



OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO, MONITORAMENTO E AMPLIAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL DE CAÇADOR / SC

SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA PROCESSO LICITATÓRIO N.º 137/2023 PREGÃO ELETRÔNICO N.º 069/2023

ANEXO I

DOCUMENTOS E PROJETOS

ANEXO I

- Termo de Referência – FEPESE
- Relatório Técnico Final
- Relatório de Fiscalização RF-RSU-DF-CAÇADOR-004/2023
- Licença Ambiental de Operação
- Planilha Orçamentária

ANEXO I - TERMO DE REFERÊNCIA
PREGÃO PRESENCIAL N. XX/2023
PROCESSO N. XXX/2023

INTRODUÇÃO

Os serviços e obras que constituem o objeto desta Licitação deverão ser executados em conformidade com as especificações deste **TERMO DE REFERÊNCIA - TR** e demais elementos técnicos constantes neste Edital e seus Anexos, e qualquer alteração dependerá de prévia comunicação e anuência da Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente de Caçador/SC.

A finalidade deste TERMO DE REFERÊNCIA e seus anexos é estabelecer **critérios básicos** e as **condições técnicas mínimas** a serem obedecidas na execução dos serviços especializados de engenharia contratados para realizar a **operação, manutenção, monitoramento e ampliação do aterro sanitário municipal de Caçador**.

A omissão de qualquer procedimento destas especificações não exime a CONTRATADA da obrigatoriedade de utilizar as melhores técnicas padronizadas para os trabalhos, respeitando-se os objetivos dos serviços e a adequação dos resultados.

Em complementação a este Termo de Referência, segue no **Anexo X a Licença Ambiental de Operação (LAO) n. 936/2023** emitida pelo **Instituto de Meio Ambiente - IMA** com validade de 48 (quarenta e oito) meses a contar de 24/03/2023 e no **Anexo IX** o documento denominado “**GK-2022-001-PM-CACADOR-ATERRO-RTF-PROJETO-R2.pdf**” que é referente ao **Estudo, Projeto e Planejamento necessários à ampliação e operação do aterro sanitário municipal de Caçador/SC, elaborado pela Empresa GLOBALKEY ENGENHARIA SANITÁRIA & AMBIENTAL - GK - CNPJ/MF sob o n. 26.080.968/0001-69**. Este estudo é proveniente do Contrato de Prestação de Serviços n. 83/2022. O objetivo dos serviços em questão abrangeu a realização de estudo, projeto e planejamento à ampliação e operação do Aterro Sanitário Municipal de Caçador/SC, a partir da consideração dos seguintes aspectos:

- a) Sistematização do aparato legal normativo referentes à operação de aterros sanitários;
- b) Descrição e caracterização dos resíduos recebidos na área do aterro através de análise gravimétrica, nos termos da NBR 10.007;
- c) Diagnóstico da operação atual, evidenciando procedimentos, materiais utilizados e suas respectivas quantidades;
- d) Descrição da infraestrutura atual e futura: células para disposição de resíduos, sistemas de tratamento (efluentes, resíduos, chorume, etc); prédio administrativo e outros que venham a compor a estrutura do local, até o término da área disponível para aterro de resíduos, com o fim da vida útil do aterro;
- e) Elaboração de projeto executivo, com memorial descritivo, quantitativo de materiais, visando a ocupação de toda a área disponível para aterro de resíduos, finalizando a sua vida útil: cálculo dos elementos do projeto, vida útil do aterro, sistema de drenagem superficial, projeto de impermeabilização, sistema de drenagem e remoção de percolado, sistema de detecção de vazamentos, sistema de drenagem de gás, sistema de tratamento de percolado, cálculo de estabilidade dos maciços de terra e dos resíduos sólidos dispostos, sistema viário, acessos internos, cercamento do aterro e planta da área do empreendimento;
- f) Elaboração de planos de operação, manutenção do aterro, com procedimentos operacionais padrão, especificando formas de inspeção, controle e orientação;
- g) Elaboração de programas ambientais e planos de monitoramento e ação, com especificações e diretrizes para realização dos seguintes monitoramentos: a. recursos hídricos superficiais e subterrâneos, b. vida útil do aterro, c. geotécnico, d. lixiviados, e. sistemas de tratamento implantados, f. ações em casos de emergências e contingências, g. poluição sonora e h. proposta de uso final da área do aterro, após o seu encerramento, avaliando os custos de implantação do projeto proposto e também a viabilidade da área para estudos e atividades com a população.

No **Anexo XI** segue o Relatório da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento - ARIS que tem como principal objetivo apresentar um resumo das atividades realizadas.

DA LOCALIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL DE CAÇADOR/SC

Os resíduos sólidos urbanos coletados pelo sistema de coleta e transporte do município são destinados ao aterro sanitário municipal, localizado no município de Caçador/SC, no meio-oeste do Estado de Santa Catarina, distante 6 km em relação a área urbana do município: RODOVIA SC 135, S/N, INTERIOR, KM 08.

1. TERMOS E DEFINIÇÕES

Neste item são apresentadas algumas definições baseadas em normas técnicas, legislações e no manual do Ministério das Cidades, considerando os termos que serão mencionados neste Termo de Referência.

ATERRO SANITÁRIO: consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza os princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos ao menor volume possível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores se for necessário;

BIOGÁS: mistura de gases produzidos pela ação microbiológica na matéria orgânica em condições anaeróbias, composta principalmente de dióxido de carbono e metano em composições variáveis;

CAMADA IMPERMEABILIZANTE DA BASE DO ATERRO SANITÁRIO: elemento de proteção ambiental do aterro sanitário destinado a isolar os resíduos do solo natural subjacente de maneira a minimizar a migração de lixiviados e de biogás e escoá-los, quando necessário, para dispositivos de manejo. Pode ser constituída pelo solo natural ou, por este mesmo solo preparado para incremento de sua impermeabilidade, por solo importado e/ou manta sintética;

CHORUME (ou lixiviado): líquido produzido pela decomposição de substâncias orgânicas contidas nos resíduos sólidos, que tem como características a cor escura, o mau cheiro e altas concentrações de matéria orgânica expressa em DQO e DBO;

CONDICIONANTES FÍSICOS LOCAIS: conjunto de aspectos que determinam a adoção ou não de alguns dos elementos de proteção ambiental do aterro sanitário, determinam o grau de proteção a ser adotada para a minimização dos impactos no ambiente local, e auxiliam na adoção de soluções economicamente adequadas e mais eficientes. Incluem as características de permeabilidade do solo, a profundidade do lençol freático e o regime de pluviosidade, que deverão ser analisados em função das características dos resíduos a aterrar e do volume diário de resíduos a dispor;

CONTRATO: documento subscrito pela Contratante e pela consultora vencedora do certame, que define os direitos e as obrigações de ambas com relação à execução dos serviços;

CRONOGRAMA: representação gráfica da programação parcial ou total de um trabalho ou serviço, na qual são indicadas as suas diversas fases e respectivos prazos, aliados aos custos ou preços;

DESTINAÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos

DISPOSIÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

ELEMENTOS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ATERRO SANITÁRIO: componentes do aterro sanitário destinados a reduzir os impactos ambientais decorrentes da disposição dos resíduos sólidos não perigosos no solo. Inclui a camada impermeabilizante do solo, sistema de manejo de águas pluviais, sistema de manejo de lixiviados, sistema de manejo de efluentes gasosos;

ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO: O termo encerramento de aterro sanitário é comumente empregado referindo-se ao término das atividades de disposição de resíduos e dos serviços de cobertura do aterro com solo, cobertura superficial com vegetação, implantação de dispositivo de drenagem e monitoramento ambiental contínuo (ETE, drenagem de gases e efluentes).

ENCERRAMENTO DAS ATIVIDADES: Para fins deste edital considera-se como encerramento das atividades no aterro sanitário, a interrupção no recebimento dos resíduos sólidos e sua disposição no aterro, e realização dos serviços de cobertura de toda a célula com solo devidamente compactado, protegido por vegetação e sistema de drenagem implantado.

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPC): dispositivos ou produtos de uso coletivo utilizados pelo trabalhador, destinados à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho e de terceiros

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI): dispositivo ou produto de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA: documentação destinada a fixar as normas, características, condições, critérios ou requisitos exigíveis para execução dos serviços;

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETE): sistema, biológico e/ou físico químico, de tratamento de líquidos lixiviados (chorume) das unidades de aterro sanitário, aterro controlado e/ou compostagem, cujo efluente final tratado deverá atender aos padrões de emissão adotados pelo órgão ambiental competente;

ESTUDO AMBIENTAL ESPECÍFICO: estudo ambiental complementar, a ser realizado pela contratada, para subsidiar o órgão ambiental competente para a análise do pedido de licenciamento ambiental da atividade;

FISCALIZAÇÃO: equipe da Contratante indicada para exercer, em sua representação, a fiscalização do contrato;

GERADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS: pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo;

IMPACTO AMBIENTAL: qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais;

LICENÇA AMBIENTAL: ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que devem ser obedecidas para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadores dos recursos ambientais considerados efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental;

PROJETO BÁSICO (PB): conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços, elaborados com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e de adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, que possibilite a avaliação do custo da obra, a definição dos métodos e os prazos de execução, de acordo com as normas pertinentes da ABNT;

PROJETO EXECUTIVO (PE): conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços, elaborado com base no projeto básico e nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, compreendendo memorial técnico, memorial descritivos, especificações técnicas e desenhos, que possibilite o perfeito entendimento e execução completa da obra, de acordo com as Normas Técnicas da ABNT;

PROPONENTE OU LICITANTE: empresa que manifeste interesse na execução dos serviços objeto deste Edital;

PROPOSTA TÉCNICA: documento apresentado com base no detalhamento estabelecido nestes Termos de Referência, com justificativas acerca da metodologia, bem como os recursos humanos e materiais, definidos e quantificados a critério da proponente, segundo os quais a mesma se propõe a executar os serviços;

RELATÓRIO ESPECÍFICO: documento a ser produzido pela Contratada, relativo à justificativa técnica e/ou andamento dos serviços, além dos que forem estabelecidos em caráter sistemático, para efeito de fiscalização;

RELATÓRIO FINAL: documento de produção previsto ao término dos trabalhos, no qual a Contratada apresenta o relato de todos os serviços executados;

RELATÓRIO PARCIAL: documento a ser apresentado pela Contratada, que traduz o resultado parcial dos serviços ou de componentes dos serviços;

REJEITOS: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD): resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras. Devem ser classificados, conforme o disposto na Resolução CONAMA nº 307, nas classes A, B, C e D;

RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS): são todos aqueles resultantes de atividades exercidas nos serviços de saúde humana e animal que, por suas características, necessitam de processos diferenciados em seu manejo, exigindo ou não tratamento prévio à sua disposição final;

RESÍDUOS ESPECIAIS: são todos aqueles que tornem impossível ou não recomendável seu manejo regular em conjunto com os resíduos sólidos domiciliares, quer por suas características qualitativas intrínsecas, quer em função das quantidades (em volume, ou em massa) em que sejam gerados em um único estabelecimento;

RESÍDUOS PERIGOSOS: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

RESÍDUOS ORGÂNICOS (RO): conjunto de resíduos de origem vegetal ou animal que não são recicláveis na forma em que são coletados, que são decompostos com facilidade pelos microrganismos, tais como: restos de alimentos, folhas, sementes, restos de carne e ossos, madeira, entre outros e passíveis de serem tratados pelo processo de compostagem;

RESÍDUOS RECICLÁVEIS (RR): conjunto dos resíduos sólidos urbanos que possuem condições de serem comercializados na forma em que são coletados para o seu reprocessamento, tais como: papéis, papelão, metais, isopor, plásticos (polímeros), vidros, entre outros;

RESÍDUOS SÓLIDOS: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES (RSD): conjunto daqueles resíduos sólidos gerados habitualmente em domicílios abrangendo residências, pequenos estabelecimentos comerciais e/ou de prestação de serviços, bem como entidades correlatas;

RESÍDUOS SÓLIDOS NÃO PERIGOSOS: resíduos no estado sólido, que não apresentam características de reatividade, corrosividade, toxicidade, inflamabilidade e patogenicidade, podendo apresentar propriedades tais como biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água;

SERVIÇO PÚBLICO DE LIMPEZA URBANA E DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: conjunto de atividades previstas no limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas. Os resíduos sólidos têm a seguinte classificação: a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas; b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana; c) resíduos sólidos urbanos: os globados nas letras "a" e "b";

TRATAMENTO: Etapa da destinação que consiste na aplicação de processo que modifique as características físicas, químicas ou biológicas dos resíduos, reduzindo ou eliminando o risco de dano ao meio ambiente ou à saúde pública.

TROCA DE TITULARIDADE DA LICENÇA AMBIENTAL: A transferência de titularidade de licenças já emitidas, e eventualmente dos processos de licenciamento ambiental, é o procedimento para alteração prévia do interessado responsável pela atividade ou empreendimento.

2. JUSTIFICATIVA

A correta execução dos serviços públicos de destinação final de resíduos sólidos que compreende operação, manutenção, monitoramento e controle técnico do aterro sanitário do município de Caçador/SC é imprescindível para a qualidade de vida dos munícipes e a sustentabilidade ambiental de toda a região diretamente afetada. Os resíduos dispostos inadequadamente podem contaminar o solo, subsolo e águas subterrâneas e superficiais, alterando suas características físicas, químicas e biológicas, constituindo-se num problema de ordem ambiental, paisagística e numa séria ameaça à saúde pública.

A fim de evitar que os resíduos venham a poluir o ambiente, a operação deverá colocar em prática uma série de procedimentos de engenharia que visam compactar os resíduos a menor área possível e selar em células de aterro para que sejam degradados biologicamente, e ao mesmo tempo deverá manter em perfeitas condições todos os dispositivos de proteção e monitoramento.

Desta forma, todos os serviços previstos nesta especificação deverão ser realizados com programação e controle, com registros, em conformidade com as normas técnicas, visando a proteção ambiental, saúde e segurança dos trabalhadores e melhor qualidade de vida para todos os envolvidos direta ou indiretamente.

3. OBJETO

Contratação de empresa especializada de engenharia, com condições, equipamentos e pessoal, visando a execução dos serviços de **operação, manutenção, monitoramento e ampliação do aterro sanitário**

municipal de Caçador/SC, pelo período de 12 (doze) meses, podendo ser prorrogado por até 60 (sessenta) meses na forma da Lei, em atendimento às necessidades e a solicitação da Secretaria de Agricultura, Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente de Caçador/SC.

3.1. Detalhamento dos objetivos específicos dos serviços e serem prestados pela Contratada:

a) Adequar a operação de forma a conceber e manter uma frente de trabalho para disposição adequada dos resíduos sólidos urbanos coletados diariamente (segunda a sábado) no município durante período de vigência contratual.

b) A área de disposição de resíduos sólidos em operação deverá ser toda cercada de forma a impedir o acesso de pessoas não autorizadas, bem como de animais. Diariamente, ao final da disposição de resíduos na frente de trabalho, ele deverá ser compactado e coberto com material terroso e em seguida recomposto de forma a evitar que os resíduos fiquem expostos como atração de vetores e geração de maus odores e evitar a infiltração de águas de chuva no maciço, que pode causar instabilidade no aterro e gerar mais efluentes. O uso de mantas de sacrifício para cobertura em substituição ao material terroso somente poderá ser utilizado com a autorização prévia da Prefeitura Municipal de Caçador.

c) Fica obrigado a Contratada apresentar na medição mensal para o fiscal do contrato a comprovação do relatório e comprovantes de pesagens diárias, bem como, das horas máquinas e caminhão, divididas em horas produtivas e improdutivas, através da apresentação do relatório gerado pelo horímetro de cada equipamento com as devidas características identificadas, como também, apresentar cópias com detalhamento em relatório das notas fiscais de insumos, produtos e serviços realizados, no período que compreende a medição, como forma de comprovação das despesas. Caso não sejam atendidas e justificadas todas as despesas realizadas, o fiscal do contrato poderá reter o envio do processo para empenho, pagamento e quitação da parcela relativa à medição mensal.

d) Abertura e/ou manutenção de vias de acessos: primárias e secundárias para os caminhões e veículos autorizados a circular no perímetro do aterro sanitário municipal. Elas terão largura e comprimento variáveis de acordo com a movimentação de veículos dentro do aterro e poderão sofrer mudanças constantes de local, em função das frentes de operação; contudo deverão ser mantidas adequadamente, de modo a permitir o fácil acesso dos veículos e equipamentos em qualquer condição climática.

e) Realização de serviços de nivelamento das declividades apresentadas do terreno, com vistas a melhorar o sistema de drenagem superficial existente para águas pluviais, de forma que permita a captação das águas e o seu escoamento, sem causar desgastes ou erosão da sua estrutura.

f) Os equipamentos utilizados na operação disponibilizados pela Contratada, que funcionem a base da queima de combustíveis, deverão ser operados adequadamente e dispor de regulagem que reduza a emissão de poluentes para a atmosfera, em atendimento às normativas legais.

g) A contratada será responsável pela implantação de benfeitorias necessárias às boas práticas de operação e manutenção do aterro sanitário municipal, de forma a atender os padrões e normativas vigentes.

h) Realizar os serviços de limpeza manual e retirada de materiais leves e dispersos, que porventura sejam levados pelos ventos, bem como de outros materiais que se encontrarem na área do aterro sanitário.

i) Realizar os serviços de manutenção de cercas, cercas vivas, gramados e plantio de árvores.

j) Manutenção e limpeza da balança, guarita e demais instalações.

k) Caso a tipologia de operação adotada pela empresa, resulte na interdição ou embargo do aterro, fica desde já estabelecido, que a empresa contratada ficará responsável pelo transporte dos resíduos coletados no município até um local de disposição final licenciado pelo período previsto para o término do contrato ou desembargo.

l) Realizar os monitoramentos ambientais, de controle de qualidade, de segurança do local e da gestão administrativa em conformidade com a Licença Ambiental de Operação - LAO e outras exigências que possam ser realizadas pelos órgãos de fiscalização (IMA, VISA, ARIS e outros).

m) Imediatamente após a assinatura do contrato e emissão da ordem de serviço iniciar as ampliações do aterro sanitário municipal, conforme projeto executivo elaborado pela empresa GLOBALKEY ENGENHARIA SANITÁRIA & AMBIENTAL - GK disponível no Anexo IX. Em caso de alteração de projeto, esta deverá ter anuência prévia da Contratante.

n) Ao final da vida útil do aterro sanitário, término ou rescisão do contrato, realizar o encerramento da atividade com o fechamento e finalização da frente de trabalho garantindo que não haja descontinuidade na operação da ETE.

Obs.: A eventual necessidade de utilização de materiais ou equipamentos diferentes dos rotineiramente usados e descritos neste Termo de Referência, a serem utilizados pela contratada na realização de

benefícios necessários as boas práticas de operação e manutenção do aterro sanitário municipal serão listados e apresentados à prefeitura, para estudo de viabilidade para o seu fornecimento.

4. DA CARACTERÍSTICA DE SERVIÇOS CONTÍNUOS:

Em conformidade com o Inciso II da Lei Federal 8.666/93, o contrato decorrente deste Processo poderá ter sua duração prorrogada por até 60 (sessenta) meses, a critério da Administração, após análise de preço e condição que se apresente vantajosa para o Município de Caçador/SC.

5. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO

5.1. A operação e manutenção do Aterro Sanitário deverá seguir estritamente o que está estabelecido neste Edital e no Anexo IX "Estudo, Projeto e Planejamento necessários à ampliação e operação do aterro sanitário municipal de Caçador/SC", elaborado pela **Empresa GLOBALKEY ENGENHARIA SANITÁRIA & AMBIENTAL - GK** e deverá seguir os preceitos estabelecidos no processo de licenciamento ambiental vinculado às licenças ambientais obtidas, bem como deverá ater-se ao atendimento das condições e restrições listadas nas respectivas licenças e na legislação vigente incidente sobre o tema.

5.1.1. Havendo qualquer divergência entre o que está definido neste Edital e Termo de Referência e o que está nos Anexos, **fica estabelecido que vale o que está neste edital e Termo de Referência.**

5.1.2. Sob este prisma, a Contratada será responsável por manter as condições operacionais adequadas e responderá por quaisquer danos ao meio ambiente decorrentes da má operação do empreendimento. Deverá informar, também, que caso venha a ocorrer alteração nos atos constitutivos relativos ao empreendimento, a empresa apresentará, imediatamente, cópia dos mesmos ao órgão licenciador e que a ART e as Licenças Ambientais obtidas estarão disponíveis no local da atividade licenciada para efeito de fiscalização. Todos os projetos propostos e os respectivos procedimentos operacionais correlatos terão a sua implementação sob responsabilidade de profissionais responsáveis técnicos devidamente qualificados e diretamente envolvidos na implantação.

5.2. O aterro sanitário deverá ser operado no mínimo, **conforme requisitos descritos nos itens 5.1 e 5.1.1.**, e, de forma geral, nas seguintes condições:

Os resíduos serão depositados no pé do talude na frente de serviço e empurrados no sentido de baixo para cima para que os mesmos possam ser distribuídos e compactados uniformemente. Os taludes deverão ter inclinação de 1,00 metro vertical para 3,00 metros na horizontal para propiciar o adequado deslocamento do equipamento.

A compactação do resíduo se dará mediante a passagem do trator esteira de 3 a 6 vezes sobre o resíduo espalhado. Essa atividade prevê a utilização de trator de esteira, com peso operacional mínimo de 15 t.

Deve ser realizado o recobrimento diário da frente de serviços do aterro sanitário com solo oriundo de escarificação da célula inferior ou da escavação da plataforma subsequente, utilizando-se escavadeira hidráulica, trator esteira e caminhão basculante. O espalhamento e compactação de solo de cobertura serão feitos formando camadas com espessura variável entre 10 a 20 centímetros para evitar a entrada de água pluvial no interior da massa de resíduos. O recobrimento atinge o topo da célula, mantendo-se exposto tão somente à frente de serviços. A espessura total das plataformas de lixo se situará entre 3,0 e 5,0 metros.

A Contratada deverá instalar os drenos verticais de gases e chorume com a utilização de mão de obra e equipamentos alocados, à medida em que o aterro é formado, conforme projeto técnico disponibilizado ou alternativa técnica aprovada pela Prefeitura Municipal de Caçador.

A Contratada deverá manter no local do aterro sanitário, vigilância de 24 horas por dia, 365 dias no ano, podendo ser através de instalação de câmeras para monitoramento remoto, de forma a zelar pela guarda e preservação das instalações e dos equipamentos dispostos neste local, inclusive a balança rodoviária.

Todos os veículos/máquinas fornecidos pela Contratada deverão ter horímetro para avaliar o tempo em que os mesmos ficam em funcionamento durante a operação do aterro. Os horímetros deverão estar com certificado de aferição válido, sendo um item desclassificatório para a aprovação do veículo/equipamento. As horas do horímetro serão apontadas e apresentadas em relatório mensal de medição a ser encaminhado junto a nota fiscal de prestação de serviços para da Prefeitura Municipal de Caçador.

Os funcionários da Contratada deverão orientar a manobra e a descarga dos caminhões na frente de serviço, efetuar a remoção de eventuais resíduos espalhados pela área do aterro sanitário, bem como, a capina e a limpeza das canaletas de drenagem existentes.

Estima-se que a quantidade potencial de resíduos a ser depositada no aterro sanitário será de aproximadamente 1.050 toneladas por mês (35 t/dia), conforme estabelecido na LAO - **Anexo X**.

A licença ambiental de operação do Aterro Sanitário **Anexo X** encontra-se em nome da Prefeitura Municipal de Caçador/SC, sendo necessário que a contratada realize a troca da titularidade de licenças já emitidas, para alteração prévia do interessado responsável pela operação do aterro sanitário Municipal, como também, a manutenção da licença, o cumprimento de suas condicionantes e promova a renovação da Licença de Operação ao final de sua vigência, caso necessário.

5.3. Recebimento e Pesagem de Resíduos

Somente poderão entrar no aterro sanitário e realizar o descarte de resíduos os veículos com as placas previamente cadastradas para acessar ao local, autorizados pela Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente de Caçador/SC, sendo necessário manter o portão de acesso ao aterro sanitário fechado para controle de entrada e saída de veículos. Poderá ser fornecido controle remoto para abertura e fechamento do portão para os veículos que realizam a coleta e transporte dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) do Município de Caçador.

Todos os veículos transportadores de resíduos serão pesados na entrada e na saída do aterro sanitário para a determinação do peso líquido dos resíduos a ele destinados, não sendo permitida a utilização de tara fixa.

Para efeito da absorção de custos de disposição final pela Prefeitura Municipal, os veículos particulares só poderão efetuar a descarga de resíduos mediante autorização prévia da Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente e cadastramento prévio da placa. A disposição final de resíduos por veículos particulares estará condicionada ao recolhimento das tarifas/taxas fixadas pelo poder público municipal, definidas por Lei Complementar Municipal específica.

A Contratada deverá disponibilizar funcionário, devidamente treinado para a execução de inspeção visual do tipo de resíduos direcionados ao aterro, evitando-se o recebimento de qualquer resíduo não caracterizado como resíduo sólido urbano e de origem domiciliar ou equiparado. No caso de verificação de resíduos de construção e demolição (RCD), resíduos perigosos, resíduos especiais e resíduos de serviços de saúde, o veículo deverá ser retido e o Engenheiro(a) Responsável, juntamente com o Fiscal do contrato, deverão ser acionados para as devidas providências.

Os bilhetes (tickets) emitidos no ato da pesagem deverão conter obrigatoriamente a placa do veículo, o horário, empresa, e o tipo de resíduo a ser descarregado, além do peso bruto, peso líquido e a tara do veículo coletor. Estes tickets deverão ser emitidos em 2 (duas) vias, sendo uma via da Prefeitura e uma para a operadora do aterro e deverão ser arquivados em mídia digital por um período de 5 anos, bem como a imagem do veículo atrelado ao ticket.

A operação de pesagem deve ser monitorada por câmeras de vídeo para registro dos veículos no portão de acesso, bem como as imagens em vídeo por monitoramento eletrônico (filmagem) da operação de pesagem dos caminhões na chegada e saída dos veículos de coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos de Caçador - contendo a placa do veículo, horário e identificação do motorista, com o registro - deverão ficar gravadas e arquivadas. Este sistema de videomonitoramento ficará disponível à Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente de Caçador/SC, que poderá fazer a fiscalização da operação de forma remota.

Ao final de cada período de medição a contratante deverá apresentar relatório. As medições serão

computadas no último dia de cada mês, demonstrando os serviços de recebimento no aterro efetivamente executados no período e entregues à Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente para conferência e liberação juntamente com a respectiva Nota Fiscal Eletrônica, que será emitida a partir do primeiro dia do mês seguinte ao medido.

O aterro sanitário possui guarita e balança rodoviária de capacidade de 30 toneladas Marca SATURNO - Modelo SBR-140 SIMPLEX, que deverá ser mantida em operação devidamente calibrada e aferida pelo INMETRO, sendo que, na eventualidade de período em que a **balança não esteja funcionando, devido à manutenção da mesma ou outro fato de força maior**, por um período superior a 5 dias, (balança inativada), o peso mensal a ser considerado e faturado será de no máximo 1.000 (uma mil) toneladas/mês recebidas no aterro sanitário e/ou a Municipalidade adotará o peso total com menos 10% (dez por cento) da média dos últimos três anos,, considerando o mesmo mês de referência.

A Contratada deverá providenciar às suas expensas a calibração e aferição da balança rodoviária com empresa credenciada pelo INMETRO, e realizar a melhoria da estrutura onde a mesma fica localizada, incluindo a parte de obra de engenharia civil, caso necessário. Quando na realização da aferição e calibração anual da balança ocorrer a necessidade de manutenção que exija troca de peças na qual o valor ultrapasse o estabelecido na planilha orçamentária, a Contratante deverá ser imediatamente comunicada para que providencie às suas expensas a devida manutenção, aquisição e troca de peças.

A contratada deverá instalar um sistema de pesagem e controle, compatível com a mesma. Este videomonitoramento deverá propiciar a leitura automática da placa dos veículos cadastrados, bem como permitir a visualização das operações de pesagem “*on line*”. Deverão, também, ser providenciadas câmeras com leitura das placas dos veículos para controle, de forma a permitir o adequado funcionamento de controle de pesagem, os quais serão de propriedade da prefeitura ao término do contrato.

A Contratada deverá manter equipamentos e máquinas em perfeitas condições de trabalho e os seus funcionários deverão ser treinados e utilizar todos os EPI's exigidos pela legislação pertinente e normas técnicas da ABNT.

Durante a descarga dos resíduos, toda anormalidade ou dúvidas que surgirem na operação por parte dos funcionários da Contratada sobre os materiais descarregados devem ser informadas imediatamente ao Engenheiro(a) Responsável para as devidas providências.

5.4 - Operação e Manutenção do Sistema de Drenagem de Efluentes

Consiste na implantação e operação do sistema de controle de drenagem de efluentes líquidos, os serviços de verificação da vazão de efluente gerado, da limpeza das caixas de inspeção, correções de possíveis obstruções do sistema de forma a assegurar o direcionamento destes líquidos até o sistema de tratamento implantado no aterro (ETE).

O tratamento do chorume será realizado no aterro e será de responsabilidade da CONTRATADA a operação da Estação de tratamento dos efluentes - ETE que é composta por sistema de lagoas e físico-químico, para posterior lançamento no solo ou curso d'água dentro dos parâmetros exigidos por lei Federal e Estadual e pelas resoluções CONAMA e CONSEMA.

Assim, o monitoramento dos parâmetros ambientais vinculados à Licença Ambiental de Operação emitida pelo IMA, como também, dos relatórios exigidos pelo órgão ambiental licenciador são de responsabilidade da Contratada.

O sistema de drenagem de efluentes líquidos deve coletar e regular a vazão dos líquidos percolados de forma eficiente garantindo que o mesmo chegue na lagoa de chorume, preservando as águas subterrâneas e superficiais de qualquer tipo de contaminação e minimizando as pressões destes sobre a massa de lixo, evitando assim, problemas de instabilidade do aterro.

O dreno principal será constituído por tubulação de concreto perfurado com diâmetro de 200mm posicionado no interior de uma vala escavada com as dimensões de 1,00 m de largura por 0,60 m de altura.

