5, geralmente utilizado na prática.



**Figura 02 – Geometria do Talude Padrão Analisado, Superfície Freática e Superfície de Ruptura Crítica Calculada pelo Método de Bishop
FS = 3.919.**

• Conclusões e Recomendações

Os taludes do maciço de aterro não irão apresentar problemas geotécnicos de recalques acentuados, rupturas rasas, rupturas profundas, trincas de tração ou erosão.

Foram realizadas análises de estabilidade dos taludes de aterro considerando duas condições: maciço drenado e maciço com fluxo d'água no contato com o solo natural.

Em ambos os casos, o fator de segurança foi bem superior a 1.5, valor normalmente utilizado em situações semelhantes.

Não há risco de rupturas graves nos taludes deste aterro.

3.1.7.18 Seqüência de Implantação (Manual de Operação) do Aterro Sanitário

A seqüência de implantação do aterro sanitário prevê a execução de células de resíduos sólidos domiciliares e vala de resíduos sólidos de serviços de saúde, além de área para o armazenamento temporário de resíduos sólidos públicos (setores de varrição, poda/capina e entulho).

Assim durante o horizonte do projeto, incluindo construção, sendo a operação efetuada pela PMP, ter-se-á disposição adequada de resíduos sólidos por tipologia, garantindo o controle ambiental da operação.

✓ Plano de Disposição de Resíduos Sólidos (Manual de Operação)

O plano de disposição dos resíduos sólidos para o aterro sanitário tem por objetivo apresentar os procedimentos necessários para a implantação, operação e manutenção do sistema proposto, considerando suas diversas fases, de forma que os princípios básicos da concepção do aterro sejam preservados tais como projetados.

Contempla a descrição do funcionamento do aterro, controles da entrada de veículos e da quantidade de resíduos sólidos, descrição das metodologias de operação para transporte, descarregamento, espalhamento, compactação e recobrimento dos resíduos e utilização de equipamentos.

• Horário de Funcionamento do Aterro

O aterro irá operar durante 16 horas, em dois turnos de 08 horas de trabalho e um terceiro turno noturno onde só haverá a rotina de vigilância noturna no aterro, todos os dias da semana, à exceção dos domingos, utilizando recursos humanos e materiais compatíveis para cada um dos turnos previstos de trabalho.

• Controles da Quantidade de Resíduos Sólidos e Entrada de Veículos

O controle de entrada de veículos consistirá na inspeção para verificação da origem do veículo e tipo de resíduos sólidos transportados.

Para se efetuar o controle da quantidade de resíduos sólidos dispostos no aterro sanitário, os veículos ao ingressarem no aterro irão diretamente à cabine junto à balança rodoviária, onde o sistema automático de pesagem registrará todas as informações referentes às características do veículo e da carga.

Neste local, o motorista do veículo será informado, em função do tipo e da origem dos resíduos sólidos transportados, para que local deverá dirigir-se, ou seja, célula, lote e nível do aterro.

Novos registros serão efetuados no controle da balança, quando do retorno do veículo da frente de serviço.

Estas atividades serão de responsabilidade do vigilante e do controlador de pesagem.

- **Operação de Transporte na Área Interna do Aterro**

Após autorização do controlador de pesagem, o motorista seguirá as placas de sinalização (ver figura 03 a seguir) que serão afixadas ao longo das vias internas de tráfego, até a frente de serviço designada para efetuar a descarga dos resíduos sólidos, segundo sua tipologia.

INSERIR FIGURA 03 - SISTEMA DE SINALIZAÇÃO

No que se refere ao transporte de material de recobrimento, este será efetuado exclusivamente por caminhões basculantes. A origem deste material será a jazida de empréstimo, sendo que o destino será a frente de serviço, no caso do recobrimento imediato da massa de resíduos sólidos disposta ou a área de estocagem de material, podendo ser aproveitado ainda para o recobrimento dos taludes que porventura necessitarem de material adicional. Em ambos os casos os locais de destino estarão devidamente indicados por placas informativas.

Ressalta-se que a operação de transporte seguirá a orientação do encarregado de operações, sendo a velocidade máxima permitida para o tráfego de 20km/h.

• **Descarregamento dos Resíduos Sólidos**

A atividade referente à descarga dos resíduos ocorrerá em frentes de serviços individuais a cada célula, com dimensões de 20,00m x 10,00m para as células de resíduos sólidos domiciliares, valas de RSSS e públicos.

Estas frentes de serviço serão construídas com a utilização de materiais reutilizáveis provenientes de pedreiras próximas ao aterro e/ou entulho de demolição de obras ou ainda o material proveniente da unidade de beneficiamento de entulho.

A orientação de descarga nas frentes de serviço ficará a cargo do manobreiro, que indicará as áreas para a disposição. A descarga dos veículos ocorrerá sempre na parte inferior das camadas que, constituirão as células do aterro, desde a base da célula até a camada final.

• **Espalhamento e Compactação dos Resíduos Sólidos**

As operações de espalhamento e compactação dos resíduos sólidos serão as mesmas para todas as camadas, em todas as células, com a utilização de trator de esteiras executando a operação de espalhamento e compactação dos resíduos no sentido de baixo para cima, trabalhando com espessura máxima de 0,50m de resíduos sólidos, formando rampa ascendente, com inclinação de 1:1,5 (V:H).

O espalhamento dos resíduos sólidos será efetuado priorizando-se a progressão vertical, até atingir a altura de 5,00metros, definida para cada uma das camadas.

Para que ocorra uma boa compactação da massa de resíduos sólidos, o trator deverá passar sobre a mesma trilha pelo menos três vezes, para que seja garantido um elevado índice de compactação.

• **Recobrimento dos Resíduos Sólidos**

Segundo o projeto vertical concebido para o arranjo geral proposto, o movimento de terra com as compensações de cortes e aterros necessários para a implantação infra-estrutura de base das células, dos diques, dos acessos internos e dos platôs das demais unidades componentes da central, resulta em um volume total de escavação de 55.366,61m³.

Deste volume total, 40% do material utilizado é de boa qualidade, resultando em um volume de 22.164,46m³.

Como o material necessário para o recobrimento diário dos resíduos sólidos dispostos, representa, durante o horizonte de projeto, um volume de 1.377.433,48m³ e para a execução do projeto será efetuado um corte para a base da célula de 1.145.251,83 conclui-se que haverá necessidade de se recorrer à extração de argila na jazida lateral ao aterro, representando um volume de empréstimo de 210.017,19m³.

Recomenda-se a implantação de uma área de disposição temporária de material de recobrimento diária, que será utilizada ao longo do dia. Assim, a estocagem de material de cobertura será efetuada sempre paralelamente à operação, agilizando os serviços diários.

Ressalta-se que o material necessário à implantação da infra-estrutura de base do aterro será obtido junto à jazida localizada na área do aterro sanitário.

Vale salientar que a descarga do material de recobrimento será efetuada sobre a superfície superior da camada de resíduos sólidos, com o trator de esteiras, efetuando operação similar ao espalhamento dos resíduos sólidos. A operação de recobrimento dos taludes será complementada, após encerramento da célula, com a compactação do solo depositado e aplicação de grama em placas.

• **Utilização dos Equipamentos**

Para a implantação do Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos serão utilizados os seguintes equipamentos: escavadeira hidráulica, retro escavadeira, trator de esteiras, carregadeira de pneus, rolo compactador tipo pé de carneiro e caminhão basculante.

Já para a operação, deverão ser utilizados os seguintes equipamentos: trator de esteiras, retro escavadeira hidráulica e caminhão basculante e balança rodoviária.