Os drenos deverão ser executados e serão firmemente conectados com a base assentada no fundo da vala de escavação no topo da camada de argila C2. O dreno principal de percolado, após o assentamento, deverá

ser plenamente coberto com pedra rachão, o qual auxiliará na estabilidade dos materiais assentados.

O tubo principal deverá ser perfurado em sua geratriz superior para permitir a coleta do percolado e, preferencialmente envolto em geotêxtil, que minimize a possibilidade de colmatação da superfície devido a migração de finos que ocorrem na pilha de resíduos envolvente.

Para maximizar a capacidade de coleta de percolados da drenagem, serão instalados drenos secundários também de PEAD com diâmetro de 100 mm, com base lisa e perfurados na parte superior. Estes drenos serão firmemente conectados e perfurados para possibilitar a coleta do percolado. Da mesma forma que o dreno principal, estes drenos secundários serão plenamente recobertos com pedra rachão e totalmente envoltos em manta geotêxtil. Os drenos secundários deverão ser encaixados no dreno principal com plena conectividade.

O sistema de drenagem para coleta de líquido percolado do aterro será do tipo espinha de peixe, sendo a opção adotada como a que mais se encaixa na geometria da nova célula (área de ampliação). O lixiviado deverá fluir por gravidade no sistema com drenos espaçados de 23,0 em 23,0 metros. Os drenos de PEAD perfurados com inclinação de 2,0% fazem a drenagem do lixiviado até a caixa de inspeção com 1,40m de diâmetro e 1,80m de altura para, posteriormente, conduzir o efluente até as lagoas de tratamento.

5.5. Operação e Manutenção do Sistema de Drenagem de Efluentes Gasosos

O sistema de controle de drenagem de efluentes gasosos, tem a função de drenar os gases provenientes da decomposição da matéria orgânica para posterior queima, evitando sua migração através dos meios porosos ao subsolo, o que pode provocar a instabilidade do maciço devido às pressões internas e também a contaminação do ar.

O sistema de drenagem de gases é composto por um conjunto difuso de drenos verticais apropriados, instalados em diversos pontos de cada plataforma da base e construídos à medida que a frente de trabalho avança, podendo estar interligado à drenagem de efluentes, implantados em quantidade suficiente para evitar o acúmulo e possível bolsão abaixo da camada de solo/resíduo. Deverão ser implantados de forma que se mantenha uma malha de drenos na qual a distância entre os elementos da rede não seja superior a um raio de 15 metros, sendo que as linhas deverão ser intercaladas obtendo-se uma distribuição triangular equidistante dos drenos.

Os drenos verticais de gases existentes têm seção mínima equivalente à de uma seção circular de 200 mm, composta por tubo de concreto tipo ponta e bolsa perfurados, envolvido por tela metálica (do tipo Telcon ou similar) preenchida com pedras rachão com espessura não inferior a 1,0 m e interligados ao dreno central de chorume, cuja estrutura deve ser obedecida ou melhorada em sua composição na sua continuidade.

Ao final do alteamento da respectiva etapa da célula e do consequente alteamento de cada dreno componente da etapa, será instalado um queimador de gases (flare), para evitar a emissão direta desses gases para a atmosfera. Para tanto, deverá ser efetuada a implantação de uma camada de ancoragem de concreto no topo do último tubo-dreno para fixação de um tubo de aço galvanizado o qual conterà na extremidade de topo um queimador de gás de ferro fundido ou aço galvanizado.

Para efeito de composição de preços, a Licitante deve considerar a execução de pelo menos 19 unidades dos drenos de gás.

A drenagem de gases é procedimento da rotina de operação, onde são utilizados escavadeira hidráulica para a instalação dos tubos drenos e colocação de pedra rachão e caminhão basculante para a carga e transporte destes materiais. A continuidade e operação do sistema de efluentes gasosos deverá obedecer ao projeto aprovado pelos órgãos ambientais.

A empresa contratada será responsável pelo controle e operacionalização do sistema de captação de gases, de forma a assegurar o pleno funcionamento do sistema, desde a captação até a queima destes efluentes gasosos de forma segura.

5.6. Operacionalização da frente de aterramento de resíduos

O Aterro deverá estar aberto ao funcionamento de segunda-feira a sexta-feira das 7:00 h às 16:00 h e sábado das 07:00 às 11:00h. Este horário poderá ser reajustado conforme andamento do contrato para melhor prestação de serviço.

Os resíduos serão depositados no pé do talude na frente de serviço e empurrados no sentido de baixo para cima para que os mesmos possam ser distribuídos e compactados uniformemente.

Os taludes deverão ter inclinação de 1:3 (Vertical/Horizontal), para propiciar o adequado deslocamento do trator de esteiras pela massa de resíduos.

A compactação do resíduo se dará mediante a passagem do trator de esteira de 3 a 6 vezes sobre o resíduo espalhado. Essa atividade prevê a utilização de um trator de esteira, com peso operacional acima de 15 toneladas, com no máximo 10 (dez) anos de fabricação.

A densidade aparente de referência para os resíduos compactados no aterro deve ser de no mínimo, 0,70 t/m³, a ser verificada mensalmente pela medição do volume de resíduos aterrados por meio da equipe de topografia e da quantidade, em peso, dos resíduos dispostos no aterro durante o mês.

Deve ser realizado o recobrimento diário da frente de serviços do aterro sanitário com solo oriundo de escarificação da célula inferior ou da escavação da plataforma subsequente, utilizando-se escavadeira hidráulica, trator esteira e caminhão basculante. O espalhamento e compactação de solo de cobertura serão feitos formando camadas com espessura variável entre 10 e 20 centímetros para evitar a entrada de água pluvial no interior da massa de resíduos. O recobrimento atinge o topo da célula, mantendo-se exposto tão somente à frente de serviços. A espessura total das plataformas de lixo se situará entre 3,0 e 5,0 metros.

O solo destinado para a cobertura do resíduo deverá ser compactado de forma a permitir o tráfego imediato dos veículos coletores sobre a superfície recém aterrada e manter a estabilidade do aterro.

A partir da adoção dessas providências, elimina-se o risco de atração e proliferação de vetores (aves, ratos e outros) e de moscas, ocasionadas pela eclosão de ovos depositados na superfície não recoberta da célula e que permaneçam expostas ao ar livre por mais de 24 horas.

Ao final da jornada de trabalho aos sábados, assim como nas vésperas de quaisquer feriados prolongados, ou de eventos de qualquer natureza em que o aterro não seja operado por mais de dois dias consecutivos, deverá ser feito também o recobrimento das faces inclinadas da "célula diária", evitando a exposição do resíduo ao ar livre por tempo excessivo. A contratada deverá operar em conformidade com o calendário da Prefeitura Municipal de Caçador, na qual, em não havendo feriados prolongados ou emendas, sempre que houver o sistema de coleta de resíduos em operação, o aterro sanitário deverá estar com funcionamento e operação normal.

Os funcionários da contratada deverão orientar a manobra e a descarga dos caminhões na frente de serviço, efetuar a remoção de eventuais resíduos espalhados pela área do aterro sanitário, e executar a capina, a limpeza e desobstrução das canaletas existentes.

Estima-se que a quantidade de resíduo a ser depositada no aterro sanitário será de aproximadamente 1.050 toneladas por mês (35 t/dia), conforme estabelecido na LAO - **Anexo X**.

5.7. Sistema de drenagem pluvial

A CONTRATADA deverá realizar manutenção da rede de drenagem pluvial já instalada e providenciar implantação de novas redes de drenagem conforme a necessidade rotineira do aterro, com o objetivo de afastar ao máximo a entrada das águas pluviais nas drenagens de chorume e maciço de resíduos.

Deverão também sofrer manutenção o sistema de drenagem pluvial, como as caixas de passagem de águas pluviais, as canaletas e demais dispositivos que compõem o sistema.

As drenagens pluviais serão instaladas após a finalização da operação em cada etapa da célula 2 (área de ampliação). Para tanto, serão construídos canais de conexão em concreto meia cana de 500 mm de diâmetro posicionados na base de cada talude e no topo de cada berma, sequencialmente, desde a porção mais baixa do terreno até a cota de topo do maciço.

Serão implantadas as drenagens em padrão aproximadamente radial, seguindo o já existente na célula

encerrada, sem a necessidade de implantação de escadas hidráulicas ou outros elementos dissipadores de energia nas descidas.

Ainda assim, para minimizar plenamente o risco de ocorrência de processos erosivos foram projetadas valas de dissipação ao final dos drenos superficiais de pluviais com extensão lateral de 20 metros, um metro de largura e 50 cm de profundidade.

A drenagem definitiva perimetral de contorno da célula 2 tem a função de conduzir e escoar as águas pluviais que drenam por entre o sistema de drenagem de taludes e bermas e de evitar o tanto quanto possível que fluxos externos à célula tenham contato com as pilhas de resíduos, com conseqüente contaminação e geração de maior volume de percolados.

A drenagem perimetral circundava todo o limite externo da célula 2, sendo progressivamente construída desde o início da implantação da etapa 1 da célula 2. Em termos construtivos será construída em concreto meia cana de 200 mm de diâmetro conforme já utilizado na operação do aterro sanitário

5.8. Manutenção da Cortina Vegetal, Plantio de Grama e Limpeza de Áreas Externas

A manutenção de toda a área verde do empreendimento, em especial do cinturão verde, é de exclusiva responsabilidade da CONTRATADA, bem como o plantio e o replantio de mudas de eucalipto e nativas, caso o órgão ambiental licenciador exija.

A cortina verde além de reduzir a velocidade do vento incidente, visa minimizar que os odores ultrapassem a área do empreendimento e minimizar os efeitos visuais e impedir a invasão do aterro.

A implantação e a manutenção das áreas de grama nos taludes deve ser foco de cuidados especiais. Durante o período de estiagem, o cuidado com as gramas plantadas nos taludes deve ser aumentado, através da rega ou outro mecanismo definido pela contratada.

Para evitar o espalhamento de resíduos pelo vento, a empresa contratada deverá providenciar quadros com telas com comprimento suficiente para evitar o espalhamento de material descoberto na frente de operação.

Deverá manter limpas as proximidades da frente de operação, bem como todo o maciço de resíduos, os acessos de serviço, vias internas, áreas ajardinadas, cinturão verde e cercas, recolhendo manualmente todo e qualquer material que fique espalhado pela ação do vento, pelo trânsito de veículos de transporte dos resíduos ou problemas operacionais eventuais.

O plantio de grama para proteção dos taludes definitivos no maciço de resíduos, será executado, após a cobertura final dos resíduos.

São estimados para a execução deste serviço 8.000 (oito mil) m² de grama em leiva do tipo esmeralda ou outra com características semelhantes e 2.000 (dois mil) mudas de eucalipto e nativas.

5.9. Sistema Viário

O sistema viário interno do empreendimento, bem como, o pátio de manobras da frente de aterramento, deverão ser mantidos permanentemente em boas condições de tráfego.

Em períodos de intensa pluviosidade, a manutenção (preventiva ou corretiva) deverá ocorrer com maior frequência, devendo ser tomada a precaução de ser mantido um estoque suficiente de material britado para a correção de qualquer problema que possa vir a ocorrer.

Conforme projeto do **Anexo IX**, são estimados 358 m³ de material britado por mês para a perfeita manutenção do sistema viário.

Durante o período de seca, deverá ser feito periodicamente o umedecimento das vias internas. Este serviço será realizado através do emprego de caminhão pipa ou outro mecanismo a ser definido pela CONTRATADA, que poderão ser alugados, de modo a minimizar os impactos decorrentes de material particulado em suspensão.

O sistema viário deverá conter placas de identificação nos locais internos à área do aterro (balança, guarita,

frente de operação), indicativas de velocidade (20 Km/h).

5.10. Monitoramento do Aterro Sanitário

5.10.1. Monitoramento Topográfico

O aterro sanitário deverá contar com serviços de topografia para levantamentos planimétricos, planialtimétricos, dos marcos topográficos para controle da estabilidade e para o controle de todas as atividades na área do empreendimento. A empresa contratada deverá instalar marcos topográficos e placas de recalque.

Será escopo dos trabalhos topográficos, tanto o monitoramento de deslocamentos verticais e horizontais da massa de resíduos, quanto a demarcação das frentes de operação, linhas de drenos de percolado e de águas pluviais, além de drenos de gás.

Os serviços de topografia deverão incluir também o monitoramento do aterramento de resíduos para o cálculo de densidade dos resíduos aterrados e o acompanhamento de obras de expansão de plataformas, cortes e aterros na área do aterro, entre outros.

A seguir, são descritos de forma sucinta os serviços de topografia a serem executados no aterro sanitário:

- Operação dos resíduos: deverão ser demarcados em frequência a ser definida pelo Engenheiro Responsável, através de estacas facilmente visíveis pelos operadores (Trator de Esteira, Escavadeira etc), as frentes de operação, as estradas, altura das células, declividade para o sistema de drenagem, linhas de drenos de percolado e de águas pluviais, além de drenos de gás.

- Levantamento do volume de resíduos aterrados: Levantamento planialtimétrico com periodicidade a ser definida pelo Engenheiro Responsável, da camada de resíduos aterrados, com o cálculo do volume de resíduos, considerando o volume de material de cobertura utilizado, para a verificação da densidade dos resíduos compactados.

- Monitoramento de deslocamentos verticais e horizontais: Ao longo do tempo, com a decomposição dos resíduos, o maciço sofre recalques, cujo monitoramento é importante para o controle da estabilidade e a previsão das cotas finais e previsão da vida útil do empreendimento.

O monitoramento de deslocamentos horizontais é de fundamental importância para a garantia da estabilidade do maciço de resíduos. Estes monitoramentos deverão ser executados com periodicidade mínima mensal.

- Equipamentos e materiais a serem utilizados: A empresa contratada deverá dispor de todos os equipamentos e materiais para a realização dos serviços, inclusive piquetes e estacas necessárias para locações e demarcações.

Para os levantamentos de campo deverão ser utilizados os seguintes equipamentos: Estação Total Eletrônica, Nível Óptico e GPS geodésico para o transporte de coordenadas, balizas e trenas, caso necessário. Os dados coletados em campo deverão ser processados em programas de computador específicos, sendo os desenhos editados em extensão dwg do AutoCAD.

5.10.2. Monitoramento de Efluentes, águas subterrâneas e superficiais

O Automonitoramento é o conjunto de medições sistemáticas, periódicas ou contínuas, de parâmetros inerentes às emissões de fonte efetiva ou potencialmente poluidora, bem como de parâmetros inerentes aos componentes ambientais receptores dessas emissões (ar, água ou solo), conforme diretrizes definidas pelo órgão ambiental quando da concessão de Licença Ambiental de Operação (LAO) ou da revalidação destes instrumentos. Todos os monitoramentos realizados deverão ser disponibilizados para o fiscal do contrato.

5.10.2.1. Efluentes

No aterro sanitário municipal de Caçador/SC, conforme descrito na LAO n. 936/2023 **Anexo X** deste Edital,

os efluentes são tratados inicialmente por meio de lagoas e posteriormente por tratamento físico-químico seguido de carvão ativado, sendo então lançados em uma vala que conduz até um corpo receptor. O tratamento é composto por Lagoa Anaeróbia I, Lagoa Anaeróbia II, Lagoa Facultativa, Tratamento físico-químico, com adição de coagulante e posterior separação por decantação e por fim, tratamento complementar por meio de carvão ativado.

Pelo menos uma vez a cada trimestre a empresa Contratada deverá realizar a limpeza do decantador através de veículo hidrovácuo que poderá ser locado para esta atividade.

O projeto **Anexo IX** não apresenta a vazão de efluente, indicando a necessidade de instalação de uma calha Parshall, portanto, considerando o porte do aterro sanitário e a quantidade de resíduos recebidos, estima-se uma vazão de 16 m³/dia.

A contratada deverá protocolar junto ao IMA, ANUALMENTE, o laudo técnico com indicação clara e conclusiva de que o efluente do sistema de tratamento atende ou não ao estabelecido na Resolução CONAMA 430/2011 e CONSEMA 181/2021, ou outra legislação que regulamenta os padrões de lançamento de efluentes que venha a ser editada após a emissão da LAO 936/2023. O protocolo é referente ao processo n. RSU/00009/CRP e deverá ser feito em formato digital e referenciado o processo SGP-e FATMA 44294/2014.

A frequência de monitoramento deverá ser mensal para os parâmetros:

- Efluente bruto: DBO.

- Efluente tratado: pH, materiais sedimentáveis, óleos minerais, óleos vegetais e gorduras animais, DBO, DQO e Escherichia coli.

A frequência de monitoramento deverá ser semestral para os parâmetros:

Efluente tratado: todos os parâmetros inorgânicos constantes na Tabela I do art. 16, inciso II da Resolução CONAMA 430/2011.

As coletas e análises devem ser realizadas por laboratórios reconhecidos pelo IMA, conforme Decreto Estadual n. 3.754/2010. Não serão aceitos, para qualquer fim, documentos, laudos, certificados de análises, pareceres ou relatórios provenientes de laboratórios não reconhecidos.

Os laudos de análise e relatórios de ensaios deverão ser mantidos em arquivo no empreendimento, em cópias impressas, subscritas pelo responsável técnico legalmente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, os quais deverão ficar à disposição da Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente e dos órgãos ambientais pelo período de cinco anos, contados da data de emissão, durante o qual poderão ser solicitados a qualquer tempo, inclusive pelo agente de fiscalização da Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente.

Em havendo não conformidades em algum dos parâmetros, deverá a CONTRATADA iniciar de imediato ações de diagnóstico, planejamento e ações mitigatórias para solução. Todas as ações mitigadoras para esses possíveis problemas correrão às expensas da empresa contratada e deverão ser comunicadas à Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente.

5.10.2.2. Águas Subterrâneas

Conforme descrito na LAO n. 936/2023 **Anexo X** deste Edital, o aterro sanitário municipal possui 04 poços de monitoramento de águas subterrâneas, sendo 3 a jusante e 1 a montante.

A contratada deverá protocolar junto ao IMA, ANUALMENTE, o laudo técnico com indicação clara e conclusiva acerca do atendimento aos padrões estabelecidos na Resolução CONAMA 420/2009 ou outra legislação que a substituir. A empresa deverá realizar semestralmente análise da água dos 04 poços de monitoramento.

Os parâmetros a serem avaliados são todos os parâmetros inorgânicos do Anexo II da Resolução CONAMA n. 420/2009. Registrar o nível do lençol freático a cada coleta realizada. Quando algum parâmetro estiver fora dos limites estabelecidos na legislação, deve-se aumentar a frequência de análises e elaborar um relatório a fim de investigar a origem da contaminação. O protocolo é referente ao processo n. RSU/00009/CRP e deverá ser feito anualmente em formato digital e referenciado o processo SGP-e FATMA 44294/2014.

As coletas e análises devem ser realizadas por laboratórios reconhecidos pelo IMA, conforme Decreto Estadual n. 3.754/2010. Não serão aceitos, para qualquer fim, documentos, laudos, certificados de análises, pareceres ou relatórios provenientes de laboratórios não reconhecidos.

Os laudos de análise e relatórios de ensaios deverão ser mantidos em arquivo no empreendimento, em cópias impressas, subscritas pelo responsável técnico legalmente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, os quais deverão ficar à disposição da Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente e dos órgãos ambientais pelo período de cinco anos, contados da data de emissão, durante o qual poderão ser solicitados a qualquer tempo, inclusive pelo agente de fiscalização da Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente.

Em havendo não conformidades em algum dos parâmetros, deverá a CONTRATADA iniciar de imediato ações de diagnóstico, planejamento e ações mitigatórias para solução. Todas as ações mitigadoras para esses possíveis problemas correrão às expensas da empresa contratada e deverão ser comunicadas à Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente.

O monitoramento do corpo receptor do efluente tratado objetiva proporcionar condições para avaliar a qualidade do tratamento e a interferência do lançamento do efluente tratado no corpo receptor e os possíveis impactos.

A contratada deverá protocolar junto ao IMA, ANUALMENTE, o laudo técnico com indicação clara e conclusiva acerca do atendimento aos padrões estabelecidos, sendo que os valores dos parâmetros analisados devem ser comparados com os padrões máximos previstos na Resolução Conama n. 357/2005 (quando houver) para a classe do corpo receptor.

Deve-se apresentar ao IMA relatórios com resultados de análises trimestrais de monitoramento do corpo receptor para sólidos dissolvidos totais, coliformes termotolerantes, E. Coli, DBO5, DQO, oxigênio dissolvido, turbidez, pH, nitrogênio amoniacal total, nitrato, nitrito, fósforo total, alumínio dissolvido, cádmio total, chumbo total e cloro residual total. As análises devem ser feitas em dois pontos, sendo um ponto a montante do lançamento de efluente tratado e um ponto a jusante do ponto de lançamento. O protocolo é referente ao processo n. RSU/00009/CRP e deverá ser feito anualmente em formato digital e referenciado o processo SGP-e FATMA 44294/2014.

As coletas e análises devem ser realizadas por laboratórios reconhecidos pelo IMA, conforme Decreto Estadual n. 3.754/2010. Não serão aceitos, para qualquer fim, documentos, laudos, certificados de análises, pareceres ou relatórios provenientes de laboratórios não reconhecidos.

Os laudos de análise e relatórios de ensaios deverão ser mantidos em arquivo no empreendimento, em cópias impressas, subscritas pelo responsável técnico legalmente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, os quais deverão ficar à disposição da Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente e dos órgãos ambientais pelo período de cinco anos, contados da data de emissão, durante o qual poderão ser solicitados a qualquer tempo, inclusive pelo agente de fiscalização da Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente.

Em havendo não conformidades em algum dos parâmetros, deverá a CONTRATADA iniciar de imediato ações de diagnóstico, planejamento e ações mitigatórias para solução. Todas as ações mitigadoras para esses possíveis problemas correrão às expensas da empresa contratada e deverão ser comunicadas à Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente.

5.10.3. Monitoramento das Condições de Operação

Deverão ser verificados frequentemente os aspectos gerais da área e a integridade dos componentes do aterro, tais como a segurança do trabalhador, a condição dos equipamentos, o recobrimento dos taludes, as condições do cinturão verde, da cerca divisória e os elementos estruturais do aterro, no mínimo conforme a Tabela 1:

Tabela 1: Plano de Monitoramento das Condições de Operação

MONITORAMENTO	PARÂMETROS DE ANÁLISE	PERIODICIDADE
---------------	-----------------------	---------------

OPERAÇÃO	Cinturão verde e revegetação dos taludes	Mensal
	Cercamento da área (alambrado)	Mensal
	Equipamentos	Diário
	Ruptura de taludes	Diário
	Vazamentos	Diário
	Recalques	Mensal
	Massa a aterrar / tratar	Diário
	Ruído	Anual

A contratada poderá elaborar um check list para a execução do monitoramento e em havendo não conformidades em algum dos parâmetros, deverá a CONTRATADA reportar à Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente e iniciar de imediato ações de diagnóstico, planejamento e ações mitigatórias imediatas para solução.

Todas as ações mitigadoras para esses possíveis problemas correrão às expensas da empresa contratada.

5.11. Dimensionamento de mão de obra, veículos e equipamentos

A empresa contratada, na admissão do pessoal, deverá dar preferência a funcionários residentes no município de Caçador e de outras empresas que atualmente prestam serviços e que venham a ser demitidos em função da entrada em operação das atividades objeto desta.

A Prefeitura Municipal de Caçador terá direito a exigir o afastamento do funcionário da empresa contratada, cuja conduta seja prejudicial ao bom andamento dos serviços, conforme já descrito neste edital.

A contratada não poderá permitir a entrada em serviço de quaisquer trabalhadores ou visitantes desprovidos dos uniformes completos e EPI's exigíveis pela função que desempenham na prestação dos serviços contratados. Todos os funcionários deverão estar devidamente uniformizados e munidos de EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) e de todos os materiais necessários à execução dos serviços.

O(a) Engenheiro(a) Responsável e o Coordenador deverão portar equipamento móvel de telefonia celular para serem contatados para prestar eventuais informações ao contratante.

Nos dias de chuva deverá ser fornecida capa protetora aos funcionários.

O(a) engenheiro(a) será responsável direto pelos serviços de execução sendo imprescindível a Anotação de Responsabilidade Técnica – ART junto ao CREA/SC.

É absolutamente proibido aos funcionários fazer catação ou triagem de materiais, fumar nas áreas de operação e ingerir bebida alcoólica em serviço e pedir gratificação ou donativos de qualquer natureza. Também é vedada a alimentação dos funcionários fora do local estabelecido para refeições, mesmo que somente lanches rápidos durante os percursos dos serviços.

A mão de obra necessária para à perfeita execução do serviço de operação e manutenção do aterro sanitário será de:

- ✓ 1 Engenheiro(a) Civil ou Sanitarista e Ambiental;
- ✓ 1 Coordenador e operador de balança;
- ✓ 1 Motorista (caminhão caçamba);

- ✓ 1 Auxiliar de Serviços Gerais (frente de serviço);
- ✓ 1 Operador de Máquinas (Trator de Esteiras e Escavadeira Hidráulica);
- ✓ 1 Operador de ETE

Com exceção do Engenheiro que será o responsável técnico, os licitantes deverão considerar que o pessoal trabalhará no mínimo 147,33 (cento e quarenta e sete vírgula trinta e três) horas/mês considerando 6 (seis) horas de segunda a sexta-feira e 4 (quatro) horas no sábado. Os funcionários que exercem as funções de Coordenador e operador de balança, Operador de máquinas e o operador de ETE trabalharão no mínimo 190,66 (cento e noventa vírgula sessenta e seis) horas/mês, considerando 8 (oito) horas de segunda a sexta-feira e 4 (quatro) horas no sábado.

- **POLÍTICA DE RECURSOS HUMANOS:**

Sendo a capacitação da mão de obra um importante vetor para melhorar a qualidade dos serviços executados por qualquer organização, deve-se desenvolver um programa permanente de treinamento de pessoal, promovendo a reciclagem de informações e a integração dos funcionários na direção das metas estabelecidas.

- **ESPECIFICAÇÃO DE VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS**

Os veículos e demais equipamentos necessários à execução do objeto deste edital, deverão ser adequados e suficientes, respeitando-se as seguintes condições:

- As marcas, modelos e outras características ficam a critério da licitante;
- Os veículos e equipamentos deverão apresentar-se em perfeito estado de funcionamento e com o licenciamento em dia;
- Todos os veículos, equipamentos e máquinas deverão ser vistoriados por equipe técnica credenciada pela Prefeitura Municipal de Caçador/SC antes do início das atividades visando aferir o seu estado, ano de fabricação e outros itens constantes da proposta da licitante vencedora.
- Obrigar-se-á a Contratada a manter os veículos em perfeitas condições de uso e manutenção, limpeza, pintura e conservação.

Os veículos e equipamentos utilizados na Operação do Aterro Sanitário deverão ter a idade limitada, conforme o quadro - Tabela de Idade Máxima da Frota:

TABELA DE IDADE MÁXIMA DA FROTA DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS, CAMINHÕES E VEÍCULOS

TIPO	POTÊNCIA MÍNIMA	CAPAC.	QTDE	IDADE MÁX. EM
ANOS TRATOR DE LÂMINA SOBRE ESTEIRAS	140 HP		2,0 M ³	01
ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	150 HP	1,2 M ³	01	10
CAMINHÃO CAÇAMBA	150 HP	5,0 M ³	01	05

A empresa deverá considerar na elaboração da sua composição de preços a quantidade mínima dos seguintes equipamentos:

- ✓ 01 Trator de esteiras, com potência mínima de 140 HP e peso operacional mínimo de 15 toneladas, com no máximo 10 anos de fabricação;
- ✓ 01 Escavadeira Hidráulica, com no mínimo: Potência de 150 HP, Peso Operacional de 20 toneladas e concha com capacidade de 1,2 m³ com no máximo 10 anos de fabricação;
- ✓ 01 Caminhão Basculante traçado, com capacidade mínima de 10 m³ e com no máximo 05 anos de fabricação;

✓ 01 Roçadeira costal mecânica.

OBS: Deverá ser considerado pelos licitantes, que os equipamentos ficarão à disposição do aterro permanentemente, não podendo ser deslocados para outras obras ou serviços que não sejam pertinentes ao aterro sanitário do município.

6. PRAZOS

Os serviços serão realizados após o recebimento de Ordem de Serviço específica emitida pela Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente pelo período de 12 meses, podendo ser prorrogado por até 60 meses. A vida útil do aterro sanitário Municipal de Caçador está estimada no documento denominado “GK-2022-001-PM-CACADOR-ATERRO-RTF-PROJETO-R2.pdf” que é referente ao Estudo, Projeto e Planejamento necessários à ampliação e operação do aterro sanitário municipal de Caçador/SC, elaborado pela Empresa GLOBALKEY ENGENHARIA SANITÁRIA & AMBIENTAL - GK - **Anexo IX**.

Conforme o estudo mencionado acima, estima-se uma vida útil de 5 anos, consideradas todas as variáveis incidentes sobre a operação de aterros sanitários.

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO

A medição dos serviços será efetuada por tonelada de resíduos pesados e recebidos no aterro sanitário municipal.

8. FREQUÊNCIA E HORÁRIO

A empresa contratada deverá operar a unidade de segunda-feira a sexta-feira das 7:00 h às 16:00 h e sábado das 7:00h às 11:00h. Este horário poderá ser reajustado conforme andamento do contrato para melhor prestação de serviço.

Não haverá trabalho aos domingos e feriados e a contratada deverá observar o calendário da Prefeitura Municipal de Caçador/SC.

9. GERENCIAMENTO

A CONTRATADA deverá disponibilizar todo mobiliário, materiais, ferramentas, linhas telefônicas, equipamentos de informática, materiais de escritório, internet, de comunicação e demais materiais e equipamentos necessários para a operacionalização e a manutenção de todos os equipamentos e materiais existentes do aterro sanitário e das unidades de apoio operacional e administrativo.

Todos os custos referentes aos serviços, equipamentos e materiais necessários para o início da operação bem como a manutenção e eventual substituição dos equipamentos e materiais existentes para o desenvolvimento dos trabalhos deverão estar incluídos nos custos mensais dos serviços.