A Figura 04 a seguir apresenta os detalhes da operação do aterro sanitário (cortes típicos) da célula de resíduos sólidos domiciliares.

FIGURA 04 - DETALHE DA OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO (CÉLULA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES) - CORTE TÍPICO

• **Controle de Preenchimento das Células**

A operação do aterro sanitário necessita de acompanhamento rotineiro e sistemático para que seja possível aferir alguns parâmetros utilizados no projeto, como por exemplo, o peso específico dos resíduos sólidos compactados e a velocidade de avanço horizontal e vertical que terá o aterro.

Para tanto será efetuado o controle do preenchimento das células e do avanço do aterro, através da elaboração do quadro denominado Mancha de Preenchimento das Células do Aterro, contendo todas as divisões e quantidades de camadas previstas para cada célula. Será preenchido diariamente pelo encarregado de operação, sob a responsabilidade do gerente do aterro.

O encarregado de operação irá pintar a quadrícula referente à linha da camada que estiver sendo aterrada, assinalando data e hora do preenchimento.

Caso em um mesmo dia ocorra a mudança de descarga de uma frente de serviço, o encarregado lançará nas quadrículas correspondentes a hora da ocorrência, marcando dessa forma, o término em uma área e o início em outra.

Como o controle do sistema de pesagem terá as anotações referentes à data, hora, peso e local de descarga, a consulta a este controle fornecerá a quantidade exata de resíduos sólidos disposto em uma determinada frente de serviço.

O controle do preenchimento das células, tal como concebido, sendo analisado em conjunto com o plano de disposição de resíduos sólidos, fornecerá claramente a informação sobre o avanço do aterro.

O controle do avanço do aterro irá manter os manobreiros e operadores dos equipamentos sempre atentos a todos os procedimentos de descarga, espalhamento, compactação e recobrimento dos resíduos sólidos. Para tanto serão utilizadas ainda marcas referenciais, compostas de estacas com 2,50 m de altura, com bandeirolas vermelhas na extremidade que marcarão os pontos de avanço máximo diário, da camada que estiver sendo trabalhada.

O encarregado de operação, diariamente na parte da manhã, até às 08:00 hs, deverá fincar 4 (quatro) estacas que indicarão a meta do dia, sendo que duas estacas assinalarão o limite referente à crista do talude, e outras duas o limite do pé do talude.

Após o preenchimento da célula, esta deverá ser assinalada no arranjo geral do aterro, através da caracterização de célula encerrada.

- **Metodologia de Disposição de Resíduos Sólidos em Épocas de Chuvas Intensas**

Conforme dados pluviométricos disponíveis, o Município de Paracambi apresenta como meses mais chuvosos o período de outubro a março, quando a altura das chuvas pode alcançar índices iguais ou superiores a dez vezes aqueles verificados na estação de estiagem. Tais chuvas são ocasionadas pela aproximação do litoral da massa de ar continental, que provoca chuvas locais muito intensas, verdadeiros aguaceiros.

Tal condição climatológica representa dificuldade para a operação do aterro sanitário no período chuvoso ou de chuvas prolongadas. Dentre os problemas podem ser citados: dificuldade de manter o recobrimento da massa de resíduos sólidos dispostos e dificuldade de manutenção dos acessos às frentes de serviço.

Para a operação do aterro os períodos de chuva prolongados são mais prejudiciais do que os períodos de chuvas intensas, posto que normalmente estes se caracterizam por apresentarem elevados índices pluviométricos em períodos curtos de tempo, enquanto que os períodos de chuva prolongados se caracterizam por vários dias chuvosos com índice pluviométrico dentro da média, fato este que contribui para a saturação do terreno natural e da massa de resíduos sólidos disposta, provocando maximização da geração de efluentes líquidos e impedindo a execução das atividades programadas de corte, carga e transporte de material de recobrimento.

Em função das características pluviométricas registradas no Município de Paracambi e da necessidade de manter o aterro em ótimas condições de funcionamento durante todos os dias do ano, independentemente da condição climática verificada, foi desenvolvido um plano de trabalho que permite o funcionamento do aterro, sem problemas operacionais, mesmo quando da ocorrência de períodos de chuvas intensas ou prolongadas, garantindo a operação com boas condições sanitárias e ambientais.

Para que seja possível efetuar a disposição dos resíduos sólidos durante épocas chuvosas, sem que ocorram problemas de tráfego dos veículos nas frentes de serviço, será adotado como estratégia a manutenção de praças de descarga permanentemente preparadas, situadas ao longo das vias de serviço, denominadas frentes de serviços e que só poderão ser utilizadas nos períodos de chuvas prolongadas.

O método de trabalho para épocas de chuvas prolongadas consistirá em trabalhar em uma única frente de serviço efetuando-se a descarga dos veículos a partir das praças de descarga.

Outro problema que, normalmente, ocorre no aterro sanitário quando da ocorrência de períodos de chuvas prolongadas ou intensas se refere à manutenção do recobrimento da massa de resíduos sólidos dispostos. Para minimizar este problema esta massa de resíduos sólidos dispostos deverá ser coberta com lençol de plástico.

Com estes procedimentos será possível manter o local sem atrativos para a aproximação de aves de rapina, além de impedir a maximização da geração de efluentes líquidos percolados.

Apresenta-se nos quadros 22 a 25 a seguir os formulários inerentes ao plano de operação do CTDR Paracambi Consorciado – Aterro Sanitário.

INSERIR QUADROS 22 a 25 - FORMULÁRIOS INERENTES AO PLANO DE OPERAÇÃO DO CTRD PARACAMBI CONSORCIADO – ATERRO SANITÁRIO.

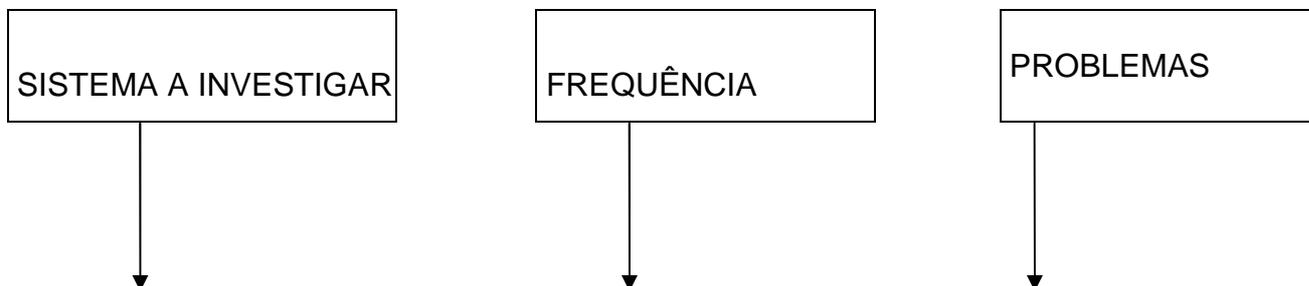
3.1.7.19 Plano de Manutenção dos Sistemas Implantados

Todo e qualquer aterro sanitário, em função das características operacionais, inerentes ao tipo de trabalho que é desenvolvido, para que seja mantido permanentemente em boas condições, requer a execução rotineira e sistemática de serviços de manutenção de seus sistemas viário, de drenagem e de tratamento dos efluentes líquidos e gasosos, das superfícies aterradas, e em especial dos taludes e do sistema de drenagem de águas pluviais dos dispositivos previstos para promover a descida d'água sobre a superfície dos taludes. Para tanto se elaborou um plano de manutenção e conservação baseado em dois procedimentos básicos apresentados a seguir.