A CONTRATADA deverá disponibilizar equipamentos de comunicação, sejam rádios comunicadores, sejam telefones celulares, ao encarregado geral, na balança e operador da ETE, em razão das distâncias entre as unidades e frente de operação.

A CONTRATADA terá disponível a estrutura administrativa já existente no aterro sanitário, que conta com uma sala para administração/operação, guarita e banheiro, podendo utilizar a estrutura já existente da guarita ou instalar a suas expensas um container.

Quaisquer benfeitorias ou ampliações nessa estrutura, a fim de melhorar as condições de trabalho dos funcionários da CONTRATADA como área para vestiário e copa, poderão ser realizadas, desde que aprovadas pela Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente às expensas da CONTRATADA.

O gerenciamento da unidade também deverá apresentar resultados, dados e outras informações em indicadores de desempenho, na forma de gráficos expostos que deverão constar dos relatórios mensais.

Diariamente, a gerência da empresa deverá preencher Relatório Diário de Serviços, em modelo a ser aprovado previamente pela Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente, constando todas as informações das condições de operação do dia, equipamentos utilizados, vazão de percolado na saída do sistema de drenagem, condições meteorológicas, serviços de monitoramento realizados, visitas técnicas, obras diversas, problemas operacionais, entre outras informações relevantes.

Todas as informações relativas à operação do aterro sanitário no mês, deverão ser apresentadas na forma de Relatório Técnico Mensal de Operação. Este relatório deverá incluir todas as informações do monitoramento realizado (topográfico, de recursos hídricos, líquido percolado, de ruídos, de biogás e das condições de operação, estimativa de vida útil do aterro), fotografias, gráficos e textos descritivos dos serviços e obras realizados e deverá ser elaborado pela CONTRATADA e entregue em até 10 dias úteis do mês subsequente, de acordo com modelo proposto e aprovado pela Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente.

10. VIGILÂNCIA E CONTROLE DE ACESSO

A CONTRATADA deverá impedir a entrada de pessoas não autorizadas no aterro. Para isso, deverá ser realizado um controle efetivo da portaria, durante todos os dias e períodos de operação, onde deverão ser registradas e controladas todas as entradas e saídas de pessoas e veículos. A entrada do aterro deverá contar com uma corrente metálica para controle de entrada e saída de veículos.

A CONTRATADA deverá manter cerca de isolamento do aterro, realizando pequenos reparos sempre que necessários, como substituição de mourões, emendas e complementação de fios de arame partidos. Em termos construtivos, o cercamento deverá ser estruturado a partir de mourões de concreto com curva com seção transversal de 10x10 cm espaçados a cada 3,0 m, cravados no terreno à profundidade de 0,50 m. Ainda, os mourões devem ser alinhados e aprumados com reaterro compactado de suas fundações, de modo a não possibilitar deslocamento. Cada mourão esticador deve ser apoiado por dois mourões de escora de 10x10 cm nos vértices.

Deverão ser instaladas câmeras para monitoramento remoto, de forma a zelar pela guarda e preservação das instalações e dos equipamentos dispostos neste local, inclusive a balança rodoviária.

11. BALANÇA - Manutenção Corretiva e Preventiva do Sistema de Pesagem

No local existe uma balança rodoviária de capacidade de 30 toneladas Marca SATURNO - Modelo SBR-140 SIMPLEX, e a contratada deverá zelar, cuidar e quando necessária a realização de manutenções que necessitem de troca de peças na qual o valor ultrapasse o estabelecido na planilha orçamentária, a Contratante deverá ser imediatamente comunicada para que providencie às suas expensas a devida manutenção, aquisição e troca de peças. Correrá por conta da contratada a aferição anual da balança por empresa credenciada pelo INMETRO.

A balança poderá ser utilizada por terceiros conforme prévia aprovação da Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente, gestora do contrato.

O sistema de pesagem do aterro sanitário é composto por 01 (uma) balança rodoviária com plataforma de concreto, capacidade carga máxima de 30 (trinta) toneladas, e deverá contar com sistema de leitura dos veículos para controle, de forma a permitir o adequado funcionamento deste sistema necessário para registro

das pesagens da balança por no mínimo 5 anos e com instalação de câmeras para leitura de placa para identificação do veículo os quais serão de propriedade da CONTRATANTE após o término do contrato.

Por ser um sistema de precisão, o INMETRO determina que a manutenção, a conservação e a aferição dessa balança devem ser feitas por empresa especializada, capacitada para tal e credenciada pelo órgão. A CONTRATADA deverá contratar empresa com tais competências para a realização das aferições e uma via da aferição deverá ser encaminhada para a CONTRATANTE.

Os serviços de manutenção preventiva deverão ser realizados em dias e horários de menor movimento no aterro sanitário para afetar o mínimo possível a rotina de pesagem dos veículos e em caso de imobilização da unidade defeituosa, a empresa deverá informar a previsão de liberação da mesma, com a respectiva justificativa técnica para análise da Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente.

12. AMPLIAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO

A ampliação do aterro sanitário será através de uma nova célula de recebimento de resíduos denominada Célula 2 conforme descrito no **Anexo IX** "Estudo, Projeto e Planejamento necessários à ampliação e operação do aterro sanitário municipal de Caçador/SC", elaborado pela Empresa GLOBALKEY ENGENHARIA SANITÁRIA & AMBIENTAL, onde constam os projetos executivos.

A nova célula de resíduos deverá integrar os drenos de chorume e gases na rede já existente para possibilitar a veiculação, principalmente do chorume, ao sistema de tratamento de efluentes existente no aterro sanitário.

A execução dos trabalhos de ampliação deverá iniciar imediatamente após a assinatura do contrato e recebimento da ordem de serviço, de forma concomitante com a operação da célula 1 atual, para que não haja interrupção no recebimento de resíduos por falta de área adequada.

13. ENCERRAMENTO DAS ATIVIDADES

É de responsabilidade da Contratada aproveitar o máximo possível toda a área licenciada para a realização da disposição final de resíduos, com a adequada compactação e aproveitamento e uso racional de solo de cobertura, de forma que a vida útil do aterro sanitário seja a maior possível e esteja compatível com o Estudo realizado pela empresa GLOBALKEY ENGENHARIA SANITÁRIA & AMBIENTAL, **Anexo IX** deste Edital. Ao final do contrato, que poderá ser de até 60 (sessenta) meses e conseqüentemente final da vida útil do aterro sanitário a empresa contratada deverá realizar o encerramento das atividades, com a interrupção no recebimento de resíduos e cobertura de toda a célula com solo devidamente compactado. Com o encerramento das atividades, a empresa contratada deverá entregar relatório final de operação com todas as informações necessárias para a execução do encerramento do aterro sanitário. O encerramento do aterro sanitário com a cobertura vegetal e monitoramento ambiental contínuo (ETE, drenagem de gases e efluentes) ficará a cargo da Prefeitura Municipal, que procederá dentro dos padrões técnicos recomendados e seguir as determinações de segurança minimizando riscos.

A Contratada deverá desenvolver o Plano de Encerramento do Aterro Sanitário de Caçador contemplando as ações necessárias para o correto encerramento das atividades operacionais de disposição final de resíduos no empreendimento e sua inter relação com as demandas envolvidas; a avaliação da capacidade remanescente atual já integrando os serviços de readequação e reconformação geométrica dos taludes, bermas e plataformas; o diagnóstico da situação atual e na configuração preconizada para encerramento; a definição das atividades necessárias ao condicionamento da cobertura final com solos e vegetal, os sistemas de drenagem de líquidos e gases e seus devidos tratamentos; a recuperação ambiental e a definição do tipo e instantes de implementação de usos futuros.

Em até 6 meses da assinatura do contrato a Contratada deverá apresentar à Prefeitura Municipal de

Caçador, através da Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente, o Plano de encerramento do Aterro Sanitário, que contemplará atividades de curto, médio e longo prazo, sendo que o encerramento do recebimento de resíduos representa o marco inicial da execução do referido plano. O Plano deverá ser previamente aprovado pela Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente e ficará exclusivamente a seu critério a execução na sua integralidade ou não.

As soluções detalhadas no Plano de Encerramento deverão garantir um cenário de transição sustentada, com correta gestão dos resíduos envolvidos, minimizando os impactos negativos e potencializando os benefícios da reinserção da área como equipamento urbano.

O Plano de Encerramento deverá estar em conformidade com as normas e legislações pertinentes e especificamente incidentes, em especial a NBR 8419, e considerando ainda os seguintes aspectos:

a) todas as medidas mitigadoras e de monitoramento já implantadas e implementadas, justificando-se a adoção dos métodos e soluções complementares e diferenciados;

b) adequação às características geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas da área. Estando dividido em componentes de forma a permitir a abordagem de cada tema em separado, cuja integração é demonstrada ao final no cronograma de execução.

c) O cronograma deverá ter no mínimo a previsão das seguintes etapas: 1. RECONFORMAÇÃO GEOMÉTRICA DO ATERRO, 2. UTILIZAÇÃO DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO DO ATERRO; 3. ENCERRAMENTO DA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS NO ATERRO SANITÁRIO; 4. SELAMENTO SUPERFICIAL; 5. MANUTENÇÃO DAS INSTALAÇÕES OPERACIONAIS EXISTENTES; 6. OPERAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES; 7. MONITORAMENTO AMBIENTAL; 8. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO.

14. ORÇAMENTO BÁSICO

ESTIMATIVAS DETALHADAS DOS PREÇOS - O orçamento para execução dos serviços foi estimado com base em preços públicos referenciais, tais como Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI – CEF (Data Base: junho/2023), cotações realizadas diretamente com fornecedores, segundo os valores atuais de mercado e planilha apresentada no estudo da GLOBALKEY ENGENHARIA SANITÁRIA & AMBIENTAL e Anexo a este Edital, conforme planilha de composição de custos.

Os métodos utilizados para pesquisa de preço obedecem ao Decreto Federal nº 7.983/2013 que estabelece regras e critérios para elaboração de orçamento de referência de serviços de engenharia, conforme seu Artigo 3º: "O custo global de referência de obras e serviços de engenharia, exceto os serviços e obras de infraestrutura de transporte, será obtido a partir das composições dos custos unitários previstas no projeto que integra o edital de licitação, menores ou iguais à mediana de seus correspondentes nos custos unitários de referência do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil SINAPI, excetuados os itens caracterizados como montagem industrial ou que não possam ser considerados como de construção civil."

O valor máximo dos serviços de **operação, manutenção, monitoramento e ampliação do aterro sanitário municipal de Caçador/SC**, por ano é de **R\$ 2.086.146,01 (Dois milhões e oitenta e seis mil cento e quarenta e seis reais e um centavo)**. Perfazendo um valor máximo para 5 anos de **R\$ 10.430.730,05 (Dez milhões quatrocentos e trinta mil setecentos e trinta reais e cinco centavos)**.

O custo máximo por tonelada aterrada é de **R\$ 165,57 (Cento e sessenta e cinco reais e cinquenta e sete centavos)**, levando em consideração o quantitativo estimado no documento denominado "GK-2022-001-PM-CACADOR-ATERRO-RTF-PROJETO-R2.pdf" que é referente ao Estudo, Projeto e Planejamento necessários à ampliação e operação do aterro sanitário municipal de Caçador/SC, elaborado pela Empresa GLOBALKEY ENGENHARIA SANITÁRIA & AMBIENTAL - GK - **Anexo IX**.

Estão apresentados em planilhas os quantitativos estimados de serviços conforme anexo deste Edital.

Os quantitativos apresentados nas planilhas de quantitativos/orçamento devem ser utilizados pelas licitantes como indicativos para elaboração de suas propostas.

Os preços unitários propostos, nos quais, obrigatoriamente, deverão estar inclusos todos os custos diretos e indiretos, além dos encargos de qualquer natureza (seguros em geral, direitos autorais, royalties, taxas, impostos, tarifas, fretes e outras quaisquer despesas que se fizerem necessárias).

OBS: Modelo de planilha básica de custos para apuração do valor referencial, encontra-se disponível, anexo a este documento.

Contratante:



**PREFEITURA DE
CAÇADOR**

**ESTUDO, PROJETO E
PLANEJAMENTO DA AMPLIAÇÃO
E OPERAÇÃO DO ATERRO
SANITÁRIO MUNICIPAL**

**RELATÓRIO TÉCNICO
FINAL**

Empresa Contratada:



Contrato nº 83/2022

Ordem Serviço: 2022-001

Novembro, 2022

ELABORAÇÃO DE ESTUDO, PROJETO E PLANEJAMENTO NECESSÁRIOS À AMPLIAÇÃO E OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL DE CAÇADOR - SC

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Preparado para:
Prefeitura Municipal de Caçador - SC
Caçador - SC

Preparado por:
GLOBALKEY ENGENHARIA SANITÁRIA & AMBIENTAL - GK
Veranópolis - RS

Distribuição:

01 cópia - Prefeitura Municipal de Caçador - SC

01 cópia - Globalkey Engenharia Sanitária & Ambiental Ltda

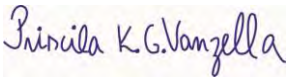



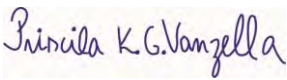

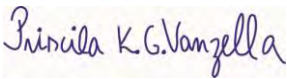

NOTA

Este Relatório foi preparado pela GK, a partir das normas técnicas recomendadas para trabalhos desta natureza, em estreita observação aos ditames da Legislação vigente e dos termos e condições contratuais firmados com o Cliente. Considerada esta premissa, a GK se isenta de quaisquer responsabilidades perante o Cliente ou terceiros pela utilização dos dados e conteúdos contidos neste Relatório, ainda que parcialmente, fora do contexto citado no Contrato de Prestação de Serviços. Reitera-se, que todo o conteúdo é confidencial e destinado à utilização exclusiva do Cliente, de forma que a GK não se responsabiliza pela utilização do material, ainda que parcialmente, por terceiros. Cópias do conteúdo ou a utilização dos dados para outros fins somente poderão ser efetuadas a partir da obtenção da autorização formal do Cliente ou da GK.

Mês/Ano	Contrato n°	Código Documento
Janeiro, 2023	83/2022	GK-2022-001-PM-CACADOR-ATERRO-RTF-PROJETO-R3.docx

Controle de Versões	Documento			Data Emissão
	Versão 1	■		14/10/2022
	Revisão 1	■		09/11/2022
	Revisão 2	■		25/11/2022
	Revisão 3	■		12/01/2023
	Versão Aprovada Cliente	■		01/12/2022

Controle de Produção do Documento

	Profissional	Qualificação	Registro Profissional	Assinatura	Rubrica
Coordenação	Priscila Kayani Ghellere Vanzella	Engenheira Sanitarista e Ambiental Ms	CREA RS 227070		
Revisão	Evandro Gottardo	Geólogo Ms Dr em Engenharia	CREA RS 83699		
Aprovado	Priscila Kayani Ghellere Vanzella	Engenheira Sanitarista e Ambiental Ms	CREA RS 227070		
Autorizado	Priscila Kayani Ghellere Vanzella	Engenheira Sanitarista e Ambiental Ms	CREA RS 227070		



ELABORAÇÃO DE ESTUDO, PROJETO E PLANEJAMENTO NECESSÁRIOS À AMPLIAÇÃO E OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL DE CAÇADOR - SC

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

ÍNDICE

1 - APRESENTAÇÃO	18
2 - OBJETIVOS	18
2.1 - Dados da Empresa Projetista	19
2.2 - Equipe Técnica	19
3 - SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO	20
4 - ASPECTOS HISTÓRICOS E DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	20
5 - ASPECTOS METODOLÓGICOS	23
6 - LEGISLAÇÕES E NORMATIZAÇÕES APLICÁVEIS	24
6.1 - Legislações Incidentes	24
6.1.1 - Legislação Federal	24
6.1.2 - Legislação Estadual	25
6.1.3 - Legislação Municipal de Caçador - SC	26
6.2 - Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT	27
6.3 - Resoluções do CONAMA Aplicadas à Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos	28
6.4 - Instruções Normativas do Órgão Ambiental Estadual de Santa Catarina	29
7 - ELABORAÇÃO E MONTAGEM DO GEOFOTOALBUM	30
8 - DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DAS OPERAÇÕES VINCULADAS AO ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL	32
8.1 - <i>Layout</i> Geral Atual do Empreendimento	32
8.2 - Acessos	34
8.3 - Cercamento e Isolamento da Área	36
8.4 - Recepção e Balança de Pesagem	39
8.5 - Estruturação Geral e Integridade do Maciço e Taludes	39
8.6 - Impermeabilização de Base	42
8.7 - Drenagem de Águas Pluviais	44
8.8 - Drenagem de Percolados	47
8.9 - Drenagem de Gases	50
8.10 - Sistema de Tratamento de Efluentes	52
8.11 - Área Proposta Para Nova Célula de Disposição de Resíduos - Célula 2	62
8.12 - Área em Recuperação Ambiental	64
8.13 - Dispositivos de Monitoramento Ambiental	64
9 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS EFLUENTES E DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	67
9.1 - Caracterização e Enquadramento dos Efluentes a Partir dos Principais Parâmetros Físico- Químicos e Biológicos	67



9.1.1 - pH.....	75
9.1.2 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	76
9.1.3 - Demanda Química de Oxigênio (DQO).....	78
9.1.4 - Nitrogênio Amoniacal.....	78
9.1.5 - Nitrito.....	79
9.1.6 - Nitrato.....	80
9.1.7 - Ferro.....	81
9.1.8 - Cobre.....	82
9.1.9 - Cromo Hexavalente.....	83
9.1.10 - Manganês.....	84
9.1.11 - Arsênio.....	85
9.1.12 - Cádmio.....	86
9.1.13 - Chumbo.....	87
9.1.14 - Cianeto.....	88
9.1.15 - Mercúrio.....	88
9.1.16 - Fenóis.....	89
9.1.17 - Escherichia coli.....	90
9.2 - Considerações Acerca dos Resultados Analíticos Obtidos Para Efluentes.....	91
9.3 - Caracterização Geral das Águas Subterrâneas a Partir dos Principais Parâmetros Físico-Químicos e Biológicos.....	92
9.4 - Considerações Acerca dos Resultados Analíticos Obtidos Para Águas Subterrâneas.....	94
10 - MAPEAMENTO AEROFOTOGRAF MÉTRICO COM DRONE MULTIROTOR E TOPOGRAFIA DA ÁREA.....	95
10.1 - Aspectos Metodológicos.....	95
10.2 - Equipamentos Técnicos.....	96
10.3 - Controles Técnicos e Procedimentos de Voo.....	97
10.3.1 - Condições Climáticas.....	97
10.3.2 - Parâmetros Técnicos de Voo.....	97
10.3.3 - Rede de Pontos de Apoio de Campo.....	98
10.3.4 - Geração do Ortomosaico de Fotografias Aéreas e Modelo Digital de Superfície.....	100
10.3.5 - Aplicação nas Áreas de Interesse.....	100
11 - DETERMINAÇÃO DA VIDA ÚTIL DO ATERRO SANITÁRIO.....	101
11.1 - Estabelecimento das Premissas e Diretrizes.....	101
11.2 - Cálculo da Área e Volumetria Disponível.....	101
11.2.1 - Topografia da Área da Célula 2.....	102
11.2.2 - Volume de Escavação e Corte.....	102
11.2.3 - Parâmetros Geométricos da Célula 2 Para Disposição de Resíduos.....	102
11.3 - Projeção Populacional.....	103
11.4 - Geração de Resíduos.....	105
11.5 - Descrição dos Resíduos por Análise Gravimétrica.....	107



11.6 -	Parâmetros de Ordem Operacional do Aterro Sanitário	110
11.6.1 -	Grau de Compactação dos Resíduos Sólidos Urbanos	110
11.6.2 -	Cobertura Progressiva com Material Inerte dos Resíduos na Célula 2	110
11.6.3 -	Recalque do Maciço de Resíduos	111
11.7 -	Cálculo da Vida Útil do Aterro Sanitário	111
12 -	ESTUDO E PESQUISA DE JAZIDAS DE MATERIAL EMPRÉSTIMO	112
13 -	MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO	115
13.1 -	Alternativa Locacional de Ampliação da Capacidade de Recepção de RSU	115
13.2 -	Dados Relativos ao Empreendimento	115
13.3 -	Recepção e Pesagem	116
13.4 -	Sistema Viário e Acessos Internos	116
13.5 -	Etapas e Subetapas de Construção e Ocupação da Célula 2	118
13.6 -	Sistema Construtivo da Célula 2	119
13.7 -	Procedimentos de Escavação e Terraplenagem Para o Nivelamento das Bases das Etapas de Ocupação da Célula 2	120
13.8 -	Sistema de Impermeabilização da Base e dos Taludes Laterais das Etapas de Ocupação da Célula 2	122
13.8.1 -	Instalação da Camada de Argila Compactada - C1	124
13.8.2 -	Instalação do Dreno Testemunho	127
13.8.3 -	Ensaio de Permeabilidade e Compactação	128
13.8.4 -	Instalação da Geomembrana	128
13.8.5 -	Ancoragem da Geomembrana nas Bordas dos Taludes	131
13.8.6 -	Ancoragem da Geomembrana Entre as Etapas de Ocupação da Célula 2	132
13.8.7 -	Instalação da Camada de Argila Compactada - C2	134
13.9 -	Sistema de Coleta e Drenagem de Percolado	136
13.9.1 -	Dreno Principal de Base ou de Fundação	137
13.9.2 -	Drenos Secundários	137
13.9.3 -	Fluxo do Percolado	139
13.9.4 -	Dimensionamento do Sistema de Drenagem do Lixiviado	139
13.10 -	Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)	141
13.11 -	Medição da Vazão de Efluente Bruto na Chegada da ETE	142
13.12 -	Sistema de Captação e Drenagem de Gases	144
13.13 -	Sistema de Drenagem das Águas Pluviais	148
13.13.1 -	Dimensionamento do Sistema de Drenagem Pluvial	149
13.13.2 -	Drenagem Definitiva de Bermas e Taludes	150
13.13.3 -	Drenagem Perimetral Definitiva	153
13.13.4 -	Drenagem no Entorno das Lagoas de Contenção de Chorume da ETE	154
13.13.5 -	Caixas de Passagem	155
13.14 -	Cercamento de Isolamento e Sinalização da Área	155
13.14.1 -	Cercamento Perimetral	156



13.14.2 - Cercamento das Lagoas da ETE.....	159
13.14.3 - Implantação de Placas de Sinalização.....	159
13.15 - Implantação do Cortinamento Vegetal (Barreira) Perimetral.....	159
13.15.1 - Premissas de Projeto.....	159
13.15.2 - Procedimentos Técnicos e Executivos.....	160
13.15.3 - Manejo da Cortina Vegetal.....	161
13.16 - Elaboração da Planta da Área do Empreendimento.....	163
14 - CÁLCULO DE ESTABILIDADE DOS MACIÇOS DE TERRA E DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DISPOSTOS.....	163
14.1 - Estudo da Estabilidade Geotécnica.....	163
14.1.1 - Localização das Seções de Estudo.....	168
14.1.2 - Resultados das Simulações.....	169
14.1.2.1 - Seção 01.....	169
14.1.2.2 - Seção 02.....	170
14.2 - Conclusões.....	172
15 - PLANO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	173
15.1 - Diretrizes da Gestão Técnico-Administrativa do Licenciamento Ambiental do Empreendimento que Regula a Operação.....	174
15.2 - Programa de Operação e Manutenção Para Acesso de Pessoas e Veículos, Recebimento e Disposição Final de Resíduos.....	175
15.2.1 - Controle de Acesso.....	175
15.2.2 - Recepção e Recebimento dos Resíduos.....	176
15.2.3 - Destinação Prevista Para Resíduos Recebidos Fora das Especificações.....	176
15.3 - Programa de Manutenção dos Acessos Internos.....	176
15.3.1 - Atividades de Manutenção dos Acessos Internos.....	176
15.3.2 - Manutenção da Sinalização dos Acessos e da Área de Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos.....	178
15.4 - Programa de Operação e Manutenção Geral e das Instalações e Equipamentos.....	178
15.5 - Programa de Operação e Manutenção Para Movimentação de Terra e Resíduos no Interior do Aterro Sanitário.....	178
15.6 - Programa de Operação e Manutenção Para Movimentação de Veículos no Interior do Aterro Sanitário.....	179
15.6.1 - Manutenção e Limpeza dos Veículos e Equipamentos Envolvidos nas Atividades de Operação do Aterro Sanitário.....	179
15.6.2 - Abastecimento de Veículos e Equipamentos.....	180
15.7 - Programa de Operações de Pesagem de Caminhões, Manutenção, Aferição e Operação da Balança Rodoviária.....	180
15.8 - Programa de Operação e Manutenção Para Descarga, Frente de Operação Principal e Reserva Para Dias Chuvosos, Aterragem, Espalhamento, Compactação e Recobrimento Diário e Final dos Resíduos.....	180



15.8.1 - Deslocamento até a Célula 2.....	180
15.8.2 - Descarga dos Resíduos na Célula 2	180
15.8.3 - Regularização, Compactação e Cobertura Progressiva das Pilhas de Resíduos	181
15.8.4 - Dimensionamento e Número de Frentes de Serviço.....	182
15.8.5 - Implantação Progressiva da Geomembrana nas Paredes Laterais	182
15.8.6 - Medidas Especiais Para Operação em Épocas Chuvosas	182
15.9 - Programa de Operação e Manutenção Para Execução dos Sistemas de Drenagem do Projeto do Aterro	183
15.10 - Programa de Operação e Manutenção Para a Impermeabilização da Base.....	184
15.11 - Programa de Operação e Manutenção do Sistema de Tratamento de Percolado	184
15.12 - Programa de Operação e Manutenção Para Drenagem de Gases.....	184
15.13 - Programa de Operação e Manutenção do Sistema de Detecção de Potenciais Vazamentos de Percolado	185
15.14 - Programa de Operação e Manutenção Para Finalização de Células, Cobertura Final de Topo, Revegetação, Verificação de Trincas	186
15.14.1 - Retificação da Topografia	187
15.14.2 - Compactação da Camada Superficial dos Resíduos	187
15.14.3 - Estabilização dos Taludes Laterais da Célula	187
15.14.4 - Implantação da Camada de Impermeabilização do Topo da Célula.....	188
15.14.5 - Estruturação do Novo Perfil de Solo.....	188
15.14.6 - Implantação Final dos Queimadores no Topo dos Drenos de Gases.....	189
15.14.7 - Vistoria de Obras de Encerramento	189
15.14.8 - Proposição de Dispositivos de Drenagem Complementares	189
15.14.9 - Revegetação da Área do Topo da Célula.....	189
15.14.10 - Inspeções de Verificação e Acompanhamento.....	191
15.15 - Programa de Operação e Manutenção Para Procedimentos de Segurança, em Situações de Emergência e Utilização de EPIs	192
15.15.1 - Escopo do Programa	192
15.15.2 - Estimativa de Equipamentos e Instalações	193
15.15.2.1 - Mão de obra Envolvida na Operação.....	193
15.15.2.2 - Produtos Químicos Envolvidos	193
15.15.2.3 - O Que Será Considerado Emergência.....	195
15.15.2.4 - Tipos de Emergências.....	196
15.15.2.5 - Plano de Ação	198
15.15.2.6 - Esquema de Comunicação	204
15.15.2.7 - Organização	205
15.15.2.8 - Definição de Responsabilidades	205
15.15.2.8.1 - Recursos Humanos	207
15.15.2.9 - Estratégia de Acesso e Contato com os Recursos Logísticos.....	207
15.15.2.10 - Recursos Materiais.....	207



15.15.2.11 - Treinamento	208
15.15.2.12 - Ações Pós-ocorrência Desenvolvidas Com Intuito de Prevenção Futura	209
15.15.2.13 - Análise Preliminar de Riscos (APR)	210
15.15.2.13.1 - Objetivo da Aplicação da APR e Abrangência de Análise	210
15.15.2.13.2 - Descrição do Sistema Analisado, com ênfase em Operação e Manutenção	210
15.15.2.13.3 - Metodologia Utilizada e Critérios de Análise	211
15.15.2.13.4 - Apresentação das Conclusões Gerais da APR, com os Cenários Identificados	212
15.15.3 - Uso de EPIs Pelos Trabalhadores do Aterro Sanitário e Operações Associadas	215
16 - PLANO DE MONITORAMENTO GEOAMBIENTAL	216
16.1 - Programa de Monitoramento de Ruídos, Poluição e Odores na Fase de Operação	216
16.2 - Programa de Monitoramento da Qualidade de Efluentes e Águas Subterrâneas	217
16.3 - Programa de Monitoramento Geotécnico das Deformações das Bermas e Taludes na Fase de Operação	218
16.4 - Programa de Levantamento Gravimétrico dos Resíduos Urbanos Municipais	220
17 - PLANO DE MONITORAMENTO DO ENCERRAMENTO DA ÁREA NA FASE PÓS-OPERACIONAL	220
17.1 - Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas e Efluentes Durante a Fase Pós-Operacional	220
17.2 - Programa de Monitoramento Geotécnico das Deformações das Bermas e Taludes na Fase de Encerramento e Pós-operação	222
17.3 - Programa de Manutenção das Cercas Perimetrais	222
18 - CRONOGRAMA FÍSICO DE IMPLANTAÇÃO	222
19 - USO FUTURO DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO	226
20 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	226
21 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS E CONSULTADAS	228
22 - ANEXOS	231
23 - ANEXOS DIGITAIS GEORREFERENCIADOS	232



ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Dados gerais da empresa consultora.	19
Quadro 2 - Relação de componentes da equipe técnica e respectivas ARTs do Projeto.	19
Quadro 3 - Principais informações atinentes ao licenciamento ambiental do empreendimento. Fonte: MEIOESTE AMBIENTAL (2022).	23
Quadro 4 - Dados laboratoriais analíticos obtidos nas campanhas de monitoramento já realizadas no empreendimento, conforme condicionante específica da Licença de Operação. Fonte: Meioeste Ambiental (2022).	68
Quadro 5 - Parâmetros analíticos e as respectivas faixa máxima de concentração e faixa de concentração mais provável. Fonte: Resolução do CONAMA nº 430/2011.	75
Quadro 6 - Relação de parâmetros analíticos e resultados amostrais para o ano de 2021 correlatos ao monitoramento da qualidade das águas subterrâneas no Aterro Sanitário Municipal.	93
Quadro 7 - Coordenadas dos pontos de controle coletados em campo, com as respectivas cotas. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo, 2022.	99
Quadro 8 - Abrangência de área e volume ainda disponível para a disposição de RSU no aterro sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	103
Quadro 9 - Estimativa de população residente em Caçador. Fonte: IBGE Tabela 6579: População residente estimada.	103
Quadro 10 - Estimativa de população residente em Caçador conforme projeção populacional do Plano Municipal de Saneamento Básico. Fonte: Notus (2014).	104
Quadro 11 - Projeção populacional aplicada para o Projeto de ampliação do aterro sanitário municipal. Fonte: Dados IBGE e estimativas GK ENGENHARIA.	105
Quadro 12 - Geração de resíduos no município de Caçador conforme dados obtidos a partir da pesagem em balança na recepção do Aterro Sanitário para o período correspondente aos últimos 06 anos. Nota: os resultados para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2022 correspondem às médias de pesagem nesses meses nos anos anteriores. Fonte: Meioeste Ambiental (2022b).	106
Quadro 13 - Taxa de geração de resíduos adotada e respectivas toneladas e metros cúbicos associados para os próximos 05 anos considerados os resultados de taxa de geração observados e crescimento populacional previsto.	107
Quadro 14 - Valores obtidos para as principais tipologias dos resíduos sólidos urbanos a partir da análise gravimétrica dos resíduos de Caçador - SC no mês de setembro de 2022 convertidos em percentuais. Fonte: GK ENGENHARIA, a partir de dados de campo coletados em 2022.	109
Quadro 15 - Valores obtidos para as principais tipologias dos resíduos sólidos urbanos a partir da análise gravimétrica dos resíduos de Caçador - SC no mês de setembro de 2022 convertidos em peso x volume (peso específico). Fonte: GK ENGENHARIA, a partir de dados de campo coletados em 2022.	109
Quadro 16 - Fatores e passos utilizados para o cálculo da vida útil do aterro sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	111
Quadro 17 - Vida útil do Aterro Sanitário de Caçador. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	112
Quadro 18 - Área das estruturas existentes na área do empreendimento.	116
Quadro 19 - Área, Cota do terreno natural e cota da base da célula após a construção dos dispositivos de impermeabilização. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	119
Quadro 20 - Descrição das características da impermeabilização da base das etapas (fundação da célula do aterro), considerado o perfil geral do fundo para o topo do conjunto. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	123
Quadro 21 - Média de precipitações (em mm) observadas no período de 1992 a 2015 para estação pluviométrica Campos Novos situada em Campos Novos/SC. Fonte: INMET.	140
Quadro 22 - Previsão das vazões médias mensais de lixiviado produzido pelo aterro sanitário de Caçador. Fonte: GK ENGENHARIA.	140
Quadro 23 - Campo de operação previsto para a calha Parshall. Fonte: Águas Claras Engenharia, disponível em https://loja.aguascclarasengenharia.com.br/calhas-parshall/calha-parshall-3	143



Quadro 24 - Dimensões previstas para a calha Parshall. Fonte: Águas Claras Engenharia, disponível em https://loja.aguascclarasengenharia.com.br/calhas-parshall/calha-parshall-3	143
Quadro 25 - Dimensionamento das canaletas de drenagem. Fonte: GK Engenharia, 2022.	150
Quadro 26 - Diferenças entre os gêneros <i>Atta</i> e <i>Acromyrmex</i> . Fonte: Pedrosa-Macedo (1993).....	162
Quadro 27- Parâmetros geotécnicos para os diferentes tipos de solo e composições. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.....	165
Quadro 28- Resultados da simulação de estabilidade realizada para a seção 01. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.....	170
Quadro 29- Resultados da simulação de estabilidade realizada para a seção 02. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.....	171
Quadro 30 - Espécies de gramíneas e leguminosas recomendadas para a cobertura do solo da célula após encerramento. Fonte: ABG ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE (2007).	191
Quadro 31 - Mão de obra alocada para a operação do aterro sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.....	193
Quadro 32 - Listagem de produtos químicos que podem ser encontrados no aterro sanitário municipal com as respectivas classificações pelo padrão da ONU.	193
Quadro 33 - Tipos de emergências.....	196
Quadro 34 - Instituições Públicas localizadas no município de Caçador e região. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento em 2022.....	205
Quadro 35 - Categorias de frequência dos cenários usadas em APR. Fonte: FEPAM - Manual de Análise de Riscos Industriais.	212
Quadro 36 - Categorias de severidade das consequências dos cenários. Fonte: FEPAM - Manual de Análise de Riscos Industriais.	212
Quadro 37 - Análise Preliminar de Riscos (APR) do empreendimento Aterro Sanitário.	213
Quadro 38 - Parâmetros e frequência de monitoramento da qualidade do tratamento de efluentes..	217
Quadro 39 - Parâmetros e frequência de monitoramento da qualidade do tratamento de das águas subterrâneas.....	218
Quadro 40 - Parâmetros e frequência de monitoramento da qualidade do tratamento de efluentes..	221
Quadro 41 - Parâmetros e frequência de monitoramento da qualidade do tratamento de das águas subterrâneas.....	221
Quadro 42 - Cronograma físico previsto para a realização das atividades concernentes à ampliação e operação do Aterro Sanitário Municipal de Caçador - SC. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.....	223



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Situação e localização do Aterro Sanitário Municipal de Caçador - SC. Fonte: GK ENGENHARIA sobre imagem do aplicativo Google Earth.	20
Figura 2 - Imagem de satélite da área do Aterro Sanitário Municipal no ano de 2003, na fase inicial de operação. Fonte: Imagem disponível do aplicativo Google Earth datada de 27/08/2003.	21
Figura 3 - Imagem de satélite da área do Aterro Sanitário Municipal no ano de 2013, na fase intermediária de operação. Fonte: Imagem disponível do aplicativo Google Earth datada de 11/08/2013.	21
Figura 4 - Imagem de satélite da área do Aterro Sanitário Municipal no ano de 2022, na fase atual de operação. Fonte: Imagem disponível do aplicativo Google Earth datada de 31/08/2022.	22
Figura 5 - Distribuição dos registros fotográficos georreferenciados obtidos nos levantamentos de campo realizados na região de interesse até o estágio atual dos trabalhos no aplicativo Google Earth. Fonte: GK Engenharia.	31
Figura 6 - Exemplo de tela de abertura de registro fotográfico georreferenciado componente do geofotoalbum no aplicativo Google Earth. Fonte: GK Engenharia.	31
Figura 7 - Layout geral com a distribuição atual no terreno dos principais elementos construtivos do Aterro Sanitário de Caçador - SC. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo sobre imagem disponibilizada no aplicativo Google Earth datada de agosto de 2022. A poligonal em vermelho abrange a área aproximada do levantamento conduzido com drone multirrotor.	33
Figura 8 - Acesso ao Aterro Sanitário a partir da rodovia SC - 135 (traço em vermelho). Fonte: Google Earth imagem datada de 31/08/2022.	34
Figura 9 - Acesso ao Aterro Sanitário a partir da rodovia SC - 135. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	35
Figura 10 - Vista geral do acesso interno do Aterro Sanitário que permite a movimentação de veículos desde a recepção até a área de tratamento de efluentes. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	35
Figura 11 - Vista geral do acesso interno do Aterro Sanitário que permite a movimentação de veículos desde a recepção até a área de tratamento de efluentes. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	36
Figura 12 - Portão existente no acesso principal, entrada do Aterro Sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	37
Figura 13 - Cerca de tela existente na borda nordeste do terreno, limítrofes às lagoas de tratamento da ETE. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	37
Figura 14 - Cerca de arame farpado existente no limite entre a área ativa do Aterro Sanitário (à esquerda) e área de recuperação ambiental (à direita). Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	38
Figura 15 - Borda sudoeste do terreno onde há apenas os mourões implantados, sem o devido cercamento perimetral. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	38
Figura 16 - Edificação onde estão situados os equipamentos de registro da recepção e pesagem das cargas de resíduos que aportam ao aterro sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo. Destaque para a balança rodoviária de pesagem dos veículos, implantada ao lado.	39
Figura 17 - Vista geral das bermas e taludes da porção já encerrada do Aterro Sanitário com geometria adequada, indicativa de estabilidade do maciço. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	40
Figura 18 - Vista principal a sudoeste das bermas e taludes da porção já encerrada do Aterro Sanitário com geometria adequada, indicativa de estabilidade do maciço. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	41
Figura 19 - Vista lateral do talude sudoeste com geometria adequada e sem feições de instabilidade. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	41
Figura 20 - Vista geral das bermas e taludes da porção nordeste já encerrada do Aterro Sanitário com geometria adequada, indicativa de estabilidade do maciço. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	42
Figura 21 - Perfil com posicionamento da geomembrana de PEAD de 1,5 mm de espessura utilizada	



na base da célula 1 - ativa. Observar também a camada de argila compactada de 1,00 m de espessura sotoposta à geomembrana. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	43
Figura 22 - Detalhe da geomembrana de PEAD de 1,50 mm de espessura utilizada na base da célula 1 - ativa. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	43
Figura 23 - Base da porção do maciço de resíduos sólidos já encerrada, com destaque para a geomembrana de PEAD de 1,5 mm de espessura utilizada para impermeabilização de base. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	44
Figura 24 - Padrão de drenagem de águas pluviais sobre a superfície dos taludes do patamar basal do maciço de resíduos sólidos composta por canaletas meia cana de concreto rejuntadas. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	45
Figura 25 - Drenagem de pluviais situada na base de talude da célula 0, já encerrada, de disposição de resíduos. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	45
Figura 26 - Drenagem perimetral construída com meia cana de concreto na divisa noroeste do terreno. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	46
Figura 27 - Drenagem perimetral na base do talude inicial da célula 0, já encerrada, do aterro sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	46
Figura 28 - Dreno de percolados que coleta e conduz os líquidos gerados na porção interna do maciço de resíduos. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	47
Figura 29 - Dreno perimetral de percolados que capta os líquidos conduzidos pela drenagem interna às células. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	48
Figura 30 - Outra vista do dreno perimetral de percolados na base da célula 0, já encerrada. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	48
Figura 31 - Outro dreno que coleta os líquidos gerados na porção interna do maciço e conduz para o dreno perimetral à célula 0. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	49
Figura 32 - Poço de visita para inspeção visual do dreno perimetral de percolados. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	49
Figura 33 - Vista geral de um dreno de gases instalado na base da célula 1. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	50
Figura 34 - Detalhe de dreno de gases instalado na base da célula 1. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	51
Figura 35 - Dreno de gás instalado no topo da célula 1. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	51
Figura 36 - Outro dreno de gás instalado no topo da célula 1. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	52
Figura 37 - Ponto de entrada do efluente captado no maciço na primeira lagoa do sistema de tratamento (anaeróbia). Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	53
Figura 38 - Vista geral da segunda lagoa do sistema de tratamento (anaeróbia). Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	53
Figura 39 - Detalhe da lagoa facultativa. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	54
Figura 40 - Detalhe da lagoa anaeróbia 1. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	54
Figura 41 - Tanques de acumulação do sulfato de alumínio utilizado na ETE. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	55
Figura 42 - Casa de química da ETE. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	55
Figura 43 - Dosador de sulfato de alumínio. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	56
Figura 44 - Detalhe da bomba de dosagem de sulfato de alumínio. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	56
Figura 45 - Módulo floculador da ETE. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	57
Figura 46 - Vista de detalhe do módulo floculador da ETE. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	57
Figura 47 - Módulo decantador da ETE. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	58
Figura 48 - Ponto de saída do efluente do floculador e entrada no módulo de carvão ativado. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.....	58



Figura 49 - Módulo de passagem para tratamento com carvão ativado. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	59
Figura 50 - Vista lateral do módulo de tratamento com carvão ativado. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	59
Figura 51 - Ponto de inspeção após o módulo de passagem no carvão ativado. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	60
Figura 52 - Canaleta que conduz o efluente tratado desde a ETE até o ponto de emissão. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	60
Figura 53 - Ponto de emissão do efluente tratado em solo. Notar a cor e a transparência da água, dentro dos padrões preconizados. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	61
Figura 54 - Ponto de dispersão no solo do efluente tratado. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	61
Figura 55 - Vista geral da área proposta para implantação da nova célula de disposição de resíduos. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	62
Figura 56 - Outra vista da área proposta para implantação da nova célula de disposição de resíduos - célula 2. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	63
Figura 57 - Vista frontal da área proposta para implantação da nova célula de disposição de resíduos - célula 2. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	63
Figura 58 - Antiga área de disposição de resíduos atualmente em franca recuperação ambiental com estabelecimento de cobertura vegetal nativa estágio inicial passando a médio. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	64
Figura 59 - Poço de monitoramento 01 situado mais a montante - oeste na área de interesse (ponto branco). Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	65
Figura 60 - Poço de monitoramento 03 situado a sudeste na área de interesse. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	66
Figura 61 - Poço de monitoramento 04 situado a norte na área de interesse. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	66
Figura 62 - Poço de monitoramento 05 situado a nordeste na área de interesse. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.	67
Figura 63 - Gráfico de distribuição de valores de pH obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	76
Figura 64 - Gráfico de distribuição de valores de DBO obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	77
Figura 65 - Gráfico de distribuição de valores de redução da DBO obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	77
Figura 66 - Gráfico de distribuição de valores de DQO obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	78
Figura 67 - Gráfico de distribuição de valores de Nitrogênio Amoniacal obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	79
Figura 68 - Gráfico de distribuição de valores de Nitrito obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	80
Figura 69 - Gráfico de distribuição de valores de Nitrato obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	81
Figura 70 - Gráfico de distribuição de valores de Ferro obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	82
Figura 71 - Gráfico de distribuição de valores de Cobre obtidos durante as campanhas de	



monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	83
Figura 72 - Gráfico de distribuição de valores de Cromo Hexavalente obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	84
Figura 73 - Gráfico de distribuição de valores de Manganês obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	85
Figura 74 - Gráfico de distribuição de valores de Arsênio obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	86
Figura 75 - Gráfico de distribuição de valores de Cádmiio obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	87
Figura 76 - Gráfico de distribuição de valores de Chumbo obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	87
Figura 77 - Gráfico de distribuição de valores de Cianeto obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	88
Figura 78 - Gráfico de distribuição de valores de Mercúrio obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	89
Figura 79 - Gráfico de distribuição de valores de Fenóis obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	90
Figura 80 - Gráfico de distribuição de valores de <i>Escherichia coli</i> obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.	91
Figura 81 - Fluxograma metodológico e operacional do imageamento aerofotogramétrico de alta resolução realizado com drones na área de interesse.	96
Figura 82 - Drone multirrotor DJI PHANTOM 5 PRO utilizado para a realização do levantamento aéreo fotogramétrico da área de interesse. Fonte: DJI.	97
Figura 83 - Distribuição geográfica dos pontos de apoio de campo utilizados para amarração, georreferenciamento e correções do mosaico de fotografias aéreas. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022, levantamento de campo.	99
Figura 84 - Parâmetros geométricos básicos propostos para os taludes da célula 2. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	102
Figura 85 - Perfil de solo da área potencial para jazida. Fonte: GK Engenharia, levantamento de campo.	113
Figura 86 - Áreas propostas para abertura de jazidas de material de empréstimo necessárias à impermeabilização da base da nova célula e para cobertura progressiva das pilhas de resíduos (poligonais em amarelo). Fonte: GK Engenharia, mapeamento de campo setembro de 2022 sobre imagem GOOGLE EARTH de agosto de 2022.	114
Figura 87 - Acessos na área de interesse. O traço em vermelho corresponde ao acesso externo desde a Rodovia Estadual SC-135 até a portaria do aterro sanitário. Os três traços em amarelo correspondem aos acessos internos; um conduz à ETE; o segundo ao topo da célula 1 em fase de encerramento e o terceiro conduzirá à célula 2. Também foi projetado um aterro perimetral a todo o maciço. Fonte: GK ENGENHARIA, sobre imagem do aplicativo Google Earth datada de agosto de 2022.	117
Figura 88 - Etapas de construção da célula 2. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	118
Figura 89 - Procedimentos operacionais vinculados às atividades de escavação e terraplenagem ..	122
Figura 90 - Perfil esquemático do sistema de impermeabilização e proteção mecânica da base da célula. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	124



Figura 91 - Localização do dreno testemunho. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	127
Figura 92 - Detalhe da caixa de inspeção. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	128
Figura 93-Disposição dos painéis de geomembrana em talude. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022. ...	129
Figura 94 - Ancoragem da geomembrana. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	132
Figura 95 - Perfil esquemático com a instalação dos sistemas de impermeabilização da base da célula. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	135
Figura 96 - Exemplo de arranjo conceitual de drenagens de coleta de percolado em padrão “espinha de peixe” preparadas na base de célula de disposição de resíduos; (a) Vista lateral do maciço de resíduos e (b) planta em vista superior. Fonte: TOZETTO (2008).	136
Figura 97 - Imagem ilustrativa do modelo de calha Parshall de 1" de garganta prevista para instalação no aterro sanitário. Fonte: Águas Claras Engenharia, disponível em https://loja.aguasclarasengenharia.com.br/calhas-parshall/calha-parshall-1	144
Figura 98 - Arranjo geométrico proposto para a instalação da rede de drenos verticais de gás em cada etapa de ocupação da célula 2 de disposição de resíduos.	145
Figura 99 - Detalhes construtivos de um dreno, também denominado poço para captação de gases gerados na célula do aterro.	146
Figura 100 - Detalhes construtivos da finalização do dreno/poço para captação de gases gerados na célula do aterro.	147
Figura 101 - Exemplo de arranjo de drenos verticais de gases implantados na base da célula, concordantes com as junções entre drenos principais e secundários do conjunto “espinha de peixe” construído para drenagem do percolado. Fonte: consulta a Internet.	148
Figura 102 - Padrão das estruturas de drenagem pluvial do tipo meia cana de concreto atualmente utilizadas no aterro sanitário e que permanecerão na implantação da célula 2.	151
Figura 103 - Drenagem de talude composta por meia cana de concreto já implantada no aterro sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, agosto 2022.	152
Figura 104 - Drenagem de topo de berma formada por meia cana de concreto já implantada no aterro sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, agosto 2022.	152
Figura 105 - Drenagem perimetral já implantada na borda da célula encerrada do aterro sanitário e cujo padrão construtivo será mantido na célula 2. Fonte: GK ENGENHARIA, agosto 2022.	153
Figura 106 - Drenagem perimetral já implantada na borda da lagoa de tratamento de percolado e cujo padrão construtivo será mantido para implantação nos segmentos faltantes do perímetro de entorno das lagoas. Fonte: GK ENGENHARIA, agosto 2022.	154
Figura 107 - Caixa de passagem para águas pluviais.	155
Figura 108 - Vista em corte dos mourões que sustentam o cercamento. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	157
Figura 109 - Vista frontal do padrão proposto de cercamento composto por arame farpado. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	158
Figura 110 - Vista frontal do padrão proposto para o cercamento composto por tela galvanizada. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	158
Figura 111 - Locais propostos para implantação da cortina vegetal no perímetro do empreendimento. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	160
Figura 112 - Modelo esquemático de plantio intercalado para implantação do cortinamento vegetal. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	161
Figura 113 - Relação entre de coesão efetiva e ângulo de atrito interno do maciço de RSU. Fonte: Singh & Murphy (1990).	164
Figura 114 - Locação das seções potencialmente críticas no maciço de resíduos da célula 2. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	168
Figura 115 - Linha de tendência ruptura circular calculada pelo modelo para simular o fator de segurança do talude projetado na seção 01 do maciço resíduos da célula 2. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	169
Figura 116 - Linha de tendência ruptura circular calculada pelo modelo para simular o fator de segurança do talude projetado na seção 02 do maciço resíduos da célula 2. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.	171



Figura 117 - Fluxograma operacional do processo desde a recepção até a compactação dos resíduos dispostos na célula ativa. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.....	174
Figura 118 - Esquema construtivo proposto para impermeabilização do topo das células de disposição de resíduos sólidos urbanos.	189
Figura 119 - Fluxograma operacional do processo desde a recepção até a compactação dos resíduos dispostos na célula ativa.	211
Figura 120 - Corte esquemático do marco superficial.	219



LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APP's - Áreas de Preservação Permanente
ART - Anotação de Responsabilidade Técnica
BDI - Benefícios e Despesas Indiretas
BH - Bacia Hidrográfica
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO5 - Demanda Bioquímica de Oxigênio, em 5 dias a 20° C
DQO - Demanda Química de Oxigênio
FUNASA - Fundação Nacional de Saúde
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH-M - Índice de Desenvolvimento Humano do Município
IMA - Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina
LI - Licença de Instalação
LIE - Limite explosivo do gás metano
LO - Licença de Operação
MC - Ministério das Cidades
MS - Ministério da Saúde
NBR - Normas Brasileiras
OD - Oxigênio Dissolvido
ONGs - Organizações Não Governamentais
ONU - UN number (United Nations number) - número de quatro dígitos que identifica materiais perigosos e artigos no âmbito do comércio e transporte internacional.
PGIRS - Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico
RSU - Resíduos Sólidos Urbanos
RSS - Resíduos de Serviços de Saúde
SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNC - Sistema Nervoso Central
UTM - Universal Transversa de Mercator



1 - APRESENTAÇÃO

O escopo dos serviços em apreço atende aos preceitos estipulados pelo Contrato de Prestação de Serviços Contrato nº 83/2022 firmado entre a empresa Globalkey Engenharia Sanitária & Ambiental Ltda (doravante denominada GK) pessoa jurídica de direito privado registrada no CNPJ/MF sob o nº 26.080.968/0001-69 com sede à Rua 24 de Maio, nº 825/Sala 106, Bairro Centro, Veranópolis - RS, CEP 95330-000 e a Contratante PREFEITURA MUNICIPAL DE CAÇADOR - SC.

O objeto contratual trata do desenvolvimento dos serviços para REALIZAÇÃO DE ESTUDO, PROJETO E PLANEJAMENTO À AMPLIAÇÃO E OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL DE CAÇADOR - SC.

O Relatório/Produto em apreço, correspondente à revisão 01, abrange a totalidade dos itens contratuais, as considerações e ponderações desenvolvidas nas reuniões técnicas realizadas com a equipe técnica da Contratante, bem como os ajustes e correções solicitados e/ou elaborados por todas as partes ao longo do transcurso do período de execução dos serviços.

2 - OBJETIVOS

O objetivo dos serviços em questão abrangeu a realização de estudo, projeto e planejamento à ampliação e operação do Aterro Sanitário Municipal de Caçador - SC, a partir da consideração dos seguintes aspectos:

- a) Sistematização do aparato legal normativo referentes à operação de aterros sanitários;
- b) Descrição e caracterização dos resíduos recebidos na área do aterro através de análise gravimétrica, nos termos da NBR 10.007;
- c) Diagnóstico da operação atual, evidenciando procedimentos, materiais utilizados e suas respectivas quantidades;
- d) Descrição da infraestrutura atual e futura: células para disposição de resíduos, sistemas de tratamento (efluentes, resíduos, chorume, etc); prédio administrativo e outros que venham a compor a estrutura do local, até o término da área disponível para aterro de resíduos, com o fim da vida útil do aterro;
- e) Elaboração de projeto executivo, com memorial descritivo, quantitativo de materiais, visando a ocupação de toda a área disponível para aterro de resíduos, finalizando a sua vida útil: cálculo dos elementos do projeto, vida útil do aterro, sistema de drenagem superficial, projeto de impermeabilização, sistema de drenagem e remoção de percolado, sistema de detecção de vazamentos, sistema



de drenagem de gás, sistema de tratamento de percolado, cálculo de estabilidade dos maciços de terra e dos resíduos sólidos dispostos, sistema viário, acessos internos, cercamento do aterro e planta da área do empreendimento;

- f) Elaboração de planos de operação, manutenção do aterro, com procedimentos operacionais padrão, especificando formas de inspeção, controle e orientação;
- g) Elaboração de programas ambientais e planos de monitoramento e ação, com especificações e diretrizes para realização dos seguintes monitoramentos: **a.** recursos hídricos superficiais e subterrâneos, **b.** vida útil do aterro, **c.** geotécnico, **d.** lixiviados, **e.** sistemas de tratamento implantados, **f.** ações em casos de emergências e contingências, **g.** poluição sonora e **h.** proposta de uso final da área do aterro, após o seu encerramento, avaliando os custos de implantação do projeto proposto e também a viabilidade da área para estudos e atividades com a população.

2.1 - DADOS DA EMPRESA PROJETISTA

Os principais dados de identificação da empresa de consultoria responsável pela elaboração dos estudos em tela constam no Quadro 1.

Quadro 1 - Dados gerais da empresa consultora.

Dados Gerais da Empresa Consultora	
Razão Social:	Globalkey Engenharia Sanitária & Ambiental Ltda
CNPJ/M.F.:	26.080.968.0001-69
Endereço para correspondência:	Rua 24 de Maio, nº 825/Sala 106, Bairro Centro, Veranópolis - RS, CEP 95330-000
Telefone:	(51) 9-9776-3737
Endereço eletrônico:	comercial.gkeng@gmail.com

2.2 - EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica responsável pelos estudos em apreço está relacionada no Quadro 2, sendo que as respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica (ART) do Contrato constam no Anexo I.

Quadro 2 - Relação de componentes da equipe técnica e respectivas ARTs do Projeto.

Profissional	Qualificação	Registro Profissional	CTF IBAMA	ART
Priscila Kayani Ghellere Vanzella	Engenheira Sanitarista e Ambiental, Ms	CREA RS 227070	7125641	12080995
Evandro Gottardo	Geólogo, Ms e Dr em Engenharia	CREA RS 83699	220868	12086242
Romelito Regginato	Geólogo e Geógrafo	CREA RS 191059	5541524	12086249



3 - SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO

A área do Aterro Sanitário Municipal de Caçador - SC, objeto dos trabalhos em apreço, se situa a cerca de 6.500 metros para sudoeste do centro urbano do município de Caçador - SC. O principal acesso é a Rodovia Estadual SC - 135, a partir da qual é possível o deslocamento desde a área central urbana do município por via asfaltada até as proximidades do Aterro (Figura 1). Após esse percurso, desde a área central, há um acesso secundário sem pavimento (estrada de chão batido) situado à esquerda no sentido ao município vizinho de Rio das Antas pelo qual, após 250 metros, está a portaria do empreendimento.



Figura 1 - Situação e localização do Aterro Sanitário Municipal de Caçador - SC. Fonte: GK ENGENHARIA sobre imagem do aplicativo Google Earth.

4 - ASPECTOS HISTÓRICOS E DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O Aterro Sanitário Municipal teve o início de sua implantação na área de interesse a cerca de 20 anos, nos anos de 2002-2003. Opera de maneira ininterrupta desde então, atendendo a população urbana do município de Caçador - SC.

As imagens históricas a seguir relacionadas permitem visualizar o processo de ocupação da área a partir da disposição progressiva de resíduos sólidos urbanos ao longo dos anos de operação no local.



Figura 2 - Imagem de satélite da área do Aterro Sanitário Municipal no ano de 2003, na fase inicial de operação. Fonte: Imagem disponível do aplicativo Google Earth datada de 27/08/2003.



Figura 3 - Imagem de satélite da área do Aterro Sanitário Municipal no ano de 2013, na fase intermediária de operação. Fonte: Imagem disponível do aplicativo Google Earth datada de 11/08/2013.



Figura 4 - Imagem de satélite da área do Aterro Sanitário Municipal no ano de 2022, na fase atual de operação. Fonte: Imagem disponível do aplicativo Google Earth datada de 31/08/2022.

O aterro sanitário pode ser considerado do tipo células e taludes, ou seja, o maciço de disposição de resíduos sólidos é estruturado a partir de células (porções do terreno) onde é implantada impermeabilização de base com proteção mecânica (geomembrana), rede de drenagem de líquidos percolados (essencialmente chorume) e drenos de drenagem de gases oriundos da decomposição da fração orgânica dos resíduos (mormente restos de alimentos). A acumulação dos resíduos ocorre progressivamente na célula em operação a partir da descarga diária dos veículos coletores oriundos da área urbana, com a posterior organização topográfica dos resíduos (regularização), compactação e posterior cobertura com material terrígeno inerte, oriundo de escavação internas à própria área.

Deste processo progressivo e contínuo resulta a estruturação de um maciço de resíduos com patamares com baixa declividade geral, que garantem uma boa estabilidade geotécnica.

Por fim, cabe destacar, que os líquidos percolados oriundos ou que têm contado com as pilhas de resíduos são conduzidos para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), situada na porção mais rebaixada topograficamente do terreno, por fluxo controlado pela gravidade. O sistema de tratamento de efluentes é composto de tratamento biológico através de lagoas de estabilização, tratamento físico-químico e posterior polimento por meio de carvão ativado. Complementarmente, há um sistema de drenagem de águas pluviais construído com intuito de reduzir ao máximo possível o contato das águas das precipitações chuvosas com os



resíduos.

As estruturas operacionais associadas e auxiliares são prédio de recepção, balança de pesagem e cercas de arame farpado e portão para controlar o acesso ao local.

As atividades desenvolvidas no local estão devidamente licenciadas perante o órgão competente estadual, IMA, conforme principais aspectos relacionados no Quadro 3.

Quadro 3 - Principais informações atinentes ao licenciamento ambiental do empreendimento. Fonte: MEIOESTE AMBIENTAL (2022).

Item	Descrição
Licença Ambiental de Operação	Nº 3339/2018
Processo de Licenciamento Ambiental	RSU/0009/CRP
Parecer técnico	7594/2017
Empreendedor	Prefeitura Municipal de Caçador
Atividade	34.41.10 - disposição final de rejeitos urbanos em aterros sanitários.
Início da vigência Licença Ambiental	25/04/2018
Término da vigência Licença Ambiental	25/04/2022

O empreendimento abrange uma área total de 186.588,00 m² e uma área útil para disposição final de resíduos estimada em 44.433,00 m².