✓ Instituição de Rotinas de Inspeção

Rotinas definidas para cada sistema do aterro, com uma periodicidade específica para cada um dos itens do sistema a serem analisados em campo para busca de eventuais problemas, visando dar subsídios para a correção dos mesmos. Estas rotinas apresentadas a seguir, tem frequências designadas para os potenciais problemas a serem investigados em cada sistema (segundo orientação de TCHOBANOGLOS, THEISEN E VIGIL, no trabalho *"Integrated Solid Waste Management"*)

PLANO DE ROTINAS DE INSPEÇÃO



SISTEMA A INVESTIGAR	FREQUÊNCIA	PROBLEMAS
Cobertura final	Uma vez ao mês e após chuva torrencial	Erosão e escorregamentos
Cobertura vegetal	Uma vez ao mês	Plantas mortas
Declividade	Uma vez ao mês	Pontos de acúmulo de água
Drenagem superficial	Uma vez ao mês e após chuva torrencial	Acúmulo de detritos; tubulações quebradas, declividade inadequada
Drenagem de gás	Diária	Odores, tubulações quebradas, drenos apagados
Tratamento de percolado	De acordo com o plano de monitoramento ambiental	Ineficiência no sistema, bombas inoperantes, tubulações obstruídas

✓ **Adoção de Medidas Corretivas**

São procedimentos de manutenção materializados em ações que devem ser executadas em cada sistema de modo a obter-se a eliminação dos problemas detectados na rotina de inspeção.

Com base nos subitens supracitados será elaborado um plano de manutenção com o objetivo de listar e descrever os procedimentos imprescindíveis à regularização das condições operacionais normais do aterro. Assim têm-se os seguintes serviços de manutenção rotineiros da operação:

- Manutenção do sistema viário: visará principalmente manter as características originais de largura, declividade, pavimentação e drenagem das vias propostas, constando basicamente da regularização da superfície de rolamento, de forma a impedir o surgimento de depressões que prejudiquem a trafegabilidade dos veículos. Este serviço será executado com o auxílio de trator de esteiras ou motoniveladora e rolo compactador e terá como objetivo, reconstruir a espessura de 0,40 m fixada para o revestimento de todas as vias internas. Caso seja necessário, em função do estado de conservação das vias, poderá ser aplicado material para reconstituição da espessura original. Este tipo de serviço terá frequência maior quando a ocorrência de chuvas prolongadas. Faz-se necessário ainda que as canalizações de drenagem das vias sejam constantemente verificadas (de acordo com rotinas de inspeção predefinidas). Atenção especial deverá ser dada a manutenção dos sistemas de drenagem das vias de acesso. Os bueiros e/ou canaletas devem ser constantemente desobstruídos a fim de manter os acessos em condições adequadas de circulação e trabalho, preservando. Esta manutenção será realizada uma vez por semana, ao longo dos acessos, a fim de detectar a ocorrência de algum dano. Caso seja verificado qualquer anomalia, deverão ser executadas todos os serviços necessários para recompor as características originais da via;
- Manutenção dos sistemas de drenagem superficiais: esta manutenção é de fundamental importância visando corrigir os significativos recalques existentes em um aterro, o que por vezes acarreta o fenômeno de inversão do sentido de escoamento das drenagens e de quebra de tubulações e canaletas, por depressões e erosões, e essencial. Assim disso, depressões muito violentas, que podem inviabilizar a correta drenagem, deverão ser eliminadas através de execução de reaterros periódicos convenientemente locados, e da re-execução dos sistemas de drenagem, a fim de restabelecer o correto caimento dos dispositivos, evitando-se, também, o agravamento da situação irregular. Além disso, tem-se a desobstrução e limpeza periódica das canaletas, escadas de dissipação e caixas de passagem, remoção do lixo leve carregado pelo vento que cai no interior e ao redor dos dispositivos, capina e remoção da vegetação danosa; raspagem e remoção da terra acumulada devido a carreamento de sólidos e reaterros convenientemente locados para o restabelecimento das declividades de projeto de cada dispositivo. Estas atividades serão realizadas semanalmente;

- Manutenção do sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados: deverá ter manutenção constante durante todo o período de operação, devendo estender-se após o encerramento do aterro, por todo o período em que se produza percolado. Deverá ser efetuada semanalmente a verificação de seu funcionamento, bastando para tanto, efetuar inspeção visual nas caixas de passagem e poços de acumulação. Em caso de ser constatado o não funcionamento de algum dos drenos (colmatação de drenos), será efetuada limpeza com a introdução de mangueira com ponta de aço e jato d'água em alta pressão. Tais problemas contribuem, entre outros, para a inversão no sentido de escoamento das drenagens, a quebra de tubulações provocadas por recalques e a obstrução do escoamento, fatores que acabam por contribuir com a instabilidade geotécnica do maciço;
- Manutenção do sistema de drenagem e queima de gases: consiste na inspeção diária dos drenos verticais de gases visando certificar que a queima esteja ocorrendo, verificação na área ao redor do dreno observando a existência de trincas, reparo dos drenos que apresentem tendência ao rompimento por excesso de temperatura ou desmoronamento por recalque do aterro, substituição dos drenos que apresentarem corrosão na estrutura metálica, além da tubulação superior mal posicionada ou em mau estado de conservação sendo providenciado a substituição de peças de tubulação superior;
- Manutenção do sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados: deverá ser mantido sempre em perfeitas condições de operação, e para tanto, as bombas dos poços de acumulação serão verificadas diariamente, sendo os reparos eventualmente necessários providenciados imediatamente. Toda a instalação elétrica do sistema será vistoriada semanalmente, efetuando-se os reparos necessários;
- Manutenção das células acabadas: as superfícies das células acabadas serão inspecionadas semanalmente ou após a ocorrência de períodos de chuvas intensas ou prolongadas, objetivando verificar a existência de processos erosivos ou de recalques e corrigi-los com a aplicação de material apropriado. Este mesmo procedimento será efetuado para todos os taludes externos de células acabadas, de células em operação e das vias internas. Caso a constatação do processo erosivo ocorra durante períodos de chuvas prolongadas, a área afetada será coberta com lençol de plástico, para bloquear a infiltração até que seja possível efetuar o reparo necessário;
- Manutenção dos recalques nos caimentos dos taludes e bermas: Devido aos constantes recalques que todo aterro apresenta é inevitável que ocorram problemas com os greides de terraplenagem, com as inclinações, bermas e taludes. Assim, deverão ser realizadas inspeções mensais em todos os platôs, terraços, bermas e taludes, sempre procurando detectar qualquer tipo de problema. Tais locais podem tomar-se pontos de acúmulo de água na superfície do aterro, o que é extremamente desaconselhável, devendo ser imediatamente reaterrados para restabelecer a configuração original. Particularmente, no caso dos taludes, se observado algum abatimento prejudicial aos serviços (estreitamento de bermas) sendo necessário efetuar o retaludamento do mesmo e uma nova cobertura com solo vegetal, para a restituição da inclinação original;