5 - ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para realização do diagnóstico de situação do empreendimento - Aterro Sanitário Municipal de Caçador - SC foram desenvolvidos os seguintes procedimentos metodológicos e operacionais:

- Inicialmente foi solicitado à Contratante a disponibilização dos dados e das informações pertinentes à área de interesse e ao objeto contratual;
- Em continuação foi efetuada pesquisa bibliográfica e informativa a respeito de outros dados e informações existentes acerca do empreendimento, da gestão de resíduos no município e região e do embasamento legal e normativo envolvido;
- Após o envio e a consolidação das bases de dados, foi elaborada uma cartografia básica orientativa de campo, com as divisas da área e imagens de sensores remotos disponíveis atualizadas o tanto quanto possível com intuito de otimizar e programar as atividades de levantamento e mapeamento;
- Em sequência, foi realizada reunião técnica com a equipe da Contratante para nivelamento dos objetivos do Contrato, em sua sede em Caçador;
- Posteriormente, foi realizada reunião técnica com a equipe da empresa atualmente responsável, mediante contratação por parte da Prefeitura Municipal, pela operação do Aterro Sanitário;
- Após, foi realizada vistoria técnica na área do Aterro Sanitário para verificação de



todas as estruturas existentes e suas respectivas condições operacionais, tendo em vista as considerações comentadas nas reuniões técnicas, com intuito de embasar o diagnóstico de situação.

Em sequência, após a etapa de diagnóstico, as informações foram coligidas, consolidadas e utilizadas na elaboração do estudo, projeto e planejamento necessários à ampliação e operação do Aterro Sanitário Municipal de Caçador - SC, objeto precípua dos trabalhos em tela.

6 - LEGISLAÇÕES E NORMATIZAÇÕES APLICÁVEIS

No intuito de estruturar de maneira adequada o diagnóstico de situação e em atendimento ao Contrato em tela, foram consideradas as legislações, resoluções e normativas que incidem sobre o escopo contratual, conforme será relacionado a seguir.

6.1 - LEGISLAÇÕES INCIDENTES

As peças legislativas incidentes sobre os serviços foram consideradas em termos das três esferas que contemplam o ordenamento jurídico sobre o tema, conforme listado a seguir.

6.1.1 - Legislação Federal

Além desses dispositivos, serão considerados, quando já formulados, os seguintes normativos de âmbito local e regional:

- Constituição de 1988 - Título VII - Da Ordem Social, Capítulo VI - Do Meio Ambiente.
- Lei nº 6.938/1981 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- Lei nº 9795/1999 - Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
- Lei nº 10.257/2001 - Estatuto das Cidades.
- Lei nº 11.445/2007 - Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico: altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978, e dá outras providências.
- Lei nº 12.305/2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
- Lei nº 15.112/2010 (Proibição da disposição de resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis nos aterros controlados e aterros sanitários em todo o Estado).
- Decreto nº 3.272/2010 (Fixa os critérios básicos sobre os quais devem ser



elaborados os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos Municipais).

- Decreto nº 5.940/2006 - Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às cooperativas.
- Decreto nº 6.087/2007 - Regulamenta, no âmbito da Administração Pública Federal, o reaproveitamento, a movimentação, a alienação e outras formas de desfazimento de material, e dá outras providências.
- Decreto nº 7.217/2010 - Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.
- Decreto nº 7.404/2010 - Regulamenta a Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010.
- Decreto nº 7.405/2010 - Institui o Programa Pró-Catador.
- Decreto nº 7.390/2010 - Regulamenta os Arts. 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC.
- Decreto nº 7.619/2011 - Regulamenta a concessão de crédito presumido do Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI na aquisição de resíduos sólidos.
- Decreto nº 10.936, de 12 de Janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

6.1.2 - Legislação Estadual

Em termos da Legislação do Estado de Santa Catarina que orienta e embasa os serviços em tela, é necessário citar as seguintes peças:

- Constituição Estadual de 1989 - Capítulo VI - Do Meio Ambiente.
- Lei nº 11.347/2000 - Dispõe sobre a coleta, o recolhimento e o destino final de resíduos sólidos potencialmente perigosos que menciona, e adota outras providências.
- Lei nº 12.375/2002 - Dispõe sobre a coleta, o recolhimento e o destino final de pneus descartáveis e adota outras providências.
- Lei nº 12.863/2004 - Dispõe sobre a obrigatoriedade do recolhimento de pilhas, baterias de telefones celulares, pequenas baterias alcalinas e congêneres, quando não mais aptas ao uso e adota outras providências.
- Lei nº 13.517/2005 - Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento e estabelece outras providências.
- Lei nº 13.557/2005 - Estabelece a Política Estadual de Resíduos Sólidos.



- Lei nº 11.172/2008 - Lei Estadual de Saneamento Básico.
- Lei nº 14.364/2008 - Altera o inciso VII do art. 5º da Lei nº 13.557, de 2005, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.
- Lei nº 14.496/2008 - Dispõe sobre a coleta, o recolhimento e o destino final das embalagens plásticas de óleos lubrificantes e adota outras providências.
- Lei nº 14.512/2008 - Altera os Arts. 1º, 2º, 3º, 5º e 6º da Lei nº 12.375, de 2002, que dispõe sobre a coleta, o recolhimento e o destino final de pneus descartáveis.
- Lei nº 14.675/2009 - Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências.
- Lei nº 15.112/2010 - Dispõe sobre a proibição do despejo de resíduos sólidos reaproveitáveis e recicláveis em lixões e aterros sanitários.
- Lei nº 15.251/2010 - Veda o ingresso, no estado de Santa Catarina, de resíduos sólidos com características radioativas e de resíduos orgânicos oriundos de frigoríficos e abatedouros, que apresentem riscos sanitários, tais como a disseminação de febre aftosa ou outras zoonoses. Obrigatoriedade de Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR.
- Lei nº 15.442/2011 - Altera a ementa e os Arts. 1º, 2º, 3º e 4º da Lei nº 15.251, de 2010. Obrigatoriedade de Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR e Certificado de Destinação Final - CDF.
- Lei nº 12.932/2014 - Lei Estadual de Resíduos Sólidos.
- Decreto nº 6.215/2002 - Regulamenta a Lei nº 12.375, de 16 de julho de 2002, que dispõe sobre a coleta, recolhimento e o destino final de pneus descartáveis e adota outras providências.
- Decreto nº 3.272/2010 - Fixa os critérios sobre os quais devem ser elaborados os planos de gerenciamento de resíduos sólidos referentes a resíduos sólidos urbanos municipais, previstos nos Arts. 265 e 266 da Lei Nº 14.675/2009.

6.1.3 - Legislação Municipal de Caçador - SC

- Lei Complementar nº 89, de 16 de Outubro de 2006. Institui o Plano Diretor do Município de Caçador e dá Outras Providências.
- Decreto nº 3687, de 08 de Fevereiro de 2007. Regulamenta a Lei nº 2.357, de 11 de Agosto de 2006, Dispondo Sobre a Coleta, o Transporte, o Tratamento e a Disposição Final de Resíduos Sólidos no Município de Caçador.
- Lei Orgânica do Município de Caçador/SC, 2009.



- Lei Complementar nº 279, de 16 de Julho de 2014. Estabelece a Política Municipal de Saneamento Básico e dá Outras Providências.
- Lei nº 3.478, de 14 de Novembro de 2018. Dispõe sobre o aproveitamento e reciclagem de resíduos de construção civil e demolição no Município de Caçador e dá outras providências.

6.2 - NORMAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT

Em sequência estão relacionadas as principais Normas da ABNT correlatas aos estudos em questão:

- NBR 8.419/92 Versão corrigida: 1996 - Apresentações de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - Procedimento;
- NBR 8.849/85 - Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos - Procedimento.
- NBR 10.004/04 - Resíduos sólidos - classificação;
- NBR 10.005/04 - Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos;
- NBR 10.006/04 - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos;
- NBR 10.007/04 - Amostragem de resíduos - Procedimento;
- NBR 10.157/87 - Aterros de resíduos perigosos - critérios para projeto, construção e operação;
- NBR 11.174/90 - Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes;
- NBR 12.235/92 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos;
- NBR 11.174/90 - Armazenamento de resíduos classe II não inertes e III - inertes;
- NBR 11.175/90 - Incineração de resíduos perigosos - padrões de desempenho - Procedimentos;
- NBR 12.235/92 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos - Procedimento;
- NBR 12.980/93 - Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos - Terminologia;
- NBR 13.221/07 - Transporte de resíduos - procedimentos;
- NBR 13.463/95 - Coleta de resíduos sólidos;
- NBR 13.896/97 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, construção e operação;
- NBR 15.112/04 - Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de



Transbordo e Triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação;

- NBR 15.113/04 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.114/04 - Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.116/04 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural;
- NBR 15.849/10 - Aterros sanitários de pequeno porte - Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.

6.3 - RESOLUÇÕES DO CONAMA APLICADAS À GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O item a seguir relaciona as Resoluções do CONAMA cujas disposições incidem sobre os estudos, conforme segue:

- Resolução CONAMA nº 006/1991 - Incineração de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos;
- Resolução CONAMA nº 005/1993 - Definições, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários;
- Resolução CONAMA nº 275/2001 - Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva;
- Resolução CONAMA nº 283/2001 - Dispõe sobre tratamento e destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.
- Resolução CONAMA nº 307/2002 - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- Resolução CONAMA nº 313/2002 - Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais; Resolução CONAMA nº 348/2004 altera a Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos;
- Resolução CONAMA nº 358/2005 - Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde;
- Resolução CONAMA nº 362/2005 - Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado;
- Resolução CONAMA nº 401/2008 - Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado;



- Resolução CONAMA nº 404/2008 - Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de RSU;
- Resolução CONAMA nº 416/2009 - Prevenção e degradação ambiental causada por pneus inservíveis;
- Resolução CONAMA nº 430/2011 - Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes;
- Resolução CONAMA nº 431/2011 altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso;
- Resolução CONAMA nº 448/2012 altera os art. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do CONAMA;
- Resolução CONAMA nº 465/2014 - Dispõe sobre os requisitos e critérios técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos;
- Resolução CONAMA nº 469/2015 altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

6.4 - INSTRUÇÕES NORMATIVAS DO ÓRGÃO AMBIENTAL ESTADUAL DE SANTA CATARINA

Por fim, foram consideradas também as Instruções Normativas (IN) emitidas pelo órgão ambiental licenciador do Estado de Santa Catarina - atual IMA- Instituto do Meio Ambiente, conforme relação em sequência:

- IN 02 - DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS EM ATERROS SANITÁRIOS, Criada em: 28/07/2011, atualizada em: 10/02/2020;
- IN 04 - ATIVIDADES INDUSTRIAIS, Criada em: 14/05/2013, atualizada em: 10/02/2020;
- IN 07 - MINERAÇÃO, Criada em: 03/07/2013, atualizada em: 10/02/2020;
- IN 09 - INCINERADORES, Criada em: 21/09/2009, atualizada em: 21/03/2012;
- IN 16 - RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, Criada em: 10/12/2010, atualizada em: 21/03/2012;
- IN 23 - SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO NATIVA EM ÁREA RURAL, Criada em: 25/03/2008, atualizada em: 18/10/2018;
- IN 46 - REPOSIÇÃO FLORESTAL, Criada em: 07/11/2007, atualizada em: 07/11/2007;



- IN 74 - RECUPERAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS, Criada em: 29/08/2018, atualizada em: 29/08/2018;
- IN 76 - UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS CLASSES I, IIA OU IIB COMO INSUMOS NA AGRICULTURA, SILVICULTURA, EM PROCESSOS INDUSTRIAIS OU CONSTRUTIVOS, Criada em: 01/11/2018, atualizada em: 01/11/2018;
- IN 77 - TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS, DE RESÍDUOS E REJEITOS, Criada em: 13/02/2020, atualizada em: 13/02/2020;
- IN 78 - PROCESSAMENTO DE LÂMPADAS INSERVÍVEIS CONTENDO MERCÚRIO, Criada em: 27/06/2018, atualizada em: 27/06/2018.

7 - ELABORAÇÃO E MONTAGEM DO GEOFOTOALBUM

O geofotoalbum é uma ferramenta muito útil de mapeamento baseada na coleta de registros fotográficos georreferenciados. Tal procedimento permite, além da distribuição das fotografias no terreno, a geração de arquivos que podem ser utilizados em aplicativos de geoprocessamento e globos virtuais para auxiliar no mapeamento e contextualização dos estudos de diversos tipos de variáveis geoambientais.

De outra forma, auxilia grandemente na interpretação dos dados, visto que após a tomada de até centenas de registros fotográficos é consideravelmente difícil a organização e ordenamento desse conjunto de dados, bem como a adequada extração de informações relevantes se não for possível determinar a geolocalização do ponto de tomada da foto.

Na Figura 5 e na Figura 6 constam telas do aplicativo computacional utilizado para a visualização do geofotoalbum.

Na versão finalizada do produto consta apensado o geofotoalbum completo associado ao levantamento de campo realizado, constituído por 213 registros fotográficos.



Figura 5 - Distribuição dos registros fotográficos georreferenciados obtidos nos levantamentos de campo realizados na região de interesse até o estágio atual dos trabalhos no aplicativo Google Earth. Fonte: GK Engenharia.

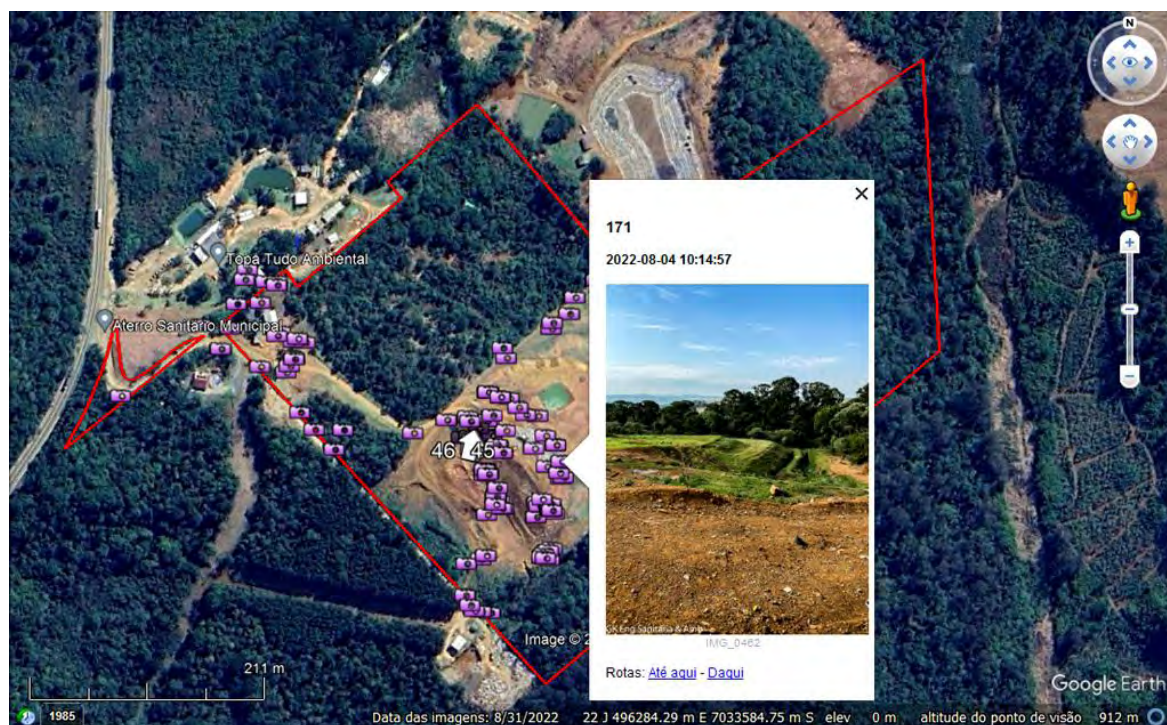


Figura 6 - Exemplo de tela de abertura de registro fotográfico georreferenciado componente do geofotoalbum no aplicativo Google Earth. Fonte: GK Engenharia.



8 - DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DAS OPERAÇÕES VINCULADAS AO ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL

Considerados os procedimentos executados, foi elaborado o diagnóstico de situação das condições operacionais no Aterro Sanitário. Para tanto, foi realizada inspeção ao longo de toda a área de interesse na primeira semana do mês de agosto de 2022. Os principais itens observados na etapa de diagnóstico (e descritos em continuidade) estão relacionados a seguir:

- Acessos;
- Cercamento e Isolamento da Área;
- Recepção e Balança de Pesagem;
- Estruturação Geral do Maciço e Taludes;
- Impermeabilização de Base;
- Drenagem de Águas Pluviais;
- Drenagem de Percolados;
- Sistema de Tratamento de Efluentes;
- Área da Célula já Encerrada de Disposição de Resíduos - Denominada Célula 0;
- Área da Célula Atualmente Utilizada Para Disposição de Resíduos - Denominada Célula 1;
- Área Proposta Para Nova Célula de Disposição de Resíduos - a Ser Denominada em Sequência de Célula 2;
- Área de Jazida de Material de Base e Cobertura;
- Área em Recuperação Ambiental;
- Dispositivos de Monitoramento Ambiental.

8.1 - LAYOUT GERAL ATUAL DO EMPREENDIMENTO

Após a vistoria técnica realizada foi possível efetuar a observação *in loco* das principais estruturas que compõem o Aterro Sanitário atualmente, o que permitiu a elaboração do *layout* geral do empreendimento, conforme consta na Figura 7.



Figura 7 - Layout geral com a distribuição atual no terreno dos principais elementos construtivos do Aterro Sanitário de Caçador - SC.
Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo sobre imagem disponibilizada no aplicativo Google Earth datada de agosto de 2022. A poligonal em vermelho abrange a área aproximada do levantamento conduzido com drone multirrotor.



8.2 - ACESSOS

A partir da rodovia que proporciona o acesso principal à área (Rodovia Estadual SC-135) há um único acesso composto por uma estrada vicinal que conduz especificamente ao Aterro Sanitário, por cerca de 200 metros (Figura 8).



**Figura 8 - Acesso ao Aterro Sanitário a partir da rodovia SC - 135 (traço em vermelho).
Fonte: Google Earth imagem datada de 31/08/2022.**

A estrada vicinal, mesmo não pavimentada, apresenta boas condições de trafegabilidade, apesar da elevada inclinação do traçado e uma curva acentuada que exige atenção dos motoristas que acessam a área, principalmente daqueles que conduzem os veículos transportadores de resíduos.

Os registros fotográficos a seguir relacionados apresentam as condições atuais dos acessos externo e internos à área do aterro sanitário.

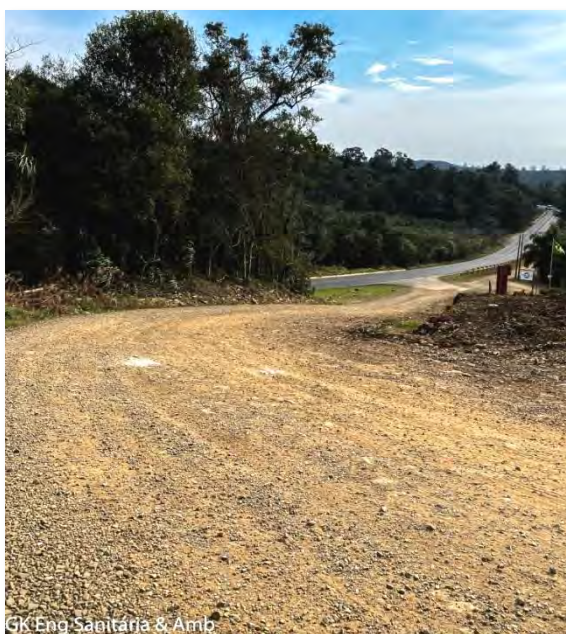


Figura 9 - Acesso ao Aterro Sanitário a partir da rodovia SC - 135. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 10 - Vista geral do acesso interno do Aterro Sanitário que permite a movimentação de veículos desde a recepção até a área de tratamento de efluentes. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 11 - Vista geral do acesso interno do Aterro Sanitário que permite a movimentação de veículos desde a recepção até a área de tratamento de efluentes.
Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.

8.3 - CERCAMENTO E ISOLAMENTO DA ÁREA

Na vistoria em campo foi informado que o perímetro da matrícula da área de interesse encontra-se materializado e delimitado com cerca de arame farpado de três fios ao longo de todas as bordas do terreno a não ser na porção sudoeste, onde há, conforme informado na vistoria técnica, um conflito de divisa com o proprietário lindeiro que não permitiu que até o momento fosse devidamente instalado o cercamento perimetral neste lado da poligonal. Ressalte-se que apesar do acesso que limita esta porção do terreno ser particular e interno, portanto com pouca circulação de pessoas, é necessário e que a área de um empreendimento como este em tela tenha cercamento completo para evitar ou dificultar o tanto quanto possível a entrada de pessoas não autorizadas e, mesmo animais sinantrópicos ou da fauna nativa.

Os registros fotográficos a seguir expõem os principais aspectos verificados em campo quanto a este item.



Figura 12 - Portão existente no acesso principal, entrada do Aterro Sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 13 - Cerca de tela existente na borda nordeste do terreno, limítrofes às lagoas de tratamento da ETE. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 14 - Cerca de arame farpado existente no limite entre a área ativa do Aterro Sanitário (à esquerda) e área de recuperação ambiental (à direita). Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 15 - Borda sudoeste do terreno onde há apenas os mourões implantados, sem o devido cercamento perimetral. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



8.4 - RECEPÇÃO E BALANÇA DE PESAGEM

Nas proximidades do portão de acesso ao aterro sanitário está posicionada a recepção e balança de pesagem dos veículos transportadores dos resíduos que são destinados ao aterro sanitário.

As principais características dessa estrutura podem ser visualizadas no registro fotográfico abaixo relacionado.



Figura 16 - Edificação onde estão situados os equipamentos de registro da recepção e pesagem das cargas de resíduos que aportam ao aterro sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo. Destaque para a balança rodoviária de pesagem dos veículos, implantada ao lado.

8.5 - ESTRUTURAÇÃO GERAL E INTEGRIDADE DO MACIÇO E TALUDES

A inspeção realizada ao longo de todas as bordas e taludes do maciço de resíduos, tanto na porção já encerrada (célula 0) quanto na área da célula ativa (célula 1) indicou que não há feições de instabilidade observáveis em campo.

Nesse sentido, não foram identificadas fissuras de grande porte, deformações nos taludes, rebaixamentos irregulares, feições de arraste e rastejamento de solo, drenagens pluviais com sinuosidades ou irregularidades, bem como outros elementos indicativos de deformações no maciço que possam comprometer a estabilidade dos taludes.

Ademais, a proporção de inclinação entre as bermas e os taludes estruturados a partir da acumulação progressiva dos resíduos é adequada e assim, a geometria geral do maciço está



adequadamente estabilizada.

Nos registros fotográficos abaixo relacionados podem ser visualizados os principais aspectos atualmente observáveis quanto a este aspecto no aterro sanitário.



Figura 17 - Vista geral das bermas e taludes da porção já encerrada do Aterro Sanitário com geometria adequada, indicativa de estabilidade do maciço. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 18 - Vista principal a sudoeste das bermas e taludes da porção já encerrada do Aterro Sanitário com geometria adequada, indicativa de estabilidade do maciço. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 19 - Vista lateral do talude sudoeste com geometria adequada e sem feições de instabilidade. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



**Figura 20 - Vista geral das bermas e taludes da porção nordeste já encerrada do Aterro Sanitário com geometria adequada, indicativa de estabilidade do maciço.
Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.**

8.6 - IMPERMEABILIZAÇÃO DE BASE

A impermeabilização das células do aterro sanitário é efetuada a partir de um pacote de proteção composto por uma camada inferior de cerca de 01 metro de argila compactada, sobre a qual é colocada a proteção mecânica (geomembrana de PEAD com 1,5 mm de espessura) e sobre a qual é colocada outra camada de cerca de 01 cm de argila compactada que protege contra a eventual possibilidade de perfuração da geomembrana.

O pacote acima descrito é adequado para as dimensões e porte do aterro sanitário em apreciação, bem como suficiente para a efetiva proteção ambiental, visto que adicionalmente o substrato da região é francamente argiloso e os recursos hídricos subterrâneos estão posicionados a uma profundidade considerável em relação à base das células.

Os registros fotográficos a seguir relacionados expõem os principais aspectos da impermeabilização da base das células identificadas na vistoria de campo realizada no aterro sanitário.



Figura 21 - Perfil com posicionamento da geomembrana de PEAD de 1,5 mm de espessura utilizada na base da célula 1 - ativa. Observar também a camada de argila compactada de 1,00 m de espessura sotoposta à geomembrana. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.

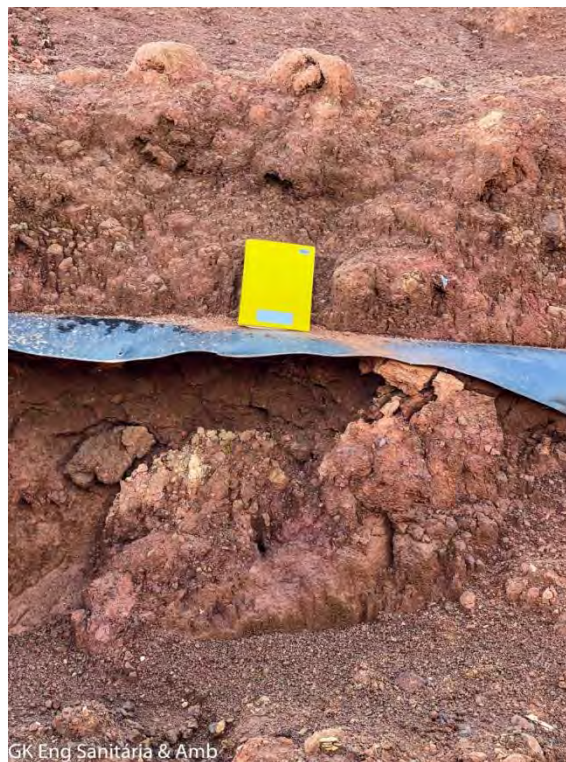


Figura 22 - Detalhe da geomembrana de PEAD de 1,50 mm de espessura utilizada na base da célula 1 - ativa. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 23 - Base da porção do maciço de resíduos sólidos já encerrada, com destaque para a geomembrana de PEAD de 1,5 mm de espessura utilizada para impermeabilização de base. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.

8.7 - DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

A drenagem das águas pluviais é efetuada por meio de uma drenagem perimetral existente em parte dos limites do aterro e por canaletas de topo e base dos taludes do maciço de resíduos, conforme visualizado nos registros fotográficos a seguir relacionados.



Figura 24 - Padrão de drenagem de águas pluviais sobre a superfície dos taludes do patamar basal do maciço de resíduos sólidos composta por canaletas meia cana de concreto rejuntadas. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 25 - Drenagem de pluviais situada na base de talude da célula 0, já encerrada, de disposição de resíduos. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 26 - Drenagem perimetral construída com meia cana de concreto na divisa noroeste do terreno. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.

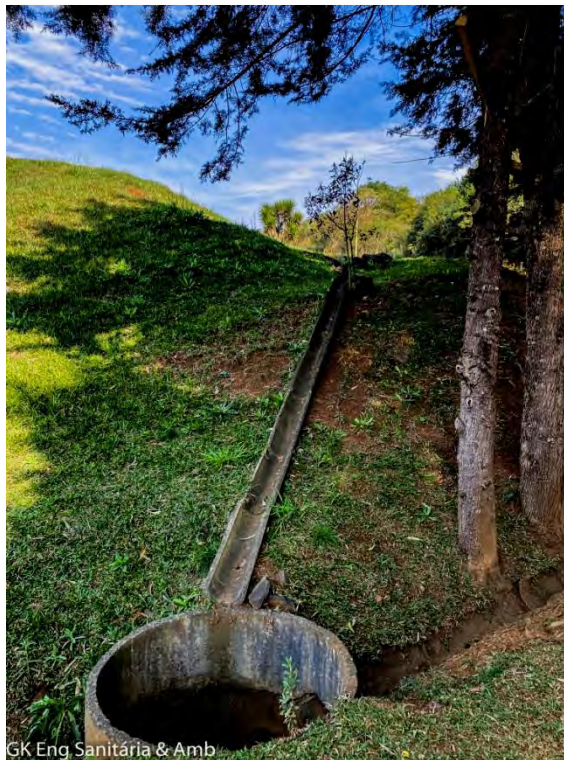


Figura 27 - Drenagem perimetral na base do talude inicial da célula 0, já encerrada, do aterro sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



8.8 - DRENAGEM DE PERCOLADOS

O sistema de drenagem de percolados é constituído por um sistema de tubulações que conduz os líquidos desde a porção interna das células até o perímetro, a partir daí, são conduzidos para a ETE, todo o processo controlado por gravidade.

Os registros fotográficos abaixo relacionados apresentam os principais aspectos da rede de drenagem de percolados.



Figura 28 - Dreno de percolados que coleta e conduz os líquidos gerados na porção interna do maciço de resíduos. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 29 - Dreno perimetral de percolados que capta os líquidos conduzidos pela drenagem interna às células. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.

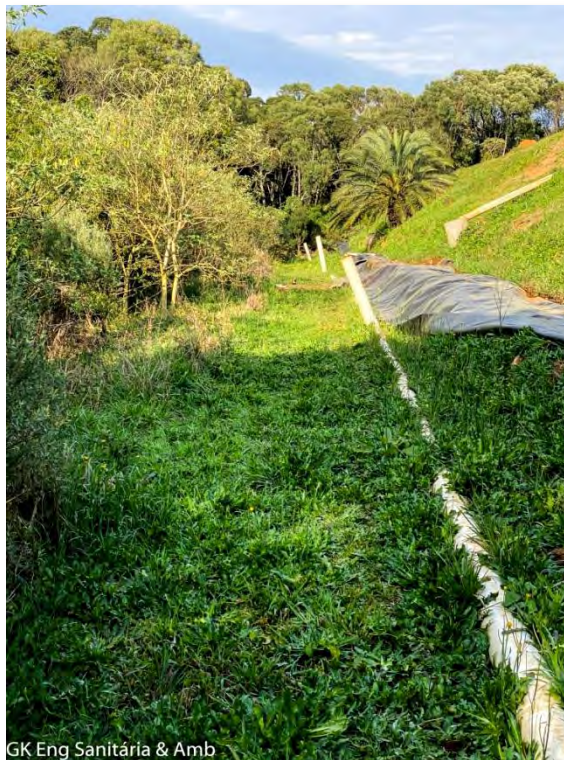


Figura 30 - Outra vista do dreno perimetral de percolados na base da célula 0, já encerrada. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 31 - Outro dreno que coleta os líquidos gerados na porção interna do maciço e conduz para o dreno perimetral à célula 0. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 32 - Poço de visita para inspeção visual do dreno perimetral de percolados. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



8.9 - DRENAGEM DE GASES

A drenagem dos gases gerados pela decomposição progressiva da fração orgânica dos resíduos dispostos nas células é realizada por drenos construídos a partir de tubulações de concreto perfuradas, preenchidas com pedra rachão, envoltas em geotecido e estruturadas com tela metálica. Este tipo de drenagem é típico para aterros sanitários de porte e magnitude como este em tela. Os drenos são instalados progressivamente conforme ocorre a acumulação e subida de cota do maciço de resíduos e espaçados com distância que permita a realização das manobras dos equipamentos utilizados na acomodação e compactação dos resíduos. Há drenos instalados nos taludes e no topo das células, conforme consta nos registros a seguir.



Figura 33 - Vista geral de um dreno de gases instalado na base da célula 1. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 34 - Detalhe de dreno de gases instalado na base da célula 1. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.

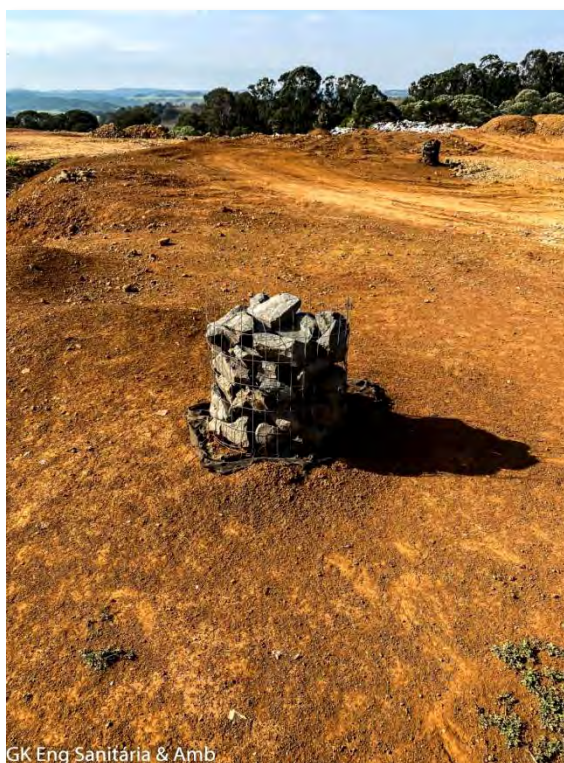


Figura 35 - Dreno de gás instalado no topo da célula 1. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 36 - Outro dreno de gás instalado no topo da célula 1. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.

8.10 - SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

O sistema de tratamento de efluentes do Aterro Sanitário é composto por uma Estação de Tratamento de Efluentes que atende às condicionantes do órgão ambiental e demonstra uma efetiva capacidade de tratamento dos líquidos percolados gerados no maciço de resíduos.

Os registros fotográficos a seguir apresentam as características operacionais da ETE.



GK Eng Sanitária & Amb

Figura 37 - Ponto de entrada do efluente captado no maciço na primeira lagoa do sistema de tratamento (anaeróbia). Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



GK Eng Sanitária & Amb

Figura 38 - Vista geral da segunda lagoa do sistema de tratamento (anaeróbia). Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 39 - Detalhe da lagoa facultativa. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.

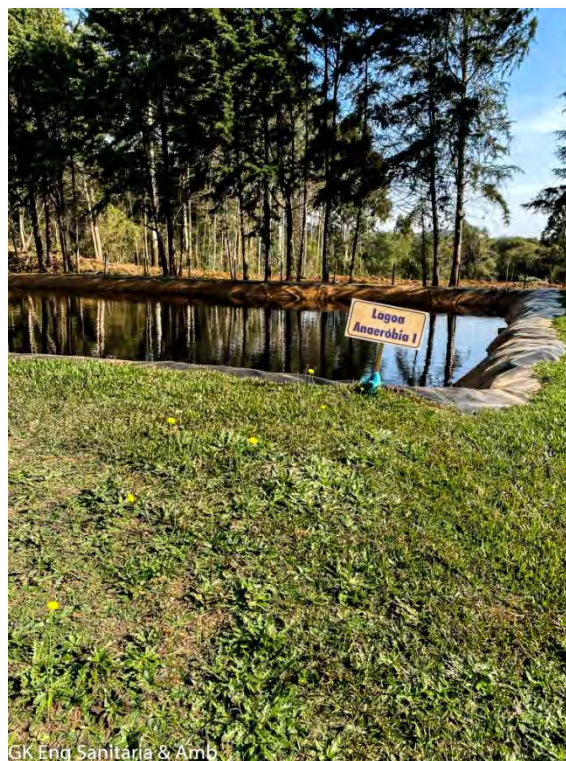


Figura 40 - Detalhe da lagoa anaeróbia 1. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 41 - Tanques de acumulação do sulfato de alumínio utilizado na ETE. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



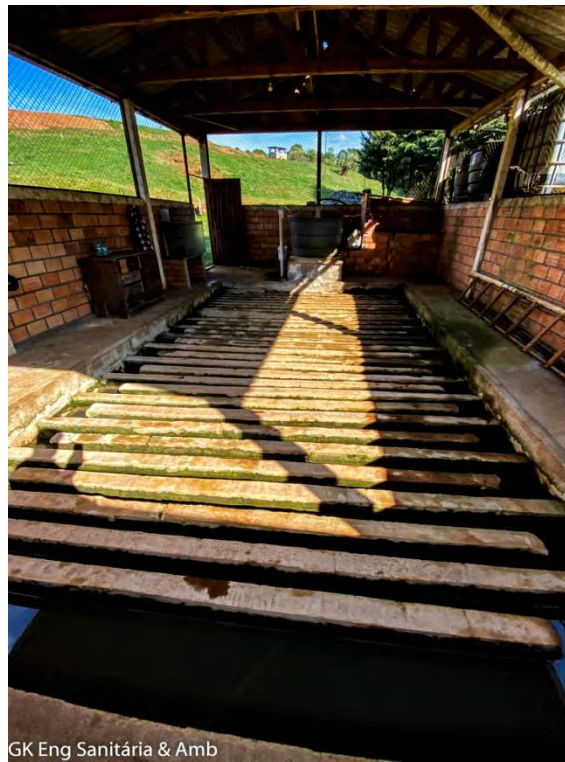
Figura 42 - Casa de química da ETE. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 43 - Dosador de sulfato de alumínio. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 44 - Detalhe da bomba de dosagem de sulfato de alumínio. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



GK Eng Sanitária & Amb

Figura 45 - Módulo floculador da ETE. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



GK Eng Sanitária & Amb

Figura 46 - Vista de detalhe do módulo floculador da ETE. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 47 - Módulo decantador da ETE. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 48 - Ponto de saída do efluente do flocculador e entrada no módulo de carvão ativado. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 49 - Módulo de passagem para tratamento com carvão ativado. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 50 - Vista lateral do módulo de tratamento com carvão ativado. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 51 - Ponto de inspeção após o módulo de passagem no carvão ativado. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 52 - Canaleta que conduz o efluente tratado desde a ETE até o ponto de emissão. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 53 - Ponto de emissão do efluente tratado em solo. Notar a cor e a transparência da água, dentro dos padrões preconizados. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 54 - Ponto de dispersão no solo do efluente tratado. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



8.11 - ÁREA PROPOSTA PARA NOVA CÉLULA DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS - CÉLULA 2

A área proposta para a próxima célula de resíduos, a ser denominada célula 2 está situada a sudoeste da célula atualmente em operação, no único local considerado plausível para implantação, considerados os limites do Aterro Sanitário.

A área disponível é adequada para a atividade proposta e no transcurso das próximas etapas do trabalho será definida sua geometria, elementos construtivos e vida útil estimada.

Os registros fotográficos abaixo relacionados apresentam os principais aspectos do local proposto para a nova célula de disposição de resíduos sólidos urbanos.



Figura 55 - Vista geral da área proposta para implantação da nova célula de disposição de resíduos. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 56 - Outra vista da área proposta para implantação da nova célula de disposição de resíduos - célula 2. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 57 - Vista frontal da área proposta para implantação da nova célula de disposição de resíduos - célula 2. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



8.12 - ÁREA EM RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

A área em recuperação ambiental está situada a noroeste do maciço de resíduos atualmente em uso. Representa uma porção do terreno onde ocorreu a disposição de resíduos do município por um período, porém já encerrada a mais de 15 anos. É possível verificar no local a instalação de cobertura vegetal nativa em estágio inicial a médio, ao longo de toda a área, sem focos erosivos ou sinais de degradação ambiental em superfície.

Diante das observações efetuadas constata-se que o processo de recuperação ambiental está em curso adequado e progressivo.

O registro fotográfico abaixo relacionado é representativo da situação atual da área em recuperação ambiental.



Figura 58 - Antiga área de disposição de resíduos atualmente em franca recuperação ambiental com estabelecimento de cobertura vegetal nativa estágio inicial passando a médio. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.

8.13 - DISPOSITIVOS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

Os principais dispositivos de monitoramento ambiental identificados na área de interesse foram poços de monitoramento para coleta de amostras de águas subterrâneas. Nestes termos, estão instalados e operando 04 poços que compõem a rede de monitoramento de qualidade das águas subterrâneas local. Um dos poços, considerado ponto branco, está situado na porção mais de montante do terreno, nas proximidades do portão de acesso à área. Os três restantes estão distribuídos no entorno da área de células de disposição de



resíduos. Todos os pontos verificados são constituídos por tubos geomecânicos adequados para a finalidade proposta, estão identificados e protegidos quanto às atividades operacionais do empreendimento.

Ressalte-se que o poço de monitoramento denominado 02 não está operacional em vista de diversas campanhas indicarem o ponto como seco, conforme indicado pela empresa que opera as atividades no local.

Os registros fotográficos a seguir relacionados indicam os poços de monitoramento existentes na área de interesse.



Figura 59 - Poço de monitoramento 01 situado mais a montante - oeste na área de interesse (ponto branco). Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 60 - Poço de monitoramento 03 situado a sudeste na área de interesse. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 61 - Poço de monitoramento 04 situado a norte na área de interesse. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.



Figura 62 - Poço de monitoramento 05 situado a nordeste na área de interesse. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo.

9 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS EFLUENTES E DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Este item trata especificamente da avaliação da qualidade dos efluentes percolados gerados no maciço de resíduos sólidos urbanos e tratados na ETE e das águas subterrâneas monitoradas no empreendimento, aspectos de acentuada relevância no contexto dos estudos em questão.

9.1 - CARACTERIZAÇÃO E ENQUADRAMENTO DOS EFLUENTES A PARTIR DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

Para caracterização e enquadramento dos efluentes gerados nas células que compõem o maciço de disposição final de resíduos sólidos urbanos foram considerados os dados analíticos das campanhas de monitoramento já realizadas no empreendimento (Quadro 4), condicionante específica da Licença de Operação (Nº 3339/2018), avaliados conforme os Valores Máximos Permitidos (VMPs) para cada parâmetro citados nas legislações, normas e resoluções pertinentes e, quando necessário, a partir de estudos bibliográficos consagrados sobre o tema, conforme consolidado no Quadro 5. Tais avaliações constam descritas conforme segue.

Cabe destacar que para os parâmetros DQO e Nitrito não foram identificados valores máximos associados nas legislações e normas consideradas na avaliação de qualidade.



Quadro 4 - Dados laboratoriais analíticos obtidos nas campanhas de monitoramento já realizadas no empreendimento, conforme condicionante específica da Licença de Operação. Fonte: Meioeste Ambiental (2022).

Ano	Frequência	Parâmetro	Mês	Valor Entrada	Valor Pós Tratamento	Unidade	Mínimo CONAMA 430	Máximo CONAMA 430	Mínimo Lei 14.675 SC	Máximo Lei 14.675 SC
2021	Mensal	pH	janeiro	6,74	9,61		5	9	6	9
2021	Mensal	pH	fevereiro	8,25	7,3		5	9	6	9
2021	Mensal	pH	março	5,32	6,25		5	9	6	9
2021	Mensal	pH	abril	8,57	6,16		5	9	6	9
2021	Mensal	pH	maio	8,88	6,39		5	9	6	9
2021	Mensal	pH	maio	8,12	6,03		5	9	6	9
2021	Mensal	pH	julho	8,07	7,79		5	9	6	9
2021	Mensal	pH	agosto	8,27	6,38		5	9	6	9
2021	Mensal	pH	setembro	8,17	6,58		5	9	6	9
2021	Mensal	pH	outubro	-	-		5	9	6	9
2021	Mensal	pH	novembro	8,54	6,31		5	9	6	9
2021	Mensal	pH	dezembro	8,66	4,44	Redução em %	5	9	6	9
2021	Mensal	DBO	janeiro	114	47,47	58%	mg/L	Redução mínima de 60%	60 mg/L ou redução 80%	
2021	Mensal	DBO	fevereiro	1.125,70	140,3	88%	mg/L	Redução mínima de 60%	60 mg/L ou redução 80%	
2021	Mensal	DBO	março	539,5	53,1	90%	mg/L	Redução mínima de 60%	60 mg/L ou redução 80%	
2021	Mensal	DBO	abril	897,6	85,2	91%	mg/L	Redução mínima de 60%	60 mg/L ou redução 80%	
2021	Mensal	DBO	maio	532,39	115,92	78%	mg/L	Redução mínima de 60%	60 mg/L ou redução 80%	
2021	Mensal	DBO	junho	320	170	47%	mg/L	Redução mínima de 60%	60 mg/L ou redução 80%	
2021	Mensal	DBO	julho	330,7	196,3	41%	mg/L	Redução mínima de 60%	60 mg/L ou redução 80%	
2021	Mensal	DBO	agosto	551	283	49%	mg/L	Redução mínima de 60%	60 mg/L ou redução 80%	
2021	Mensal	DBO	setembro	773,48	131,4	83%	mg/L	Redução mínima de 60%	60 mg/L ou redução 80%	
2021	Mensal	DBO	outubro	-	-	-	mg/L	Redução mínima de 60%	60 mg/L ou redução 80%	
2021	Mensal	DBO	novembro	631,57	458,67	27%	mg/L	Redução mínima de 60%	60 mg/L ou redução 80%	
2021	Mensal	DBO	dezembro	770,75	299,61	61%	mg/L	Redução mínima de 60%	60 mg/L ou redução 80%	
2021	Mensal	DQO	janeiro	212	101		mg/L	-	-	-
2021	Mensal	DQO	fevereiro	2.844,00	236		mg/L	-	-	-
2021	Mensal	DQO	março	1.412,00	82,2		mg/L	-	-	-
2021	Mensal	DQO	abril	1.646,00	174		mg/L	-	-	-
2021	Mensal	DQO	maio	1.405,00	349		mg/L	-	-	-
2021	Mensal	DQO	junho	686	376		mg/L	-	-	-
2021	Mensal	DQO	julho	648	379		mg/L	-	-	-



Ano	Frequência	Parâmetro	Mês	Valor Entrada	Valor Pós Tratamento	Unidade	Mínimo CONAMA 430	Máximo CONAMA 430	Mínimo Lei 14.675 SC	Máximo Lei 14.675 SC
							CONAMA 430		Lei 14.675 SC	
2021	Mensal	DQO	agosto	1.427,00	647	mg/L	-		-	
2021	Mensal	DQO	setembro	1.378,00	483	mg/L	-		-	
2021	Mensal	DQO	outubro	-	-	mg/L	-		-	
2021	Mensal	DQO	novembro	1.144,00	810	mg/L	-		-	
2021	Mensal	DQO	dezembro	1.973,00	640	mg/L	-		-	
2021	Mensal	Nitrogênio Amoniacal	janeiro	92,9	76,9	mg/L	-	20	-	
2021	Mensal	Nitrogênio Amoniacal	fevereiro	154,9	66,6	mg/L	-	20	-	
2021	Mensal	Nitrogênio Amoniacal	março	433,1	121,5	mg/L	-	20	-	
2021	Mensal	Nitrogênio Amoniacal	abril	465,7	157,8	mg/L	-	20	-	
2021	Mensal	Nitrogênio Amoniacal	maio	525,2	205,8	mg/L	-	20	-	
2021	Mensal	Nitrogênio Amoniacal	junho	279,1	229	mg/L	-	20	-	
2021	Mensal	Nitrogênio Amoniacal	julho	257,1	225	mg/L	-	20	-	
2021	Mensal	Nitrogênio Amoniacal	agosto	275,9	239,4	mg/L	-	20	-	
2021	Mensal	Nitrogênio Amoniacal	setembro	283,3	250,2	mg/L	-	20	-	
2021	Mensal	Nitrogênio Amoniacal	outubro	-	206,1	mg/L	-	20	-	
2021	Mensal	Nitrogênio Amoniacal	novembro	214,2	206,1	mg/L	-	20	-	
2021	Mensal	Nitrogênio Amoniacal	dezembro	418,5	255	mg/L	--	20	-	
2021	Mensal	Nitrito	janeiro	0,139	0,181	mg/L	-		-	
2021	Mensal	Nitrito	fevereiro	0,416	0,048	mg/L	-		-	
2021	Mensal	Nitrito	março	0,066	0,048	mg/L	-		-	
2021	Mensal	Nitrito	abril	0,101	0,048	mg/L	-		-	
2021	Mensal	Nitrito	maio	0,5	0,08	mg/L	-		-	
2021	Mensal	Nitrito	junho	0,296	0,18	mg/L	-		-	
2021	Mensal	Nitrito	julho	0,074	0,06	mg/L	-		-	
2021	Mensal	Nitrito	agosto	0,048	0,048	mg/L	-		-	
2021	Mensal	Nitrito	setembro	4,09	1,55	mg/L	-		-	



Ano	Frequência	Parâmetro	Mês	Valor Entrada	Valor Pós Tratamento	Unidade	Mínimo CONAMA 430	Máximo CONAMA 430	Mínimo Lei 14.675 SC	Máximo Lei 14.675 SC
							CONAMA 430		Lei 14.675 SC	
2021	Mensal	Nitrito	outubro	-	-	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Nitrito	novembro	1,58	0,12	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Nitrito	dezembro	3,62	0,67	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Nitrato	janeiro	9,63	3,68	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Nitrato	fevereiro	16,48	0,88	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Nitrato	março	15,14	1,79	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Nitrato	abril	21,49	1,26	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Nitrato	maio	45,85	10,69	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Nitrato	junho	25,15	0,75	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Nitrato	julho	16,5	1,94	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Nitrato	agosto	10,7	0,8	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Nitrato	setembro	12,89	< 0,30	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Nitrato	outubro	-	-	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Nitrato	novembro	16,56	1,56	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Nitrato	dezembro	10,48	2,5	mg/L	-	-	-	-
2021	Mensal	Arsênio	janeiro				-	0,5	-	0,1
2021	Mensal	Arsênio	fevereiro				-	0,5	-	0,1
2021	Mensal	Arsênio	março				-	0,5	-	0,1
2021	Mensal	Arsênio	abril				-	0,5	-	0,1
2021	Mensal	Arsênio	maio	0,001	0,001	mg/L As	-	0,5	-	0,1
2021	Mensal	Arsênio	junho				-	0,5	-	0,1
2021	Mensal	Arsênio	julho				-	0,5	-	0,1
2021	Mensal	Arsênio	agosto				-	0,5	-	0,1
2021	Mensal	Arsênio	setembro				-	0,5	-	0,1
2021	Mensal	Arsênio	outubro				-	0,5	-	0,1
2021	Mensal	Arsênio	novembro				-	0,5	-	0,1
2021	Mensal	Arsênio	dezembro	0,001	0,001	mg/L As	-	0,5	-	0,1
		Cádmio	janeiro				-	0,2	-	0,1
		Cádmio	fevereiro				-	0,2	-	0,1
		Cádmio	março				-	0,2	-	0,1
		Cádmio	abril				-	0,2	-	0,1
2021	Semestral	Cádmio	maio	0,001	0,001	mg/L Cd	-	0,2	-	0,1
		Cádmio	junho				-	0,2	-	0,1
		Cádmio	julho				-	0,2	-	0,1
		Cádmio	agosto				-	0,2	-	0,1



Ano	Frequência	Parâmetro	Mês	Valor Entrada	Valor Pós Tratamento	Unidade	Mínimo CONAMA 430	Máximo CONAMA 430	Mínimo Lei 14.675 SC	Máximo Lei 14.675 SC
							CONAMA 430		Lei 14.675 SC	
		Cádmio	setembro				-	0,2	-	0,1
		Cádmio	outubro				-	0,2	-	0,1
		Cádmio	novembro				-	0,2	-	0,1
2021	Semestral	Cádmio	dezembro	0,001	0,001	mg/L Cd	-	0,2	-	0,1
		Chumbo	janeiro				-	0,5	-	-
		Chumbo	fevereiro				-	0,5	-	-
		Chumbo	março				-	0,5	-	-
		Chumbo	abril				-	0,5	-	-
2021	Semestral	Chumbo	maio	0,005	0,005	mg/L Pb	-	0,5	-	-
		Chumbo	junho				-	0,5	-	-
		Chumbo	julho				-	0,5	-	-
		Chumbo	agosto				-	0,5	-	-
		Chumbo	setembro				-	0,5	-	-
		Chumbo	outubro				-	0,5	-	-
		Chumbo	novembro				-	0,5	-	-
2021	Semestral	Chumbo	dezembro	0,005	0,005	mg/L Pb	-	0,5	-	-
		Cianeto	janeiro				-	1	-	-
		Cianeto	fevereiro				-	1	-	-
		Cianeto	março				-	1	-	-
		Cianeto	abril				-	1	-	-
2021	Semestral	Cianeto	maio	0,155	0,04	mg/L CN	-	1	-	-
		Cianeto	junho				-	1	-	-
		Cianeto	julho				-	1	-	-
		Cianeto	agosto				-	1	-	-
		Cianeto	setembro				-	1	-	-
		Cianeto	outubro				-	1	-	-
		Cianeto	novembro				-	1	-	-
2021	Semestral	Cianeto	dezembro	0,36	0,18	mg/L CN	-	1	-	-
		Cobre	janeiro				-	1	-	0,5
		Cobre	fevereiro				-	1	-	0,5
		Cobre	março				-	1	-	0,5
		Cobre	abril				-	1	-	0,5
2021	Semestral	Cobre	maio	0,067	0,008	mg/L Cu	-	1	-	0,5
		Cobre	junho				-	1	-	0,5
		Cobre	julho				-	1	-	0,5



Ano	Frequência	Parâmetro	Mês	Valor Entrada	Valor Pós Tratamento	Unidade	Mínimo CONAMA 430	Máximo CONAMA 430	Mínimo Lei 14.675 SC	Máximo Lei 14.675 SC
							CONAMA 430		Lei 14.675 SC	
		Cobre	agosto				-	1	-	0,5
		Cobre	setembro				-	1	-	0,5
		Cobre	outubro				-	1	-	0,5
		Cobre	novembro				-	1	-	0,5
2021	Semestral	Cobre	dezembro	0,009	0,006	mg/L Cu	-	1	-	0,5
		Cromo Hexavalente	janeiro				-	0,1	-	0,1
		Cromo Hexavalente	fevereiro				-	0,1	-	0,1
		Cromo Hexavalente	março				-	0,1	-	0,1
		Cromo Hexavalente	abril				-	0,1	-	0,1
2021	Semestral	Cromo Hexavalente	maio	0,01	0,01	mg/L Cr+6	-	0,1	-	0,1
		Cromo Hexavalente	junho				-	0,1	-	0,1
		Cromo Hexavalente	julho				-	0,1	-	0,1
		Cromo Hexavalente	agosto				-	0,1	-	0,1
		Cromo Hexavalente	setembro				-	0,1	-	0,1
		Cromo Hexavalente	outubro				-	0,1	-	0,1
		Cromo Hexavalente	novembro				-	0,1	-	0,1
2021	Semestral	Cromo Hexavalente	dezembro	0,03	0,01	mg/L Cr+6	-	0,1	-	0,1
		Ferro	janeiro				-	15	-	-
		Ferro	fevereiro				-	15	-	-
		Ferro	março				-	15	-	-
		Ferro	abril				-	15	-	-
2021	Semestral	Ferro	maio	17,034	0,58	mg/L Fe	-	15	-	-
		Ferro	junho				-	15	-	-
		Ferro	julho				-	15	-	-
		Ferro	agosto				-	15	-	-
		Ferro	setembro				-	15	-	-



Ano	Frequência	Parâmetro	Mês	Valor Entrada	Valor Pós Tratamento	Unidade	Mínimo CONAMA 430	Máximo CONAMA 430	Mínimo Lei 14.675 SC	Máximo Lei 14.675 SC
							CONAMA 430		Lei 14.675 SC	
		Ferro	outubro				-	15	-	-
		Ferro	novembro				-	15	-	-
2021	Semestral	Ferro	dezembro	3,81	1,829	mg/L Fe	-	15	-	-
		Fenóis	janeiro				-	0,5	-	0,2
		Fenóis	fevereiro				-	0,5	-	0,2
		Fenóis	março				-	0,5	-	0,2
		Fenóis	abril				-	0,5	-	0,2
2021	Semestral	Fenóis	maio	0,13	0,13	mg/L C6H5OH	-	0,5	-	0,2
		Fenóis	junho				-	0,5	-	0,2
		Fenóis	julho				-	0,5	-	0,2
		Fenóis	agosto				-	0,5	-	0,2
		Fenóis	setembro				-	0,5	-	0,2
		Fenóis	outubro				-	0,5	-	0,2
		Fenóis	novembro				-	0,5	-	0,2
2021	Semestral	Fenóis	dezembro	0,44	0,36	mg/L C6H5OH	-	0,5	-	0,2
		Manganês	janeiro				-	1	-	-
		Manganês	fevereiro				-	1	-	-
		Manganês	março				-	1	-	-
		Manganês	abril				-	1	-	-
2021	Semestral	Manganês	maio	2,596	2,01	mg/L Mn	-	1	-	-
		Manganês	junho				-	1	-	-
		Manganês	julho				-	1	-	-
		Manganês	agosto				-	1	-	-
		Manganês	setembro				-	1	-	-
		Manganês	outubro				-	1	-	-
		Manganês	novembro				-	1	-	-
2021	Semestral	Manganês	dezembro		0,385	mg/L Mn	-	1	-	-
		Mercúrio	janeiro				-	0,01	-	0,05
		Mercúrio	fevereiro				-	0,01	-	0,05
		Mercúrio	março				-	0,01	-	0,05
		Mercúrio	abril				-	0,01	-	0,05
2021	Semestral	Mercúrio	maio	0,0003	0,0003	mg/L Hg	-	0,01	-	0,05
		Mercúrio	junho				-	0,01	-	0,05
		Mercúrio	julho				-	0,01	-	0,05



Ano	Frequência	Parâmetro	Mês	Valor Entrada	Valor Pós Tratamento	Unidade	Mínimo CONAMA 430	Máximo CONAMA 430	Mínimo Lei 14.675 SC	Máximo Lei 14.675 SC
							CONAMA 430		Lei 14.675 SC	
		Mercúrio	agosto				-	0,01	-	0,05
		Mercúrio	setembro				-	0,01	-	0,05
		Mercúrio	outubro				-	0,01	-	0,05
		Mercúrio	novembro				-	0,01	-	0,05
2021	Semestral	Mercúrio	dezembro	0,0003	0,0003	mg/L Hg	-	0,01	-	0,05
		<i>Escherichia coli</i>	janeiro				-	-	-	-
		<i>Escherichia coli</i>	fevereiro				-	-	-	-
		<i>Escherichia coli</i>	março				-	-	-	-
		<i>Escherichia coli</i>	abril				-	-	-	-
2021	Semestral	<i>Escherichia coli</i>	maio	3,80E ⁻⁰²	1,00E ⁻⁰²	UFC/100mL	-	-	-	-
		<i>Escherichia coli</i>	junho				-	-	-	-
		<i>Escherichia coli</i>	julho				-	-	-	-
		<i>Escherichia coli</i>	agosto				-	-	-	-
		<i>Escherichia coli</i>	setembro				-	-	-	-
		<i>Escherichia coli</i>	outubro				-	-	-	-
		<i>Escherichia coli</i>	novembro				-	-	-	-
2021	Semestral	<i>Escherichia coli</i>	dezembro	1,40E ⁻⁰²	1,00E ⁻⁰²	UFC/100mL	-	-	-	-



Quadro 5 - Parâmetros analíticos e as respectivas faixa máxima de concentração e faixa de concentração mais provável. Fonte: Resolução do CONAMA nº 430/2011.

Parâmetro	Faixa Máxima de Concentração	Faixa de Concentração Mais Provável
pH	5,7 - 8,6	7,2 - 8,6
Alcalinidade total (mg/L)	750 - 11.400	750 - 11.100
Dureza (mg/L)	95 - 3.100	95 - 2.100
Condutividade (µS/cm)	2.950 - 2.500	2.950 - 17.660
DBO (mg/L O ₂)	<20 - 30.000	<20 - 8.600
DQO (mg/L O ₂)	190 - 80.000	190 - 22.300
Óleos e graxas (mg/L)	10 - 480	10 - 170
Fenóis (mg/L)	0,9 - 9,9	0,9 - 4,0
Nitrogênio total (mg/L)	80 - 3.100	-
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,4 - 3.000	0,4 - 1.800
Fósforo total (mg/L)	0,1 - 40	0,1 - 15
Sulfeto (mg/L)	0 - 35	0 - 10
Sulfato (mg/L)	0 - 5.400	0 - 1.800
Cloreto (mg/L)	500 - 5.200	500 - 3.000
Sólidos totais (mg/L)	3.200 - 21.900	3.200 - 14.400
Sólidos fixos (mg/L)	630 - 20.000	630 - 5.000
Sólidos suspensos voláteis (mg/L)	5 - 530	5 - 200
Ferro (mg/L)	0,01 - 260	0,01 - 65
Manganês (mg/L)	0,04 - 2,6	0,04 - 2,0
Cobre (mg/L)	0,005 - 0,6	0,05 - 0,15
Níquel (mg/L)	0,03 - 1,1	0,03 - 0,5
Cromo (mg/L)	0,003 - 0,8	0,003 - 0,5
Cádmio (mg/L)	0 - 0,26	0 - 0,065
Chumbo (mg/L)	0,01 - 2,8	0,01 - 0,5
Zinco (mg/L)	0,01 - 8,0	0,01 - 1,5

Observações:

- O teor de nitrogênio total é a soma do nitrogênio amoniacal e orgânico, denominado de nitrogênio total Kjeldahl, acrescido das concentrações de nitrito e nitrato;
- nitrito + nitrato + kjeldhal (org) + amoniacal = Nitrogênio total;
- kjeldhal = Nitrogênio orgânico.