- Manutenção das cercas e portões: No que se refere às cercas é essencial que eles sejam mantidas em perfeitas condições, de forma a impedir a entrada de animais e o acesso de pessoas não autorizadas ao empreendimento. Assim, toda a extensão das cercas de isolamento deverá ser inspecionada pelo menos uma vez por semana, visando verificar o estado dos fios e dos moirões, para imediato reparo de quaisquer problemas encontrados;
- Manutenção da cobertura vegetal sobre as células: os problemas detectados na cobertura vegetal de um aterro são variados e de origens diversas, tais como recalques de grande monta, o que afeta sensivelmente a cobertura vegetal implantada ao final de sua operação. Tais recalques podem provocar o acúmulo de água em alguns pontos, ou mesmo induzir caminhos preferenciais para o encaminhamento d'água, criando erosões e carreamento de partículas, danificando, portanto a cobertura vegetal;
- Além destes problemas, poderão ocorrer outros fenômenos relacionados à morte da cobertura vegetal plantada, o que é extremamente prejudicial ao aterro, tais como a proximidade das raízes aos resíduos, a baixa taxa de nutrientes de camada final de cobertura; a pouca capacidade de retenção d'água da camada final de cobertura (pouca umidade, a alta temperatura do solo de camada final, a excessiva compactação de camada final de cobertura e o consumo de oxigênio da camada final pela oxidação do metano. Diante de tal fato, deverá ser estabelecida uma rotina de inspeção da cobertura vegetal do aterro, que envolverá a verificação de toda a área pelo menos uma vez por mês, à procura de espécies mortas. Nas inspeções também deverá ser realizado o mapeamento da vegetação existente em todo o aterro (mapeamento dos locais de existência de vegetação em toda área do aterro, condições das vegetações existentes, identificação das áreas com indícios de mortandade da vegetação, estabelecimento de um padrão para as áreas problemáticas, indicativos de vazamentos de gás nas proximidades das plantas mortas). A resposta à estas questões permitirá o mapeamento das áreas problemáticas, para a posterior execução de um programa de análise do solo da cobertura final contendo o levantamento prévio das características do solo e suas possíveis necessidades de melhoramento (correção dos micro e macronutrientes do solo de modo que ele se torne adequado ao plantio) para uma bem sucedida revegetação, pois grandes concentrações de zinco, cobre, magnésio, ferro e cádmio são extremamente danosas às plantas. Quando a causa da morte da vegetação estiver relacionadas à proximidade das raízes aos resíduos, deverá ser providenciado um espessamento da camada final do aterro, distanciando as raízes do lixo. Se a causa da morte da vegetação for resultado da baixa taxa de nutrientes na camada final de cobertura, deverá ser providenciada a adição destes nutrientes ao solo. Quando ocorrer a morte da vegetação por causa da pouca capacidade de retenção d'água da última camada de solo (pouca umidade), deverá ser realizada a diminuição da compactação da camada, através da utilização de grade de discos, ou outro equipamento mecânico, permitindo então o aumento no índice de vazios do solo, e aumentando portanto a sua capacidade de aeração e de retenção d'água. Se a causa da morte da vegetação estiver relacionada à presença de metano, será providenciada a implantação de uma

camada de solo melhor compactada e a instalação de poços para drenagem do gás nas proximidades do local;

- Para os casos de falta de nutrientes e necessidade de espessamento da camada de solo vegetal, poderá ser utilizado o composto orgânico, produzido na usina de reciclagem e compostagem de lixo.

3.1.7.20 Acessos à Área de Frente de Serviço

Os acessos às frentes de serviço serão individuais, para cada célula, se desenvolvendo a partir dos acessos secundários. Terão as seguintes dimensões (largura e comprimento): 10,00m x 20,00m para as células de resíduos sólidos domiciliares e 5,00m x 10,00m para as valas de resíduos sólidos de serviços de saúde.

Ressalta-se que durante a implantação da infra-estrutura de base do aterro serão executados tramos no acesso externo, possibilitando a entrada à área a ser preparada.

Será necessário a implantação de 08 (oito) tramos, a saber: acesso aos platôs das células, platô das unidades de tratamento e beneficiamento de resíduos sólidos, platô das instalações de apoio e platôs dos sistemas de tratamento de efluentes líquidos percolados.

3.1.7.21 Expansão do Aterro

A gleba objeto da implantação do Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos de Paracambi, CTDR Paracambi Consorciado, representa uma área de 345.149,05 m², sendo suficiente para a implantação de todos os elementos do projeto executivo inerentes à vida útil do CTDR.

3.1.1.22 Plano de Encerramento do Aterro e Uso Futuro da Área

✓ Descrição do Encerramento do Aterro e Uso Futuro da Área

Todo e qualquer aterro sanitário, em função dos processos biológicos que ocorrem ao longo do tempo para decomposição da matéria orgânica presente na massa de resíduos sólidos, deve ser considerado como um reator anaeróbico que inicia sua atividade logo após a disposição das primeiras quantidades de resíduos, e permanece ativo por um período de tempo extremamente prolongado, estendendo-se por vários anos após o término da operação.

Em razão dos efeitos adversos decorrentes das atividades dos microorganismos que se processam no aterro, o encerramento das atividades não pode ser encarado como um simples ato de paralisação.

Tecnicamente é recomendado que o processo de encerramento de um aterro sanitário, seja efetuado de acordo com uma programação específica, e que envolva procedimentos, imediatos e de longo prazo.

Sabe-se que áreas utilizadas para aterros sanitários não são adequadas para a construção de edificações, tanto pela presença de emissões de biogases, como pelo recalque elevado do solo. Contudo poderão ser utilizados para a implantação de parques e áreas de lazer, desde que os gases sejam devidamente canalizados por drenos adequadamente mantidos e implantada cobertura final para o isolamento dos resíduos sólidos dispostos. É importante lembrar que, a reutilização da área para a implantação de um parque de lazer não ocorrerá imediatamente ao término da operação do aterro. Deverão ser tomadas algumas medidas para que sejam evitados impactos no que se refere à erosão, a desestabilização dos taludes e ao comprometimento das áreas situadas a jusante do aterro sanitário.

No presente caso, recomenda-se a implantação de: uma camada final (adicional) de material de cobertura, de uma camada de solo vegetal, do plantio de gramíneas e árvores de pequeno e médio porte e do sistema de drenagem de águas superficiais.

Além disso, deverá ser implantando um sistema de vigilância, manutenção e monitoramento ambiental da área.

Recomenda-se que a definição da alternativa de uso futuro da área tenha a participação da comunidade que vier a se instalar no entorno do aterro sanitário.

✓ **Intervenções Visando o Encerramento da Área**

• **Recobrimento Final do Aterro**

A cobertura final do aterro sanitário tem como objetivo reduzir a infiltração de água para o maciço de resíduos e proteger a sua superfície contra a erosão. Assim, logo após o término do preenchimento das últimas células e a obtenção da cota de topo de projeto operacional, será efetuado o recobrimento final dos taludes, através da distribuição regular e compactação de sucessivas camadas (com espessura máxima de 0,20m de material solto), até que se atinja a espessura total compactada de 0,80m. Nesta atividade deverão ser empregados solos argilosos, provenientes de jazidas e adequadamente estocados para este fim, com controle do teor de umidade e de energia de compactação, de modo que a capa apresente um alto grau de compactação e baixos coeficientes de permeabilidade. A compactação das camadas deverá ser feita com o auxílio de veículo motonivelador, "jerico" equipado com grades rotativas, caminhão-pipa e rolo compactador vibratório liso ou tipo "pé de carneiro".

O acabamento superficial das áreas será feito através da distribuição regular de uma camada de "terra vegetal" com espessura de 10cm sem compactação, de modo a conformar um substrato adequado para o plantio de gramíneas.

• **Recomposição Paisagística**

Deverá ser efetuada a revegetação da área do terreno com espécies da região no intuito de melhoria estética e paisagística, além da sua adequação a outro uso futuro compatível, e em conformidade com os interesses da comunidade.