9.1.1 - pH

A distribuição de valores de pH obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado esteve abaixo do VMP para o período de monitoramento abrangido neste escopo, considerado o estabelecido na Resolução do CONAMA nº 430/2011. Da mesma forma no que diz respeito ao estabelecido na Lei Estadual 14.675. A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir.

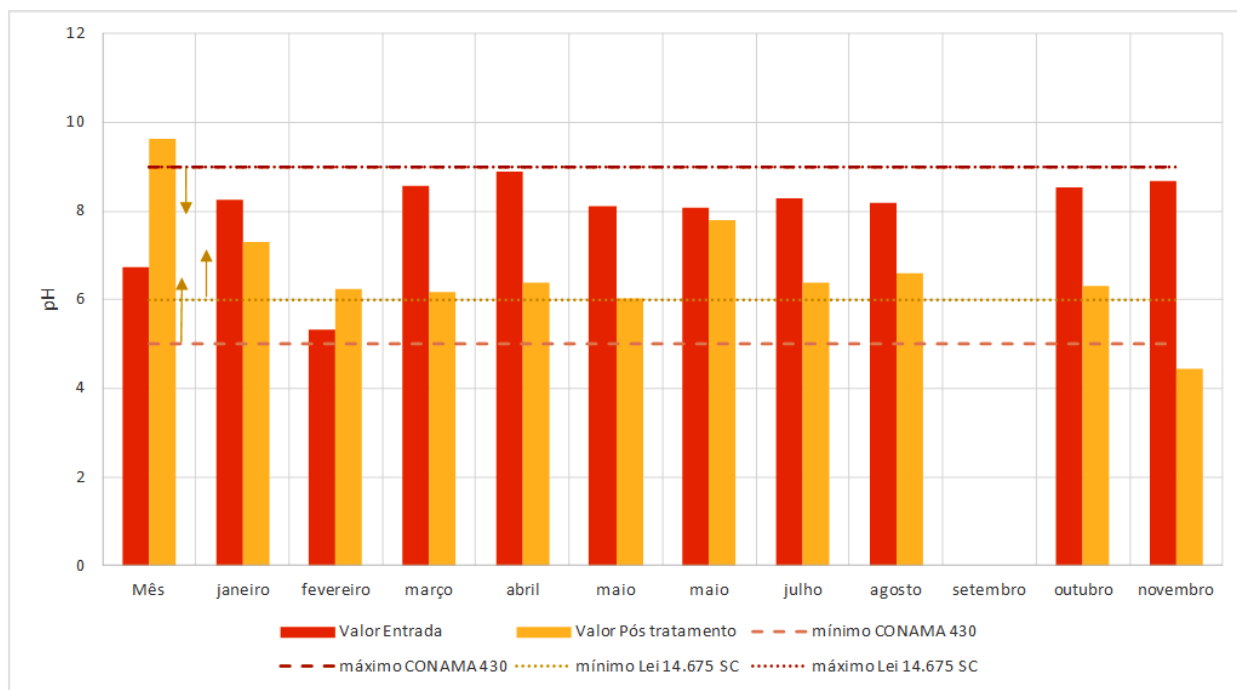


Figura 63 - Gráfico de distribuição de valores de pH obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.1.2 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A distribuição de valores de DBO obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário tanto no que diz respeito ao efluente tratado esteve abaixo do VMP para o período de monitoramento abrangido neste escopo, considerado o estabelecido na Resolução do CONAMA nº 430/2011. A Figura 64 mostra que a redução mínima exigida pela lei federal não foi atingida em cinco campanhas, no ano de 2021 as dos meses de janeiro, junho, julho, agosto e novembro.

Por outro lado, no que diz respeito ao estabelecido na Lei Estadual nº 14.675 o VMP foi superado em cinco campanhas realizadas, as dos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e setembro. Ressalta-se que o mês de janeiro atingiu a concentração máxima requerida pela lei estadual vigente.

A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada nos gráficos a seguir.



Figura 64 - Gráfico de distribuição de valores de DBO obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

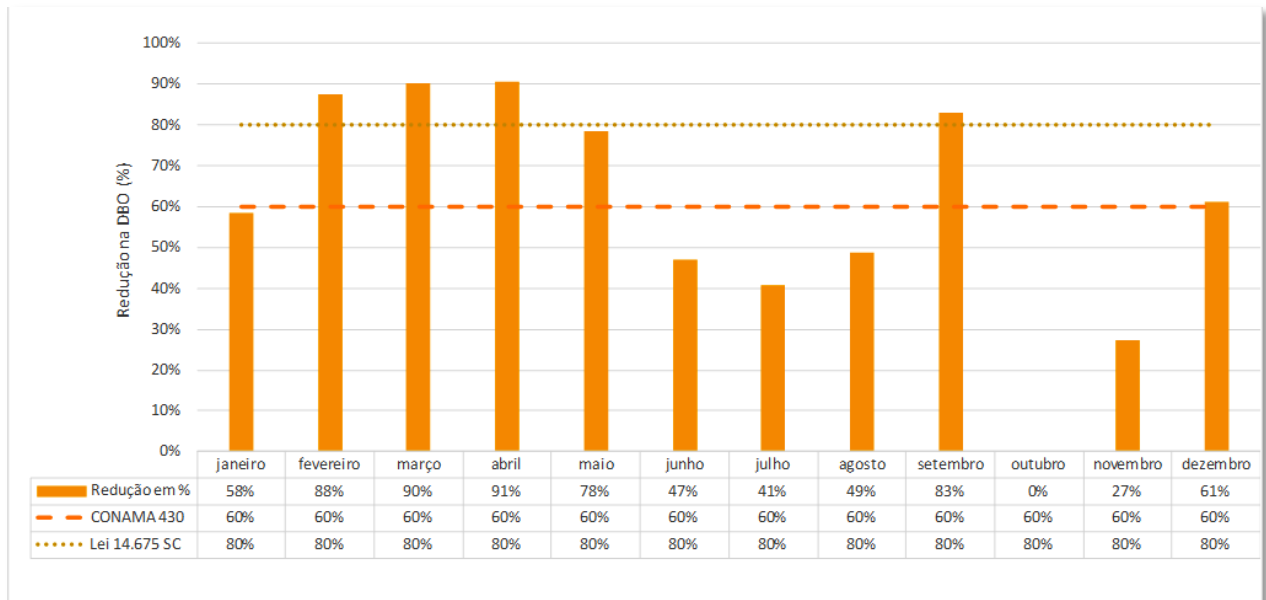


Figura 65 - Gráfico de distribuição de valores de redução da DBO obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.



9.1.3 - Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A distribuição de valores de DQO obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado foi consideravelmente reduzida pós-tratamento. A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir. É importante salientar que não há limites definidos pelas leis vigentes quanto a demanda química de oxigênio para o lançamento de efluentes.

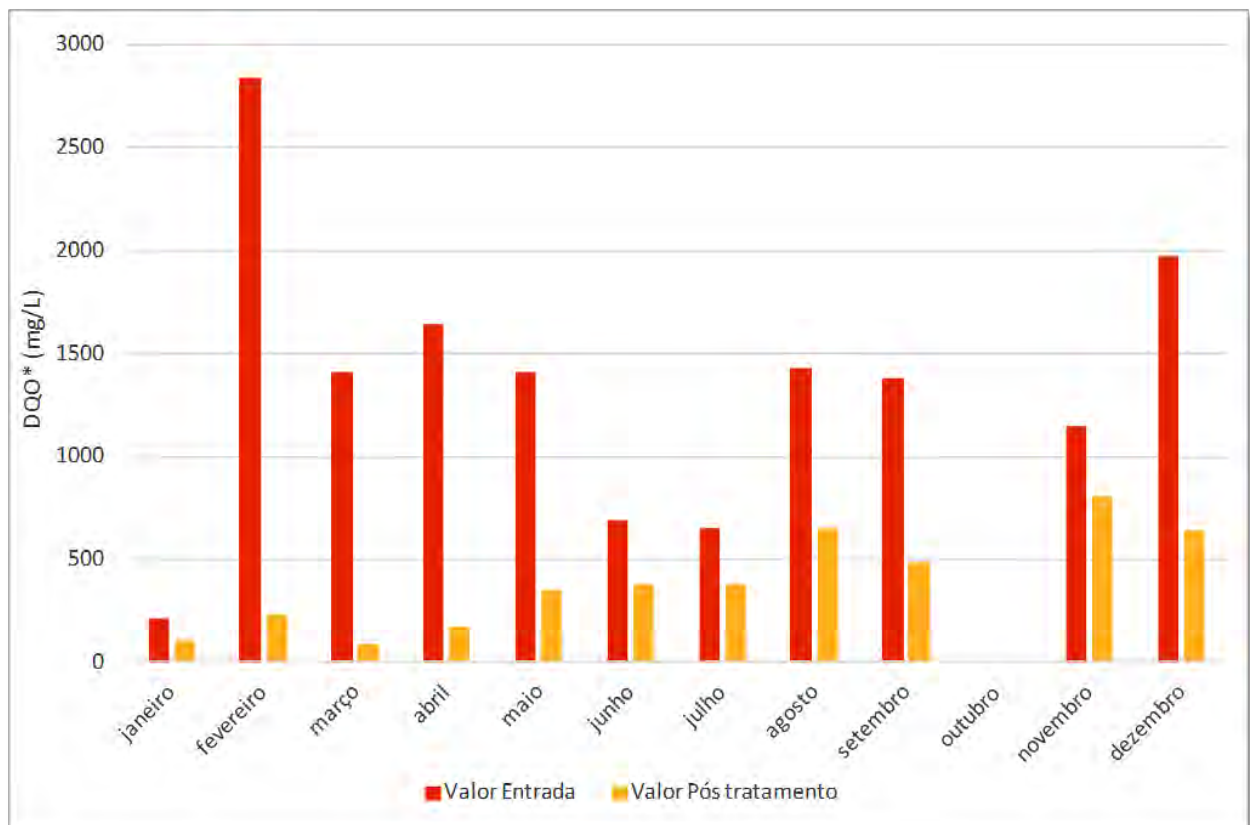


Figura 66 - Gráfico de distribuição de valores de DQO obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.1.4 - Nitrogênio Amoniacal

A distribuição de valores de Nitrogênio Amoniacal obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado esteve acima do VMP para o período de monitoramento abrangido neste escopo, considerado o estabelecido na Resolução do CONAMA nº 430/2011. Observa-se a não conformidade com a legislação em vigor para todos os meses do ano analisado. A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser



visualizada no gráfico a seguir.

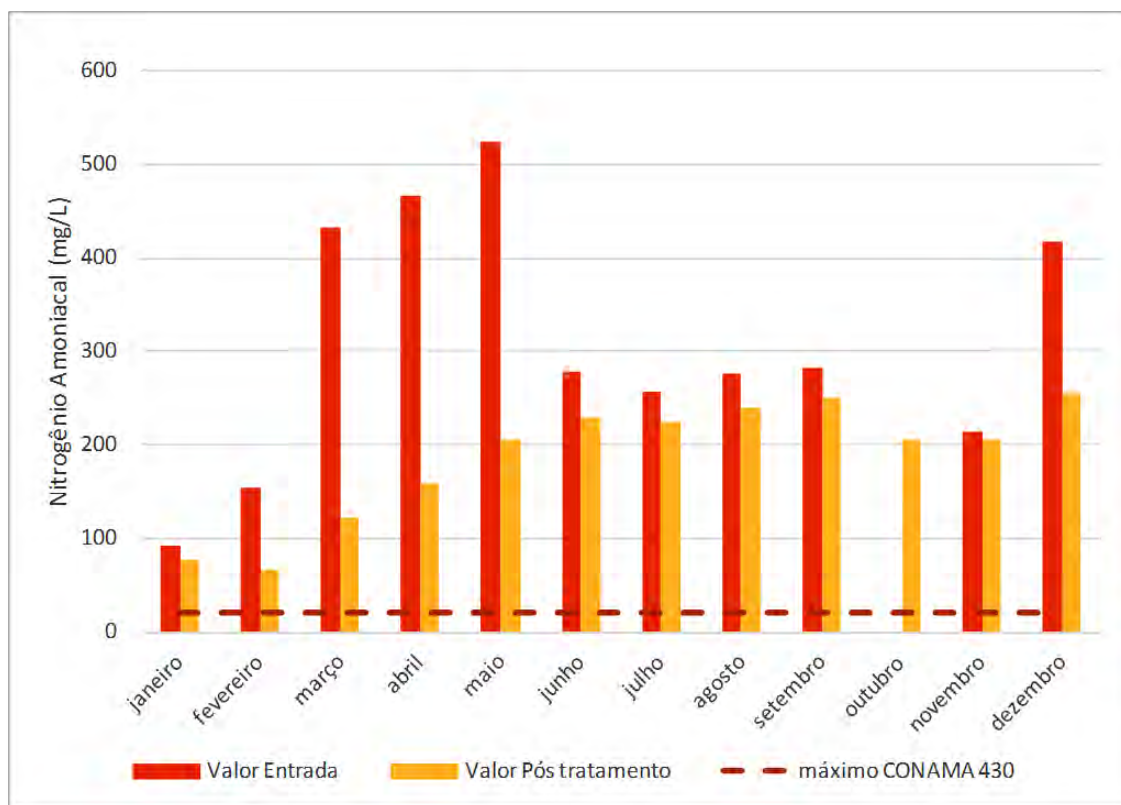


Figura 67 - Gráfico de distribuição de valores de Nitrogênio Amoniacal obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.1.5 - Nitrito

A distribuição de valores de Nitrito obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado teve uma considerável redução em relação ao efluente bruto. Não há limite de concentração exigido por lei para o parâmetro em questão. A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir.

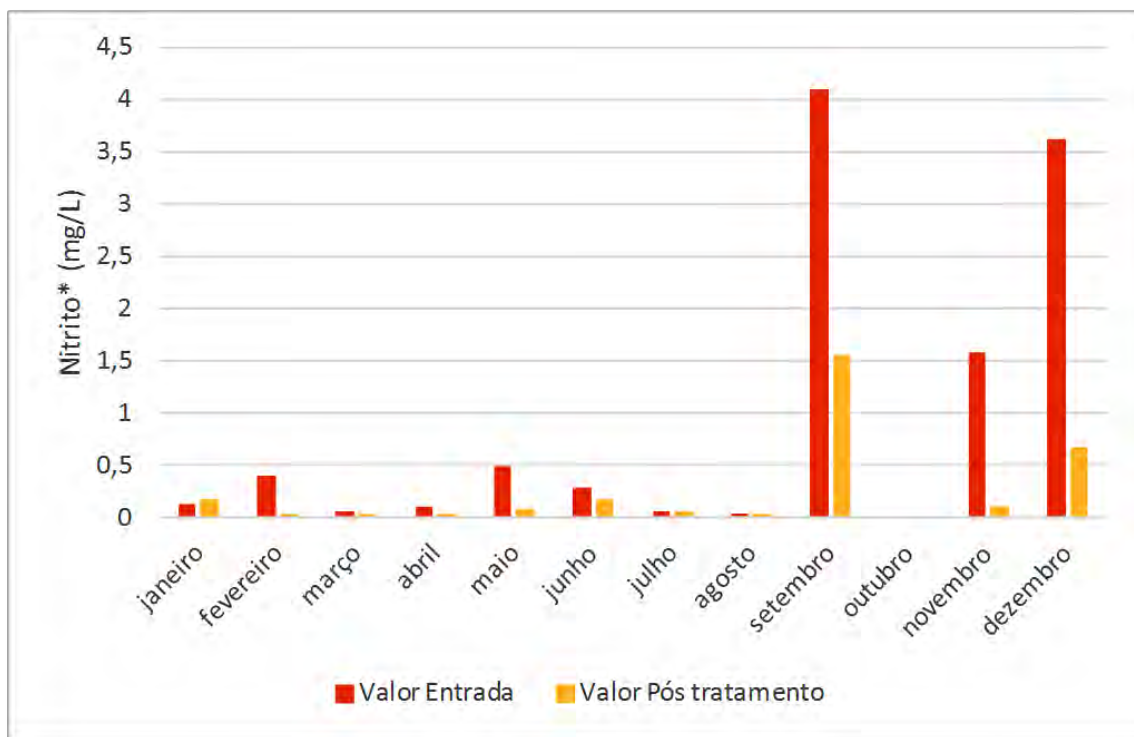


Figura 68 - Gráfico de distribuição de valores de Nitrito obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.1.6 - Nitrato

A distribuição de valores de Nitrato obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado teve uma considerável redução em relação ao efluente bruto. Ressalta-se a ausência de legislação onde seja estabelecido o limite de concentração para este parâmetro. A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir.

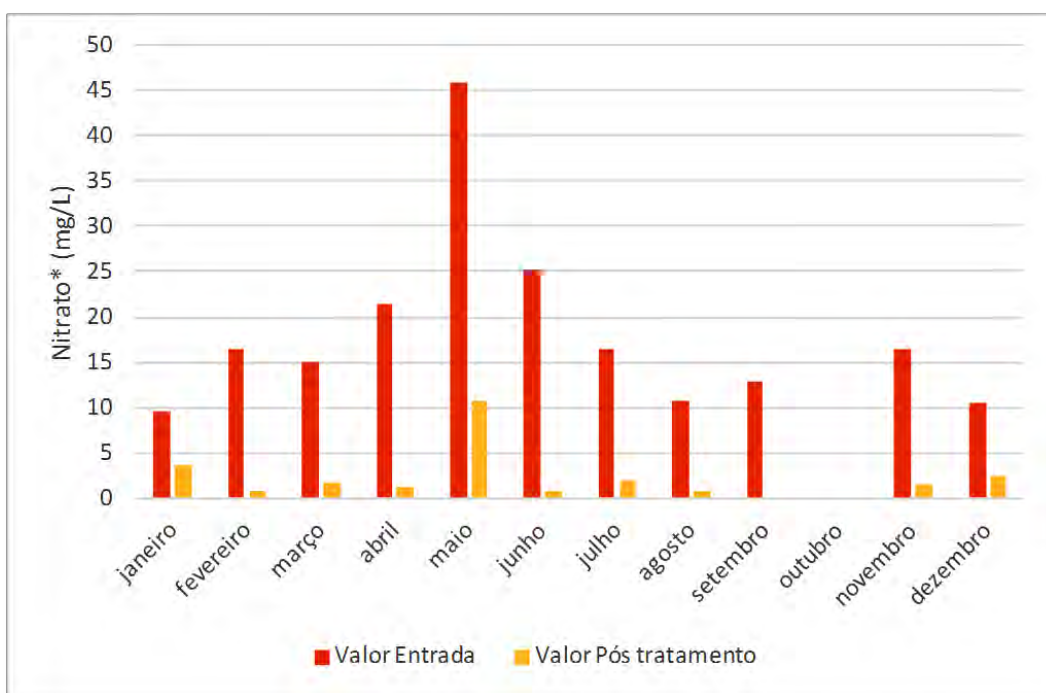


Figura 69 - Gráfico de distribuição de valores de Nitrato obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.1.7 - Ferro

A distribuição de valores de Ferro obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado esteve muito abaixo do VMP para o período de monitoramento abrangido neste escopo, considerado o estabelecido na Resolução do CONAMA nº 430/2011. A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir.

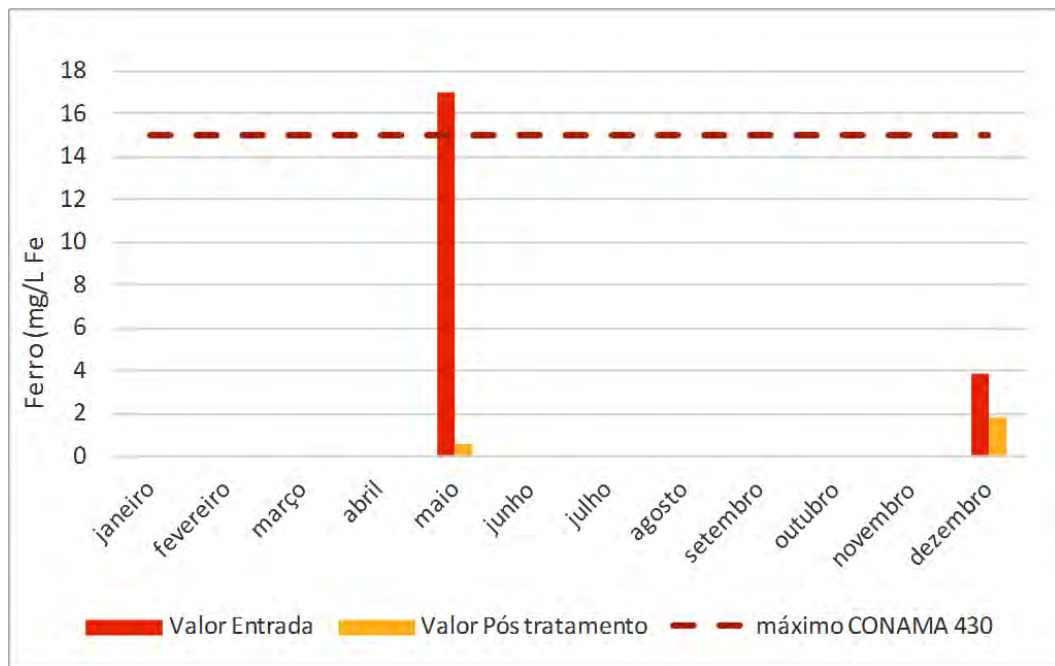


Figura 70 - Gráfico de distribuição de valores de Ferro obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.1.8 - Cobre

A distribuição de valores de Cobre obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado esteve muito abaixo do VMP para o período de monitoramento abrangido neste escopo, considerado o estabelecido na Resolução do CONAMA nº 430/2011.

A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir.

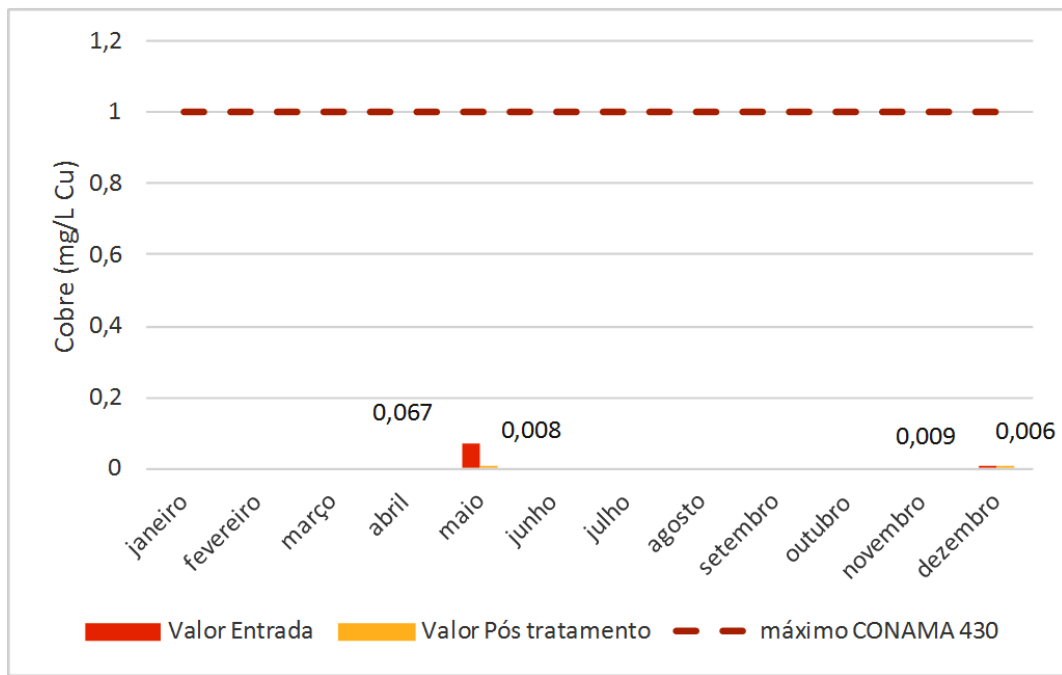


Figura 71 - Gráfico de distribuição de valores de Cobre obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.1.9 - Cromo Hexavalente

A distribuição de valores de Cromo Hexavalente obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado esteve muito abaixo do VMP para o período de monitoramento abrangido neste escopo, considerado o estabelecido na Resolução do CONAMA nº 430/2011.

A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir.

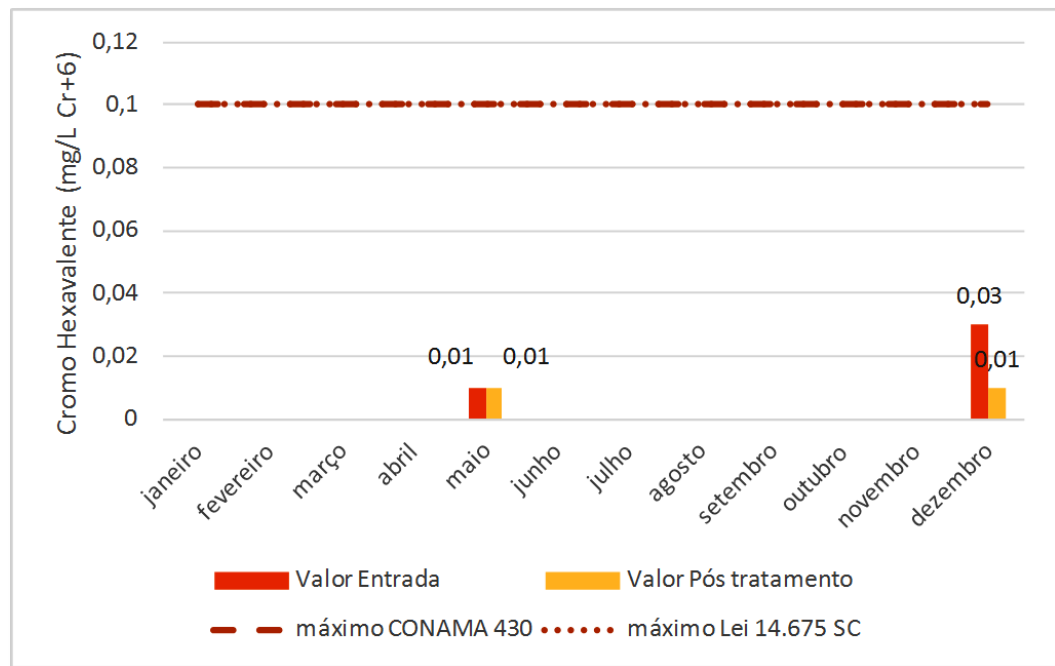


Figura 72 - Gráfico de distribuição de valores de Cromo Hexavalente obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.1.10 - Manganês

A distribuição de valores de Manganês obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado esteve acima do VMP em uma campanha e muito abaixo do VMP para a segunda campanha, considerado o período de abrangência e o estabelecido na Resolução do CONAMA nº 430/2011.

A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir.

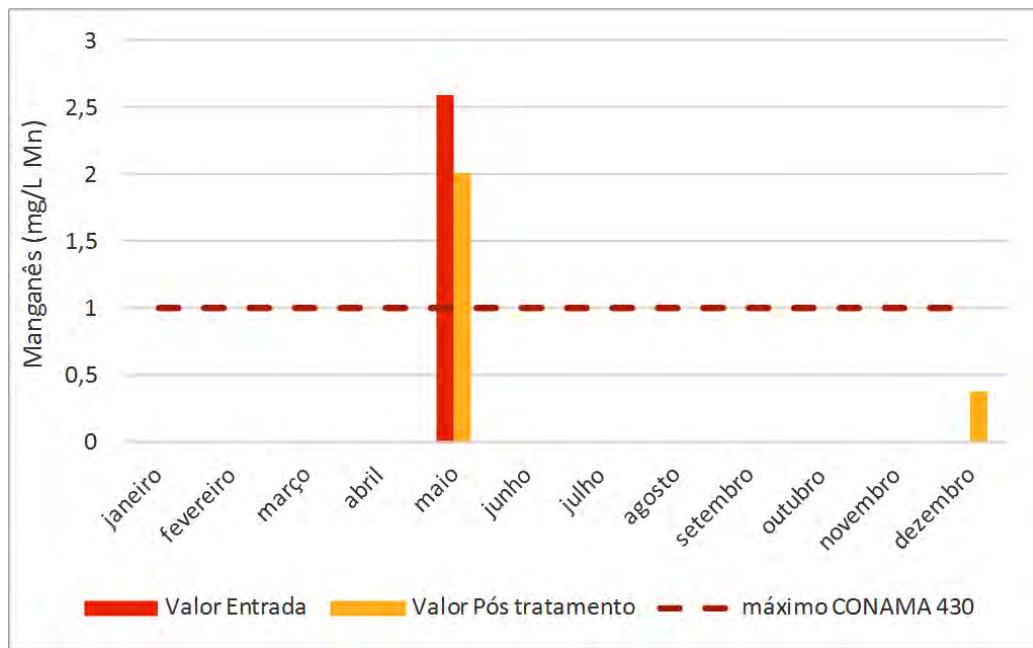


Figura 73 - Gráfico de distribuição de valores de Manganês obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.1.11 - Arsênio

A distribuição de valores de Arsênio obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado esteve muito abaixo do VMP para o período de monitoramento abrangido neste escopo, considerado o estabelecido na Resolução do CONAMA nº 430/2011. A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir.