Para a recomposição paisagística poderão ser utilizadas, na revegetação das superfícies acabadas, as espécimes de capim "*Brachiaria decumbens*" ou "*Paspalum dilatatum*", plantadas por hidrossemeadura ou ainda, quando necessário, fixação de placas retangulares de 30 x 40cm e 5cm de espessura. Desta forma, será também maximizada a perda de água por deflúvio superficial e por evapotranspiração. Vale salientar que as mudas de gramíneas deverão ser plantadas com à densidade mínima de 100 unidades por metro quadrado.

A figura 05 a e seguir, apresenta esquematicamente as camadas de cobertura final do aterro.

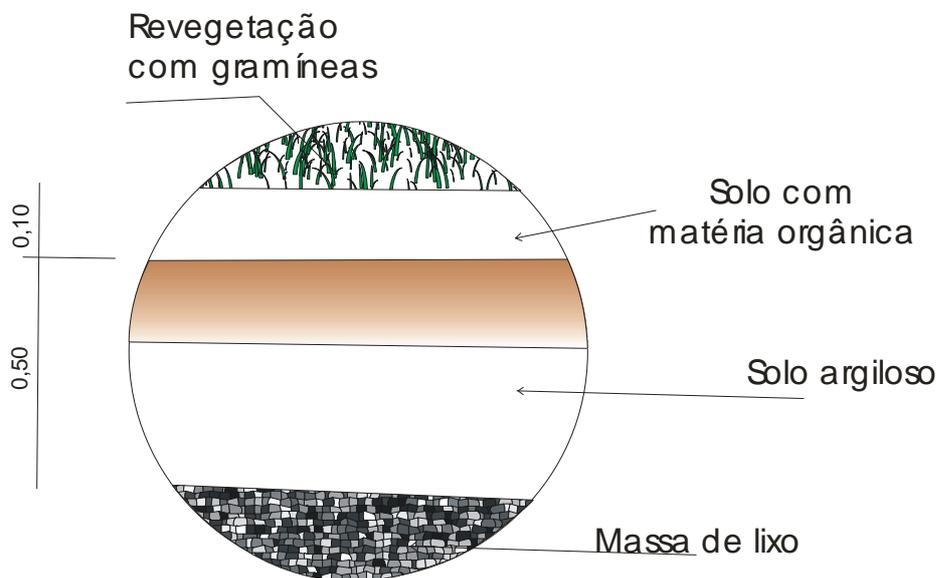


Figura 05 – Desenho Esquemático das Camadas de Cobertura Final do Aterro

Ressalta-se que o plantio deve ainda seguir os cuidados de manutenção e irrigação para que a vegetação possa crescer com vigor e desempenhar melhor a função de controle das erosões nos taludes.

- **Sistema de Drenagem de Águas Superficiais**

Devera ser executada a construção dos dispositivos de drenagem superficial definitivos junto aos taludes com suas respectivas ligações para condução das águas aos pontos de deságüe seguro (ver item 3.8.3).

- **Sistema de Vigilância, Manutenção e Monitoramento Ambiental**

Dentre os procedimentos de longo prazo que serão implantados após o término da operação do aterro sanitário destacam-se:

- Vigilância permanente da área do empreendimento;
- Verificação do funcionamento dos drenos de gases, inclusive com relação e queima na superfície de cada um dos drenos;
- Verificação da integridade da superfície dos taludes, principalmente após a ocorrência de períodos chuvosos, promovendo os reparos que se fizerem necessários;
- Operação adequada do sistema de tratamento de efluentes líquidos percolados (lagoas, poços de recirculação e tanques de acumulação), de forma a garantir os padrões de tratabilidade estabelecidos pelo órgão de controle ambiental estadual;
- Respeitar integralmente as atividades constantes do plano de monitoramento ambiental e principalmente: monitoramento de poços com retirada de amostras de água e realização de análises físico-químicas de forma a detectar eventuais falhas no sistema de impermeabilização do aterro e monitoramento dos deslocamentos verticais do aterro por meio de marcos superficiais, comparando-se as leituras com outras anteriores, objetivando detectar eventuais recalques acima do esperado, de forma a providenciar a correção necessária.

- ✓ **Controle das Etapas Anuais de Evolução do Aterro**

Os perfis e seções por etapas anuais de implantação do aterro sanitário têm a função de controlar o volume de resíduos sólidos dispostos durante as fases de operação do aterro, confirmando os dados apresentados nos quadros de Manchas de Preenchimento de Células (controle diário do encarregado de operação do aterro).

Ressalta-se que a metodologia de controle do avanço diário das células, por camadas, é feita através de marcos referenciais instalados nas frentes de serviços (ver item Controle Ambiental –marcos de superfícies).

O quadro 26 a seguir apresenta o volume de resíduos sólidos dispostos por camadas e por etapas anuais de operação.

Apresenta-se no desenho **DES-PMP-AT-C-111** a seguir o aterro acabado (planta baixa e detalhes construtivos) e no desenho **DES-PMP-AT-C-111A** os perfis e as seções das células do aterro acabado. Ressalta-se que estes desenhos representam a evolução das células por etapas anuais de implantação.

QUADRO 26 - VOLUME DE RESÍDUOS SÓLIDOS DISPOSTOS POR ETAPAS ANUAIS DE OPERAÇÃO



DES-PMP-AT-C-111 - LAY OUT DAS CÉLULAS DO ATERRO ACABADO, DO FECHAMENTO DA ÁREA, DOS ACESSOS SECUNDÁRIOS, DO CINTURÃO VERDE E DO TRATAMENTO PAISAGÍSTICO (PLANTA BAIXA E DETALHES CONSTRUTIVOS).

DES-PMP-AT-C-111A - LAY OUT DAS CÉLULAS DO ATERRO ACABADO (PERFIS E AS SEÇÕES DAS CÉLULAS DO ATERRO ACABADO)

✓ **Perfis e Seções por Etapas Anuais**

Os perfis e seções por etapas anuais de implantação do aterro sanitário têm a função de controlar o volume de resíduos sólidos dispostos durante as fases de operação do aterro, confirmando os dados apresentados nos quadros de Manchas de Preenchimento de Células (controle diário do encarregado de operação do aterro).

Como mencionado anteriormente, a metodologia de controle do avanço diário das células, por camadas, é feita através de marcos referenciais instalados nas frentes de serviços (ver item Controle Ambiental –marcos de superfícies).

3.1.8 Dimensionamento de Máquinas, Veículos, Equipamentos Auxiliares e Mão de Obra

3.1.8.1 Descrição das Máquinas e Veículos

A unidade de disposição final de resíduos sólidos deve estar permanentemente preparada para atender as demandas do sistema de limpeza urbana, operando diariamente durante 24 horas, proporcionando condições para descarga rápida e segura dos veículos que operam no sistema, e desta forma, permitir que os mesmos retornem ao local de operação de coleta no menor tempo possível, para que não ocorram atrasos na execução dos serviços.

Para que se mantenha o aterro sanitário em boas condições de operação se faz necessário que as quantidades de máquinas e equipamentos que irão compor a infraestrutura operacional seja dimensionada de forma adequada e compatível com a quantidade de resíduos que serão dispostos no local.

No presente caso, para uma disposição final de 211,08 t/dia (base 2009) de resíduos sólidos serão necessários as máquinas e os veículos apresentados no quadro 27 a seguir.

Máquinas e Veículos Necessários à Operação do Aterro Sanitário.

Quadro 27 - Máquinas e Veículos Necessários à Operação do Aterro

Máquinas/Veículos	Marca Indicadas ou Similares	Modelo	Quantidade
Trator de Esteiras	Caterpillar	D6M	01
Retroescavadeira Hidráulica	Caterpillar	315 B	01
Pá Carregadeira sob pneus	Fiatallis	FR 104.2	01
Caminhão Basculante	Planauto	GMC	02
Caminhão Irrigador	Mercedes Benz	PBT 16 ton.	01
Gerador de Energia Elétrica (*)	Fermatec	Pot. 25/28	01
Veículo de Passageiros	Volkswagen	Gol Plus	01
Moinho Triturador de martelos com capacidade de 3t/h(motor horizontal)	BEAR CAT	76824 turn table shipper	01
Balança Rodoviária	Toledo/Filisola	Eletrônica	01

(*) Quando da implantação da operação noturna

Apresenta-se a seguir a especificação dos veículos e equipamentos:

- Trator de Esteiras – marca Caterpillar, modelo D6M, equipado com lâmina frontal SAEJ1265 tipo 6SU (XL), com capacidade para 4,28m³, motor Caterpillar 3116 diesel, turboalimentado, seis cilindros, com 153 HP de potência bruta, tanque de combustível com capacidade para 311 litros, sistema hidráulico com capacidade de 69,2 litros, sistema elétrico com 24 volts (duas baterias de 12 volts), seruoatransmissão planetária com três velocidades à frente e três à ré, com montagem remota do motor e peso total de operação com lâmina de 14.777kg;
- Retroescavadeira Hidráulica – marca Caterpillar, modelo 315B, equipada com caçamba com largura de 1070mm, capacidade volumétrica de 0,69m³, motor diesel Caterpillar 3046T de seis cilindros, turboalimentado com 102 HP de potência bruta, tanque de combustível com capacidade para 280 litros, sistema hidráulico com capacidade de 188 litros, sistema elétrico com 24 volts, esteiras com largura de 500mm, braço longo e peso de operação de 15.900kg;
- Caminhão Basculante – marca Planalto, modelo GMC, PBT 15,5t, equipado com caçamba 2650 de 4,00m de comprimento, capacidade volumétrica de 6,00m³, motor diesel e ângulo de basculamento de 45 °;
- Pá Carregadeira (trator escavo carregador) – marca Fiatallis, modelo FR. 104,2, equipada com motor cummins 6CT8.3, turbo alimentado, injeção direta de 8.270cm³ de cilindrada, com 145 CV de potência ao volante a 2200 RPM, compartimento do operador modular, articulação reforçada, grade de proteção do radiador e painéis

laterais do motor basculáveis, peso operacional de 16.200kg, capacidade da caçamba de 3,25 j³ e largura da caçamba de 2,66m;

- Caminhão Irrigador – marca Mercedes Benz, PBT 13t., tração 4 x 4, cabine avançada, distância entre eixos de 4,80m, com capacidade de 7.000 litros;
- Veículo de Passageiros – marca Volkswagen, modelo Gol Plus 1000;
- Gerador de Energia Elétrica – gerador de 25/28 KVA, motor Detrit modelo SUN 2105, tensão 220/127 Volts, com alternador da marca Banbozzi ou Negrini, quadro manual, carreta rodoviária com sinalização e carenado;
- Moinho Triturador de martelos com capacidade de 3t/h(motor horizontal), marca BEAR CAT, modelo 76824 turn table shipper (adquirido pela PMP e revisado em 2008);
- Balança Rodoviária, capac. 30/40t, eletrônica, indicador digital DS, plataforma 9,00m x 3,00m ou 10,00m x 3,00m, impressora de ticket eletrônico, saída serial, saída paralela, software, Toledo ou Filisola (adquirido pela PMP e revisado em 2008).

3.1.8.2 Plano de Substituição/Manutenção de Máquinas e Veículos

O Plano de Substituição e/ou reposição das máquinas, veículos e equipamentos eventualmente paralisados, em função de problemas mecânicos ou até mesmo acidentes, contempla o aluguel imediato de equipamentos junto a uma empresa especializada em locação de equipamentos.

O Plano de Manutenção tem como objetivo manter um padrão de atendimento adequado com a regularidade necessária, de forma a garantir a utilização de todos os veículos, máquinas e equipamentos alocados na operação do aterro sanitário, além de aumentar a vida útil econômica dos veículos e equipamentos e a disponibilidade mecânica dos mesmos, mantendo-os mais tempo em condições de operação.

O presente plano contempla a manutenção preventiva com a seguinte seqüência de serviços para cada um dos veículos: inspeção diária de veículos, máquinas e equipamentos; lavagem e lubrificação; e manutenção preventiva.

Ressalta-se que os serviços de manutenção da frota serão executados no prédio da manutenção. Para a execução de serviços específicos tais como conserto de conjuntos e componentes mecânicos, elétricos ou hidráulicos serão utilizadas oficinas especializadas preferencialmente indicadas pelos fabricantes.

• Inspeção Diária

Constitui-se num serviço diário e rotineiro de verificações elementares e pré-determinadas que apontem falhas com grande agilidade.

• **Lavagem e Lubrificação**

São rotinas que prevêm trocas de lubrificantes e filtros, bem como, limpeza de respiros e outros componentes. A lavagem da frota será feita com a periodicidade diária, com o emprego de bomba de alta pressão. A lubrificação, troca e reposição de óleos lubrificantes obedecerão às normas de procedimento recomendadas pelos fabricantes.

• **Manutenção Preventiva**

São essencialmente de caráter preventivo compreendendo basicamente as revisões mecânicas, elétricas e hidráulicas a cada 200h de operação e revisões mecânica, elétrica e hidráulica de maior portes a cada 1.000h de operação.

Os itens de revisão para os veículos são:

- Motor: regular as válvulas de admissão e escape, reapertar o cabeçote com motor a frio, verificar o estado e aperto dos coxins do motor, reapertar os parafusos externos do motor, verificar o motor quanto a vazamento (água, lubrificantes ou combustível), verificar o estado da carcaça do filtro de ar e pré-purificador, verificar o estado das mangueiras e braçadeiras do purificador de ar, verificar o estado da tubulação de admissão de ar (alinhamento, vedações, etc.), verificar o estado do indicador de restrição do filtro de ar e verificar o estado da tubulação de escape e silenciador;
- Sistema de Arrefecimento: verificar o estado de vedação da tampa do tanque de expansão do líquido arrefecedor, verificar o estado da tampa do radiador, verificar o estado das mangueiras e braçadeiras (reapertar), verificar o nível do líquido refrigerante (se necessário, adicionar), verificar o desgaste e tensão das correias do ventilador e alternador, verificar o estado das polias tensoras e fixas do motor, verificar o estado do ventilador, verificar o estado das colméias de ar do radiador, verificar o estado e aperto dos coxins e suportes do radiador, testar as válvulas termostáticas e verificar abertura, verificar todo o sistema quanto a vazamentos (se houver, eliminá-los);
- Transmissão: verificar o estado e aperto das cruzetas e luvas deslizantes dos cardans, desmontar as cruzetas para examinar as castanhas e terminais, verificar a folga do pedal da embreagem (se necessário, regular), a caixa de marchas (quanto ao funcionamento e vazamento), o estado dos tirantes e terminais da alavanca de câmbio, o diferencial quanto a vazamentos e funcionamento, o estado e nível do óleo do cilindro mestre e auxiliar da embreagem e o estado e funcionamento da tomada de força e cardanzinho;
- Sistema de Freios, Rodas, Suspensão e Direção: verificar o compressor de ar quanto à sua eficiência, verificar o funcionamento do governador do compressor de ar, verificar os reservatórios e drenos de ar, desmontar, limpar e verificar o funcionamento da válvula de segurança do reservatório de ar, verificar todo o sistema de freios quanto a vazamentos (se houver, eliminá-los), verificar a espessura e regular as lonas, se necessário, verificar e lubrificar os eixos de acionamento das sapatas de freio, verificar os rolamentos, trocar a graxa ou óleo e regular os cubos das rodas dianteiras e traseiras, verificar a convergência das rodas dianteiras, verificar o estado geral dos amortecedores dianteiros, traseiros e cabine, reapertar os grampos e suportes dos

feixes de molas, verificar o estado das barras e terminais do sistema de direção, verificar o estado geral dos pinos e buchas dos feixes de molas, verificar o funcionamento do freio de estacionamento;

- Lataria da Cabine: verificar o acionamento e estado dos vidros das portas, verificar o acionamento e estado das fechaduras e travas das portas, verificar o acionamento e estado do fecho e trava da cabine, verificar o estado geral dos bancos, tapetes e forros da cabine, verificar o estado das pinturas dos prefixos e logotipos, verificar o estado dos espelhos retrovisores e suporte dos mesmos;
- Sistema Elétrico: verificar o sistema de iluminação, lâmpadas de controles, buzina, verificar os faróis e luzes externas, verificar o funcionamento do limpador de pára-brisa, verificar o estado e nível do líquido da bateria, verificar o estado e funcionamento dos instrumentos do painel.

Os itens de revisão para trator e retroescavadeira hidráulica são:

- A cada 10 horas de operação: inspeção visual na máquina, verificar nível de óleo no motor, verificar nível de água no sistema de arrefecimento, verificar nível de óleo na transmissão, verificar nível de óleo nas embreagens direcionais, verificar nível de óleo do sistema hidráulico, verificar painel de instrumentos, verificar indicador do filtro de ar do motor, limpar pré-purificador de ar do motor, verificar filtro de ar do motor;
- A cada 100 horas de operação: visita técnica, limpeza e lubrificação geral;
- A cada 250 horas de operação: trocar óleo e filtro do motor, limpar bornes e cabos da bateria, verificar estado das correias;
- Ajustar correias: trocar filtros de combustível, trocar filtro de água, limpar respiros, limpeza externa do radiador, verificar o aditivo do sistema de arrefecimento, lavagem geral da máquina, ajustar o material rodante;
- A cada 1000 horas de operação: trocar filtro de ar do motor, trocar líquido do sistema de arrefecimento, trocar correias, trocar filtro do sistema hidráulico, trocar filtro de fluxo total, trocar filtro da transmissão, trocar filtro das embreagens direcionais.

Os itens de revisão para pá carregadeira são:

- A cada 10 horas de operação: inspeção visual da máquina, verificar nível de óleo do motor, verificar nível de água do sistema de arrefecimento, verificar nível de óleo do sistema hidráulico, verificar nível de óleo da transmissão, verificar painel de instrumentos, verificar indicador e filtro de ar do motor, limpar pré-purificador de ar do motor;
- A cada 100 horas de operação: lavagem e lubrificação geral da máquina;
- A cada 250 horas de operação: trocar óleo e filtro do motor, limpar bornes e cabos da bateria, verificar estado das correias, ajustar correias, trocar filtros de combustível, limpeza externa do radiador, verificar as mangueiras do radiador, verificar o nível de óleo de freio, verificar o painel de instrumentos, verificar o indicador e filtro de ar do motor;
- A cada 500 horas de operação: verificar o óleo e filtro do sistema hidráulico, verificar o estado das cruzetas, verificar o nível de óleo da transmissão e diferenciais, limpar

- respiros, verificar o óleo do conversor, verificar o nível de óleo dos cubos de roda, trocar o líquido do sistema de arrefecimento, verificar as pastilhas de freio;
- A cada 100 horas de operação: trocar o óleo e filtro do sistema hidráulico, trocar o filtro da transmissão, trocar o óleo dos cubos das rodas, trocar o óleo do conversor;
 - A cada 2.000 horas de operação: trocar o filtro de ar do motor.

3.1.8.3 Descrição dos Equipamentos Auxiliares

Serão utilizados os seguintes equipamentos auxiliares:

- 01 (uma) bomba de abastecimento de óleo diesel, com filtro, com tanque de armazenamento de combustível;
- 02 (duas) bombas de lavagem de veículos;
- 02 (dois) propulsores de óleo;
- 02 (dois) propulsores de graxa;
- 02 (dois) compressores de ar;
- 02 (dois) calibradores de pneus;
- 01 (um) macaco hidráulico com capacidade para até 32t;
- 01 (um) macaco hidráulico com capacidade para até 15t;
- 01 (uma) máquina vulcanizadora;
- 01 (uma) máquina para solda elétrica;
- 01 (um) torno;
- 01 (uma) bigorna;
- 01 (um) extintor de CO₂ com carrinho de transporte;
- 02 (dois) extintores de pó químico de 8kg;
- 01 (um) carregador de bateria;
- 01 (um) carrinho de transporte de baterias;
- 01 (um) carrinho de transporte de garrafas de oxigênio;
- 02 (duas) garrafas de acetileno;
- 01 (uma) máquina de solda elétrica 375 A;
- 01 (um) equipamento de testes de alternador.

3.9.4 Mão de Obra

Para uma perfeita operação do aterro será alocada uma equipe mínima “multi-tarefa” (exceto a vigilância noturna), ou seja, todos os componentes deverão ser capacitados a desempenhar mais de uma função, para que haja economia na contratação da mão-de-obra e, além disso, para que não ocorra ociosidade de qualquer empregado durante a jornada normal de trabalho.

Ressalta-se que a operação do aterro será efetuada durante 24 horas, em 03 (três) turnos de 08 (oito) horas de trabalho. Vale salientar que os funcionários administrativos e técnicos trabalharão em 01 (um) turno de 08 (oito) horas.

Assim será alocado o seguinte contingente de mão de obra:

- 01 (um) gerente de aterro: responsável geral pela operação do aterro sanitário;
- 01 (um) encarregado operacional: responsável pela operação de todo o sistema de destino final e pelo controle de manutenção preventiva dos veículos e equipamentos envolvidos na operação, bem como pelo acervo técnico/operacional, além da elaboração das informações diárias ou semanais;
- 01 (um) encarregado administrativo: responsável pelo controle administrativo do aterro sanitário;
- 03 (três) controladores de pesagem: responsáveis pela entrada e registro dos veículos que forem vazar no aterro, controlando a tipologia dos resíduos;
- 03 (três) operadores de máquinas - responsáveis pela operação do trator (que executará as tarefas de espalhamento, compactação, recobrimento dos resíduos sólidos) e retroescavadeira (para carga dos caminhões e abertura das valetas);
- 03 (três) manobreiros: controlam o correto vazamento dos resíduos sólidos, bem como do material de recobrimento nas frentes de serviço, além de dar suporte aos operadores de máquinas;
- 03 (três) operadores de triturador de galhos: controlam o correto vazamento dos resíduos sólidos, bem como do material de recobrimento nas frentes de serviço, além de dar suporte aos operadores de máquinas;
- 02 (dois) motoristas: responsáveis pela operação do veículo que efetuará o transporte do material de cobertura e outras atividades de apoio;
- 03 (três) vigilantes: encarregados do controle de entrada de veículos e pessoal no aterro sanitário, permitindo somente o ingresso de pessoas autorizadas.

3.1.9 Razão Social e Endereço dos Locais das Jazidas

O material necessário à implantação e operação do CTDR Paracambi Consorciado será obtido através dos cortes efetuados na jazida existente no terreno, sendo necessário os seguintes volumes:

- Implantação do CTDR (aterro sanitário): bota-fora de 55.366,61m³;
- Implantação do aterro sanitário - célula de resíduos sólidos domiciliares/resíduos sólidos públicos e resíduos sólidos de unidades de serviços de saúde (após esterilização por autoclave): camadas de proteção da manta de 53.180,00m³;
- Implantação da célula de disposição final de resíduos sólidos públicos - entulho;
- Operação do CTDR (aterro sanitário): 1.377.433,48m³.

3.10 Modelo de Gestão

A última década marcou, no Brasil, uma mudança nos modelos de gestão adotados pelo poder público, seja na esfera municipal, estadual ou federal. A pressão da população na busca por serviços de melhor qualidade e o cenário do próprio mercado, decorrente da conjuntura econômica, passaram a delinear novos nichos de oportunidade para participação da iniciativa privada, no caso para a gestão de serviços públicos.

A busca pela agilidade operacional no atendimento às demandas inerentes a natureza dos serviços de saneamento, notadamente no segmento de resíduos sólidos, e a necessidade de desburocratização de procedimentos para o desenvolvimento das atividades, são aspectos de vital importância para a elevação do padrão dos serviços públicos ofertados e, conseqüentemente, para melhoria da qualidade de vida da população.

Assim sendo, muitos municípios brasileiros tem experimentado a adoção de diferentes modelos de gestão de resíduos sólidos urbanos com a participação da iniciativa privada, cabendo ao Poder Público Municipal a função indelegável de órgão fiscalizador e, cada vez menos, a execução direta da implantação, operação e manutenção dos sistemas.

Para o CTDR Paracambi Consorciado, pelas peculiaridades envolvidas, há dois potenciais modelos básicos de gestão a avaliar:

- Gerenciamento e operação por administração pública direta;
- Gerenciamento e operação em sistema terceirizado.

O primeiro, tradicionalmente utilizado, traz ao município a responsabilidade integral pelo suporte técnico, administrativo e operacional em todas as suas atividades correlatas, tais como:

- Contratação e administração de mão-de-obra direta e indireta;
- Manutenção preventiva e corretiva de veículos e equipamentos;
- Investimentos para aquisição de veículos e equipamentos;
- Provisão e administração dos recursos materiais e insumos necessários;
- Controle permanente das atividades operacionais;
- Monitoramento ambiental do sistema implantado.

O município arca com todo o peso do gerenciamento e operacionalização do seu sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos, não pode se dissociar da análise às demandas que advirão das exigências legais as quais se subordina a administração pública, desde aquelas relativas a simples compra de material ou peça sobressalente, passando pela contratação, capacitação e reposição de mão-de-obra, sem falar nas descontinuidades administrativas que, via de regra, por força de mudanças no quadro político local, acabam resultando em retrocessos na gestão pública dos sistemas implantados, muitas vezes comprometendo irremediavelmente os investimentos efetuados.

Recaem, portanto, sobre o poder público municipal, exigências de ritos de licitações, concursos públicos, entre outras burocracias, que acabam por atrapalhar o andamento ágil de procedimentos e, conseqüentemente, a qualidade do serviço em uma atividade tão dinâmica e essencial, como é o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos urbanos, já que o "lixo é gerado continuamente e não espera", ou seja, esta atividade

nunca pode parar, sob pena de degradação ambiental e do comprometimento das condições sanitárias.

Já o modelo terceirizado de gerenciamento e operação do sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos coloca, como citado anteriormente, o Município na posição mais de órgão fiscalizador e primando pela qualidade dos serviços prestados.

Neste modelo, uma empresa (ou mais de uma) é contratada para se responsabilizar pelo gerenciamento técnico e execução da operação do sistema. Ou seja, ela se responsabiliza pela contratação de mão-de-obra, fornecimento e manutenção de veículos e equipamentos, operação de aterramento dos resíduos, operação do sistema de tratamento, operação das unidades de beneficiamento, estando a Prefeitura amparada por regras contratuais, onde deve estar claramente previsto o escopo de atividades da contratada e as sanções a que a mesma estará sujeita em caso de descumprimento das suas obrigações.

Experiências têm demonstrado que um sistema operando neste modelo apresenta maiores possibilidades de garantir a manutenção do padrão adequado de qualidade da operação ao longo do tempo, possibilitando uma rapidez de resposta às demandas que se apresentem, permitindo menores riscos de retrocesso e um maior retorno dos investimentos públicos, desde que observado um adequado planejamento orçamentário e com sua execução priorizada dentro do contexto de um serviço público essencial.

O quadro 28 a seguir sintetiza as principais características de cada um dos modelos de gestão citados, permitindo uma avaliação comparativa entre os mesmos.

Quadro 28 - Síntese Comparativa dos Modelos de Gestão

Atividades	Gestão Direta pela Prefeitura Municipal	Terceirização
Gestão de mão-de-obra	Concurso público; direção técnica sujeita as injunções políticas; riscos de baixa produtividade.	Contratação direta no mercado; direção técnica por profissional habilitado; facilidade de substituição de empregado com baixa produtividade.
Sistema de compra de materiais e peças	Processo administrativo; dependência de verba alocada; problemas para especificação; licitação; estoque; etc.	Compra direta no mercado, com liberdade de negociação e agilidade na aquisição e pronta reposição.
Aquisição de veículos e equipamentos	Investimento público, muitas vezes aquém das possibilidades do Município.	Investimento privado previsto em edital.
Pagamento de salários	Folha de pagamento da Prefeitura, com implicações no cumprimento da Lei de	Incluso no preço da prestação de serviços da empresa contratada

	Responsabilidade Fiscal.	
Manutenção da frota	Dificuldades de recursos de infra-estrutura; problemas de capacitação de pessoal; dependência permanente de dotação orçamentária e disponibilidade de caixa que, na maioria das vezes acarreta paralisações demasiadas nas oficinas; riscos de "canibalização"; etc.	Custos previstos em edital e na proposta da contratada; não há "picos" de desembolso. Uma vez que todos os custos estão diluídos ao longo do prazo contratual; pessoal capacitado na manutenção do patrimônio da empresa; menores riscos operacionais quanto à não disponibilidade de equipamentos.

Uma variação do modelo de gestão terceirizado é o que contempla o emprego de mão-de-obra cooperativada, com o gerenciamento técnico e apoio à operação e manutenção efetuado por empresa especializada de engenharia.

No caso de Paracambi, a participação de uma cooperativa na modelagem do sistema seria muito interessante, uma vez que existe a questão dos catadores que atuarão na futura usina de reciclagem, que poderiam ser vinculados a uma cooperativa, retirando sua remuneração de comercialização dos materiais reciclados que segregariam na linha de triagem da citada unidade de tratamento.

Ao contrário do que ocorre, via de regra, em plantas onde a catação é efetuada por trabalhadores contratados com salário preestabelecido (de prefeituras e, até mesmo, de empresas privadas), a produtividade da mão de obra dos cooperados tem-se mostrado mais elevada, uma vez que quanto maior a produção de reciclados, maior a remuneração dos trabalhadores envolvidos. Isto traz aos trabalhadores um maior comprometimento com o trabalho, incorrendo em maior eficiência de unidade e menos resíduos a serem enviados efetivamente para as células de aterro sanitário.

Além disso, tal proposta estaria inserida numa política de geração de emprego renda para mão-de-obra menos qualificada, sem contar nas menores demandas administrativas e outras vantagens acessórias para a municipalidade.

Pelo exposto, sugere-se como Modelo de Gestão do Sistema de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos, o da terceirização das atividades, com a mão de obra da usina de reciclagem sendo contratada através de cooperativa, a ser criada com apoio da Prefeitura, obviamente com o apoio futuro gerencial e administrativo de empresa privada a ser contratada para gerenciamento técnico do sistema.