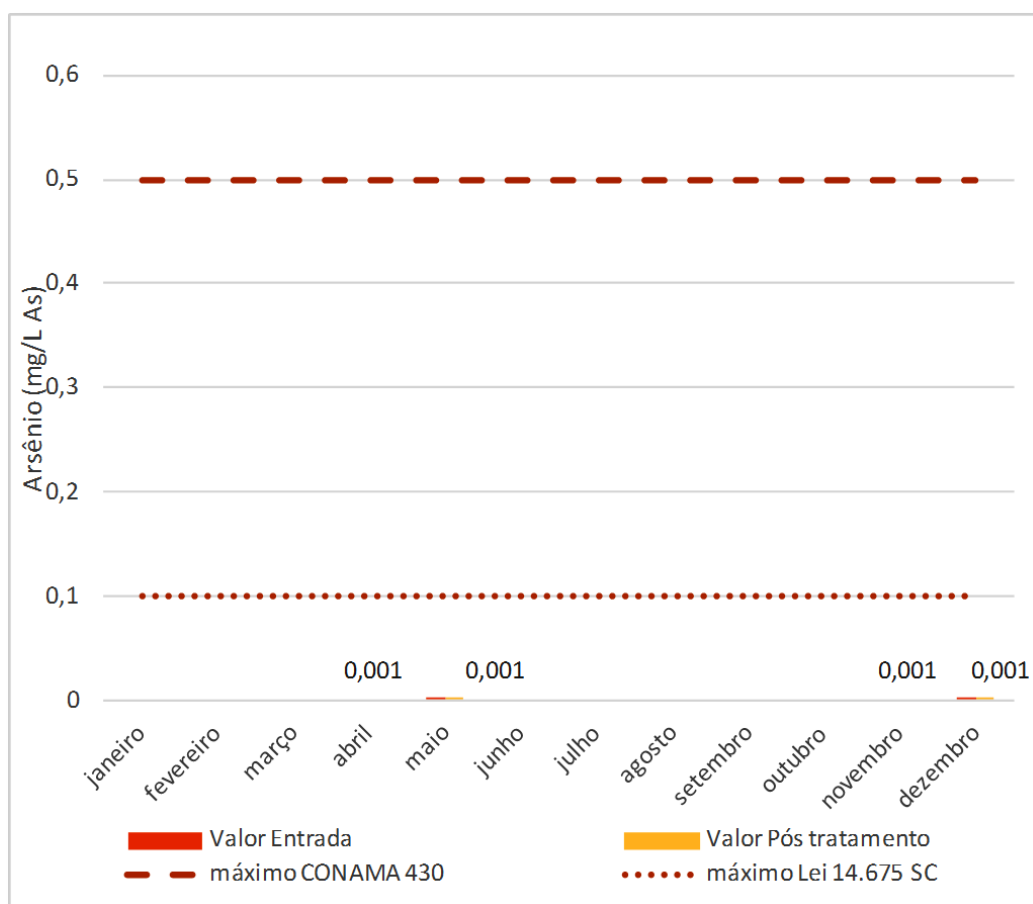


Figura 74 - Gráfico de distribuição de valores de Arsênio obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.1.12 - Cádmi

A distribuição de valores de Cádmi obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado esteve muito abaixo do VMP para o período de monitoramento abrangido neste escopo, considerado o estabelecido na Resolução do CONAMA nº 430/2011. A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir.

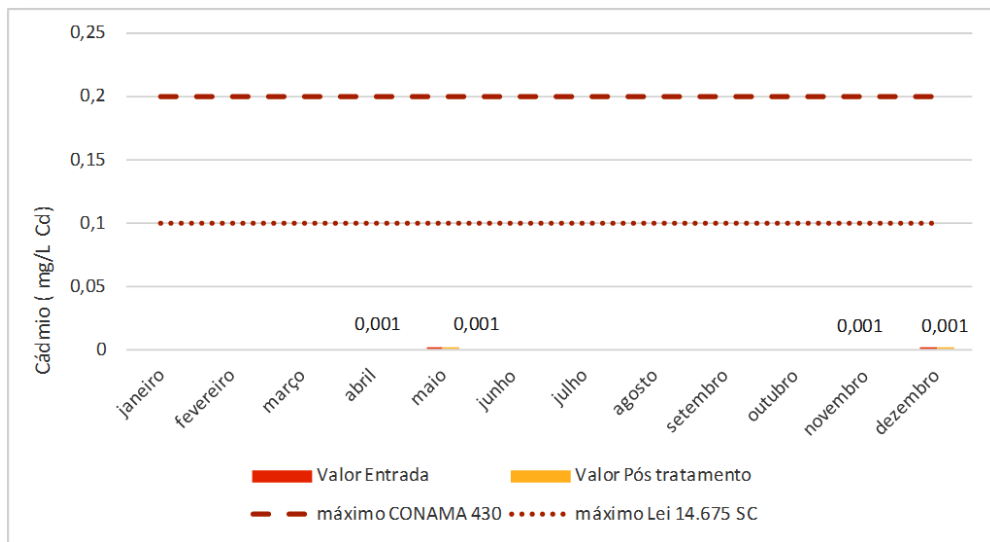


Figura 75 - Gráfico de distribuição de valores de Cádmio obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.1.13 - Chumbo

A distribuição de valores de Chumbo obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado esteve muito abaixo do VMP para o período de monitoramento abrangido neste escopo, considerado o estabelecido na Resolução do CONAMA nº 430/2011. A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir.

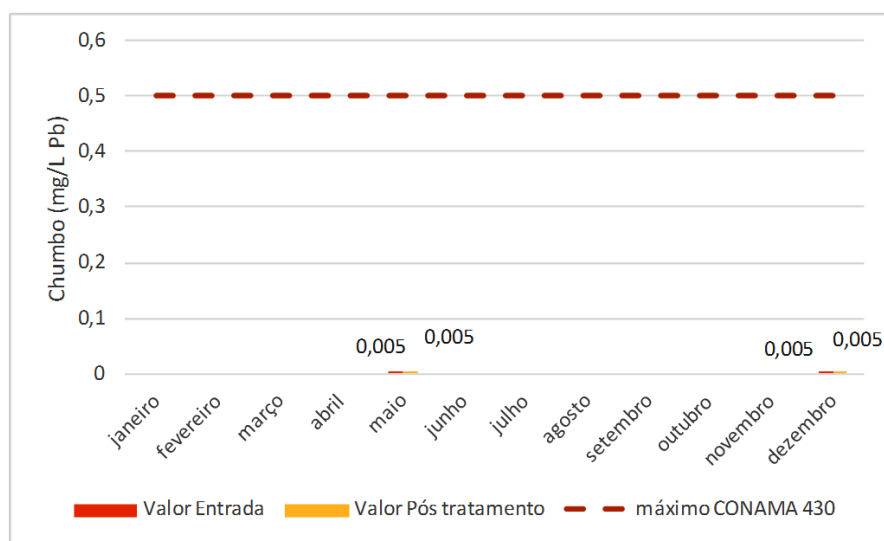


Figura 76 - Gráfico de distribuição de valores de Chumbo obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.



9.1.14 - Cianeto

A distribuição de valores de Cianeto obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado esteve muito abaixo do VMP para o período de monitoramento abrangido neste escopo, considerado o estabelecido na Resolução do CONAMA nº 430/2011.

A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir.

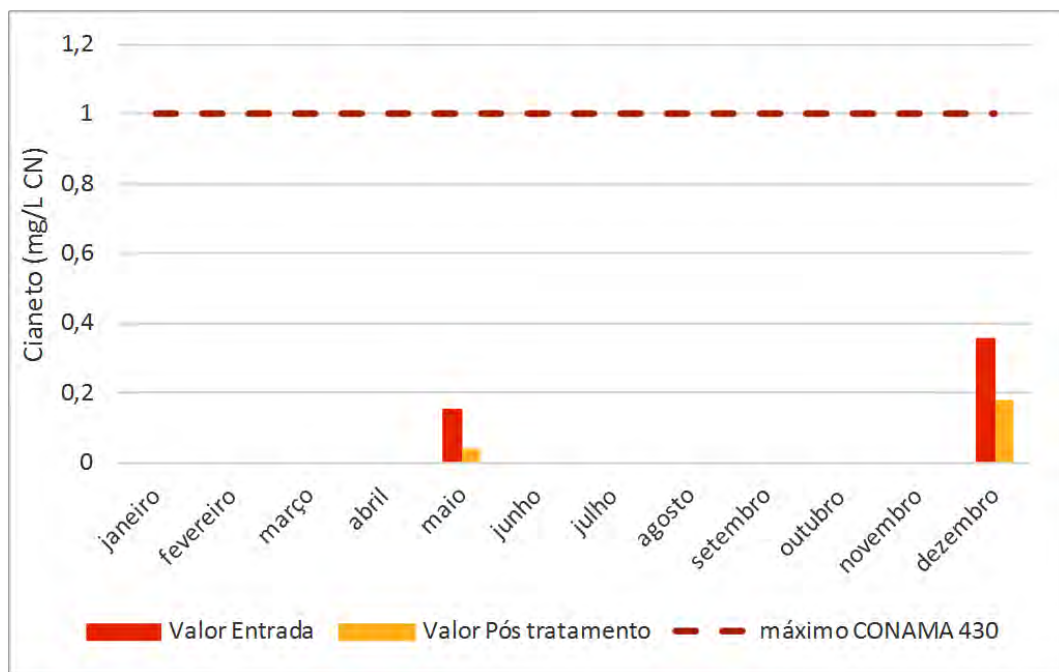


Figura 77 - Gráfico de distribuição de valores de Cianeto obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.1.15 - Mercúrio

A distribuição de valores de Mercúrio obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado esteve muito abaixo do VMP para o período de monitoramento abrangido neste escopo, considerado o estabelecido na Resolução do CONAMA nº 430/2011.

A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir.

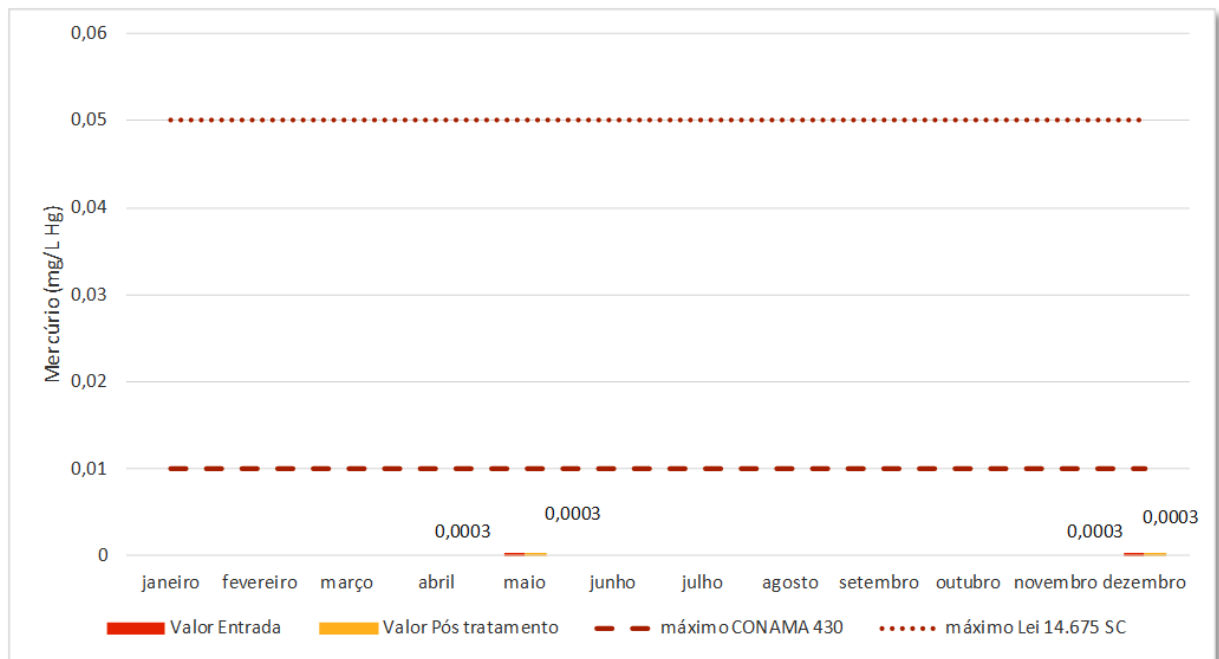


Figura 78 - Gráfico de distribuição de valores de Mercúrio obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.1.16 - Fenóis

A distribuição de valores de Fenóis obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado esteve abaixo do VMP para o período de monitoramento abrangido neste escopo, considerado o estabelecido na Resolução do CONAMA nº 430/2011. Por outro lado, no que diz respeito ao estabelecido na Lei Estadual 14.675 o VMP foi superado em uma das campanhas realizadas.

A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir.

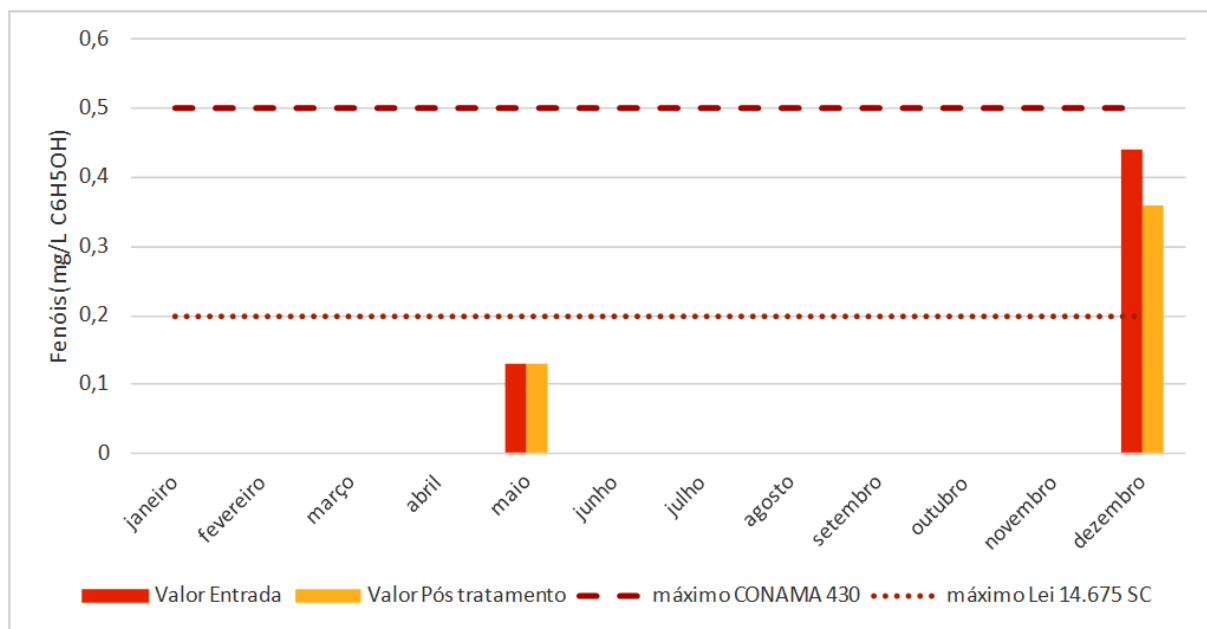


Figura 79 - Gráfico de distribuição de valores de Fenóis obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.1.17 - Escherichia coli

A distribuição de valores da bactéria *Escherichia coli* obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário no que diz respeito ao efluente tratado mostrou uma estabilização dos valores, reduzidos consideravelmente após a passagem no tratamento, em relação ao efluente bruto. Observa-se a ausência do valor máximo permitido nas legislações para este parâmetro.

A visualização da distribuição dos resultados pelo tempo de monitoramento pode ser visualizada no gráfico a seguir.

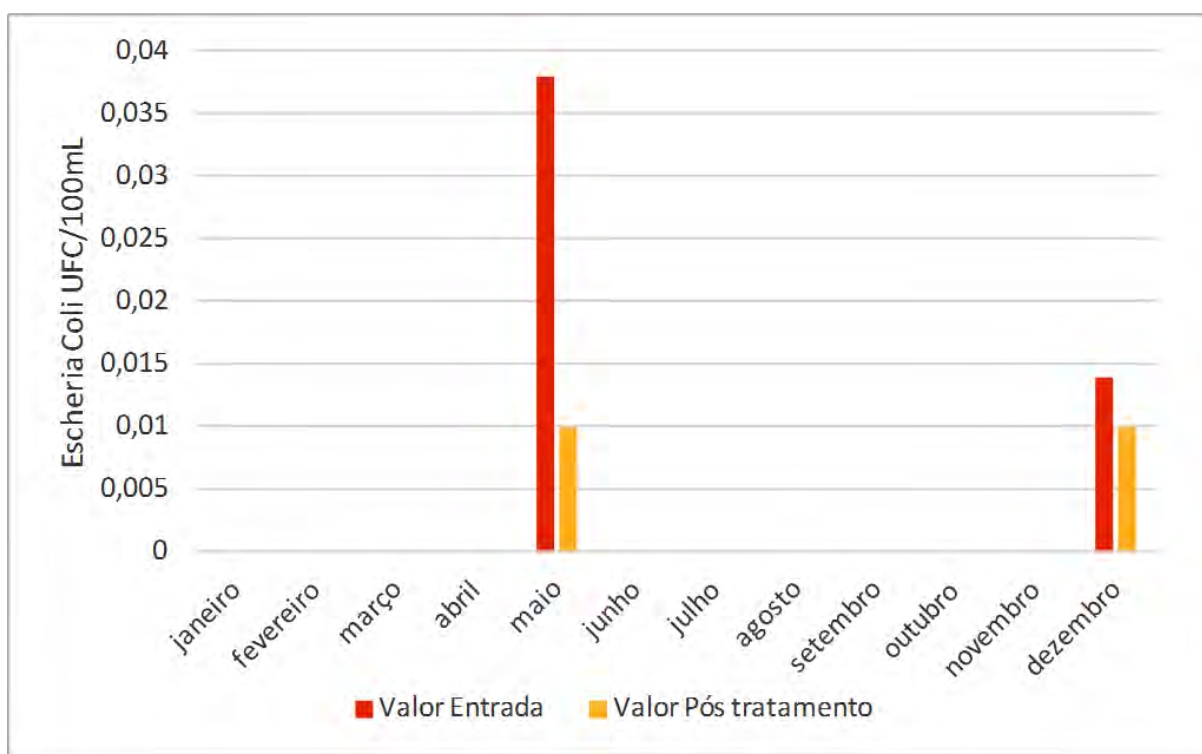


Figura 80 - Gráfico de distribuição de valores de *Escherichia coli* obtidos durante as campanhas de monitoramento de qualidade dos efluentes produzidos no aterro sanitário. Fonte: Meioeste Ambiental, Relatórios de Monitoramento.

9.2 - CONSIDERAÇÕES ACERCA DOS RESULTADOS ANALÍTICOS OBTIDOS PARA EFLUENTES

A partir dos resultados analíticos obtidos e apresentados por Meioeste Ambiental (2022), algumas considerações adicionais com relação aos efluentes tratados são colocadas por estes autores, com comentários relevantes por parte da equipe da Consultora:

- Com relação ao parâmetro pH os resultados foram considerados dentro da faixa de valores aceitáveis, entre 5,0 e 9,0;
- O parâmetro DBO apresentou resultados satisfatórios; não atendeu completamente a legislação no período de inverno, com o que foi adotada a medida de inserção de microrganismos biodigestores de matéria orgânica;
- O parâmetro DQO apresentou resultados compatíveis com as faixas de valores permitidos e boa redução após o tratamento;
- O parâmetro Nitrogênio Amoniacal apresentou resultados satisfatórios; não atendeu a legislação (inferior a 20,0 mg/L). Para tanto, foi tomada a medida de ajuste de promover a inserção de oxigênio no processo para quebra da molécula;
- O parâmetro Ferro apresentou valores compatíveis com as normas e legislações



vigentes, inferior a 15 mg/L;

- O parâmetro Cobre valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, inferior a 0,5 mg/L;
- O parâmetro Cromo Hexavalente valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, inferior a 0,1 mg/L;
- O parâmetro Manganês apresentou atendeu parcialmente às normas e legislações vigentes excedendo em uma campanha os valores exigidos pela lei federal de concentrações inferiores a 1 mg/L;
- O parâmetro Arsênio apresentou valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, inferior a 0,1 mg/L;
- O parâmetro Cádmio valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, inferior a 0,1 mg/L;
- O parâmetro Chumbo valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, inferior a 0,5 mg Pb/L;
- O parâmetro Cianeto valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, inferior a 0,2 mg/L;
- O parâmetro Mercúrio valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, inferior a 0,05 mg/L;
- O parâmetro Fenóis atendeu parcialmente às leis apresentando valores compatíveis com a lei federal normas e legislações vigentes, apresentando concentrações inferiores a 0,5 mg/L.

9.3 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS A PARTIR DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

Para a caracterização das águas subterrâneas a partir dos principais parâmetros físico-químicos e biológicos foram considerados os parâmetros e resultados analíticos disponibilizados por Meioeste (2022) conforme relacionado a seguir (Quadro 6).



Quadro 6 - Relação de parâmetros analíticos e resultados amostrais para o ano de 2021 correlatos ao monitoramento da qualidade das águas subterrâneas no Aterro Sanitário Municipal.

Frequência	Parâmetro	Mês	Poço Monitoramento 1	Poço Monitoramento 3	Poço Monitoramento 5
Trimestral	pH	fev/21	5,97	5,92	-
Trimestral	pH	mai/21	7,28	6,46	6,58
Trimestral	pH	ago/21	8,05	6,98	7,04
Trimestral	pH	dez/21	6,13	6,02	5,76
Trimestral	Condutividade	fev/21	55,10 µS/cm	1.166,00 µS/cm	-
Trimestral	Condutividade	mai/21	50,30 µS/cm	214,60 µS/cm	1.387,00 µS/cm
Trimestral	Condutividade	ago/21	44,90 µS/cm	158,80 µS/cm	1.191,00 µS/cm
Trimestral	Condutividade	dez/21	48,80 µS/cm	178,10 µS/cm	1.372,00 µS/cm
Trimestral	DBO	fev/21	< 1,30 mg/L	< 1,30 mg/L	-
Trimestral	DBO	mai/21	< 1,30 mg/L	< 1,30 mg/L	< 1,30 mg/L
Trimestral	DBO	ago/21	2,80 mg/L	3,36 mg/L	5,02 mg/L
Trimestral	DBO	dez/21	< 1,30 mg/L	< 1,30 mg/L	< 1,30 mg/L
Trimestral	DQO	fev/21	< 12,00 mg/L	< 12,00 mg/L	-
Trimestral	DQO	mai/21	< 12,00 mg/L	< 12,00 mg/L	< 12,00 mg/L
Trimestral	DQO	ago/21	14,00 mg/L	14,00 mg/L	22,00 mg/L
Trimestral	DQO	dez/21	< 12,00 mg/L	< 12,00 mg/L	< 12,00 mg/L
Trimestral	Nitrato	fev/21	< 300,0 µg/L	33650,0 µg/L	-
Trimestral	Nitrato	mai/21	< 300,0 µg/L	5.900,0 µg/L	< 300,0 µg/L
Trimestral	Nitrato	ago/21	1.500,0 µg/L	6.400,0 µg/L	31290,0 µg/L
Trimestral	Nitrato	dez/21	< 300,0 µg/L	5.780,0 µg/L	13480,0 µg/L
Trimestral	Nitrito	fev/21	< 0,048 mg/L	< 0,048 mg/L	-
Trimestral	Nitrito	mai/21	< 0,048 mg/L	< 0,048 mg/L	< 0,048 mg/L
Trimestral	Nitrito	ago/21	< 0,048 mg/L	< 0,048 mg/L	< 0,048 mg/L
Trimestral	Nitrito	dez/21	0,130 mg/L	0,130 mg/L	0,130 mg/L
Trimestral	Alumínio	fev/21	< 40,0 µg Al/L	< 40,0 µg Al/L	-
Trimestral	Alumínio	mai/21	42,0 µg Al/L	47,0 µg Al/L	63,0 µg Al/L
Trimestral	Alumínio	ago/21	< 40,0 µg Al/L	< 40,0 µg Al/L	< 40,0 µg Al/L
Trimestral	Alumínio	dez/21	456,5 µg Al/L	266,2 µg Al/L	341,3 µg Al/L
Anual	Cádmio	dez/21	< 1,0 µg Cd/L	< 1,0 µg Cd/L	< 1,0 µg Cd/L
Anual	Bário	dez/21	45,6 µg Ba/L	71,0 µg Ba/L	161,8 µg Ba/L
Anual	Chumbo	dez/21	< 5,0 µg Pb/L	< 5,0 µg Pb/L	< 5,0 µg Pb/L
Anual	Cobre	dez/21	< 38,3 µg Cu/L	31,6 µg Cu/L	31,8 µg Cu/L
Anual	Cromo	dez/21	12,4 µg Cr/L	10,4 µg Cr/L	7,9 µg Cr/L
Anual	Ferro	dez/21	< 7,0 µg Fe/L	6.268,1 µg Fe/L	8.219,6 µg Fe/L
Anual	Manganês	dez/21	5,0 µg Mn/L	79,1 µg Mn/L	1.494,2 µg Mn/L
Anual	Mercúrio	dez/21	< 0,3 µg Hg/L	< 0,3 µg/L	< 0,3 µg/L
Anual	Níquel	dez/21	29,9 µg Ni/L	45,3 µg/L	24,3 µg/L
Anual	Zinco	dez/21	282,2 µg Zn/L	209,9 µg Zn/L	225,9 µg Zn/L
Anual	Cloreto	dez/21	2,22 mg/L	21,54 mg/L	525,82 mg/L
Anual	Sulfato	dez/21	< 3,0 mg/L	39,26 mg/L	218,9 mg/L
Anual	Fenóis	dez/21	< 3,0 µg/L	< 3,0 µg/L	< 3,0 µg/L
Anual	Cianeto	dez/21	< 40,0 µg/L	< 40,0 µg/L	< 40,0 µg/L
Anual	Coliformes	dez/21	< 1,0 X100	< 1,0 X100	< 1,0 X100



9.4 - CONSIDERAÇÕES ACERCA DOS RESULTADOS ANALÍTICOS OBTIDOS PARA ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

No que diz respeito aos resultados analíticos concernentes às águas subterrâneas, obtidos e apresentados por Meioeste Ambiental (2022), algumas considerações adicionais são colocadas por estes autores com comentários da equipe técnica da Consultora:

- O parâmetro Nitrato apresentou resultados dentro dos parâmetros, inferior a **10000,0 µg/L**; apenas o Ponto de Monitoramento (PM) 3 divergiu; porém neste resultado é possível que a lixiviação da área das futuras instalações (as quais não possuem cobertura) esteja carregando os nutrientes do solo para as águas subterrâneas.
- Para o parâmetro Alumínio foram obtidos valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, inferior a **3.500,0 µg/L**;
- Para o parâmetro Cádmio foram obtidos valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, **inferior a 5,0 µg/L**;
- Para o parâmetro Bário foram obtidos valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, **inferior a 700,00 µg/L**;
- Para o parâmetro Chumbo foram obtidos valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, **inferior a 10,00 µg/L**, porém PM2 divergiu em apenas uma amostra;
- Para o parâmetro Cobre foram obtidos valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, inferior a **2.000,00 µg/L**;
- Para o parâmetro Cromo foram obtidos valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, **inferior a 50,00 µg/L**;
- Para o parâmetro Ferro foram obtidos valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, inferior a **2.450,00 µg/L**;
- Para o parâmetro Mercúrio foram obtidos valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, **inferior a 1,0 µg/L**;
- Para o parâmetro Níquel foram obtidos valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, **inferior a 20,0 µg/L**;
- Para o parâmetro Zinco foram obtidos valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, inferior a **1.050,0 µg/L**;
- Para o parâmetro Fenóis foram obtidos valores compatíveis com as normas e legislações vigentes, **inferior a 140,0 µg/L**.



10 - MAPEAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO COM DRONE MULTIROTOR E TOPOGRAFIA DA ÁREA

A realização de atividades de mapeamento aerofotogramétrico com drone multirotor são de precípua importância para os trabalhos em questão, em vista da necessidade de obtenção de imagens com vista superior e vistas laterais das áreas de interesse atualizadas e de alta resolução espacial, bem como possibilitar a extração da topografia atualizada da área de operação, especialmente do maciço de resíduos. Para condução desses serviços foram realizados os procedimentos e utilizadas as metodologias a seguir descritas.

10.1 - ASPECTOS METODOLÓGICOS

O imageamento de alta resolução com drones é uma tecnologia que tem avançado a passos largos nos últimos anos em função do aprimoramento de diversos ramos das ciências computacionais, aviônica, visão de máquina, algoritmos de estrutura do movimento, mecanismos precisos de navegação e geoposicionamento e registro de imagens.

A partir de diversos equipamentos, sensores, instrumentos e algoritmos é possível atualmente gerar produtos aerofotogramétricos a muito menor custo e com elevada precisão e acurácia, altamente aplicáveis a dimensões em área que abrangem desde alguns poucos até mesmo centenas de hectares.

Desta forma, para os projetos de geomática, análise de risco e ambientais, esta revolução tem trazido extensas possibilidades, que permitem a geração de imagens fotográficas de altíssima resolução espacial muito atualizadas e que são georreferenciadas, ortorretificadas e mosaicadas para gerar mapas de ampla utilidade para as equipes projetistas e para os fiscalizadores do empreendimento.

Sob este prisma, na área de interesse foi efetuado um imageamento de alta resolução com drone multirotor conforme procedimentos relatados a seguir e organizados no fluxograma metodológico-operativo da Figura 81.

Os serviços técnicos abrangeram as seguintes atividades:

- Mapeamento aerofotogramétrico do terreno definido na poligonal de interesse;
- Geração do mosaico fotográfico ortorretificado e georreferenciado da área de interesse;
- Elaboração do modelo numérico de superfície da área de interesse;
- Remoção, o tanto quanto possível da cobertura vegetal, edificações e outros elementos, para obtenção do modelo numérico de terreno;
- Extração das curvas de nível a partir do modelo numérico de terreno.

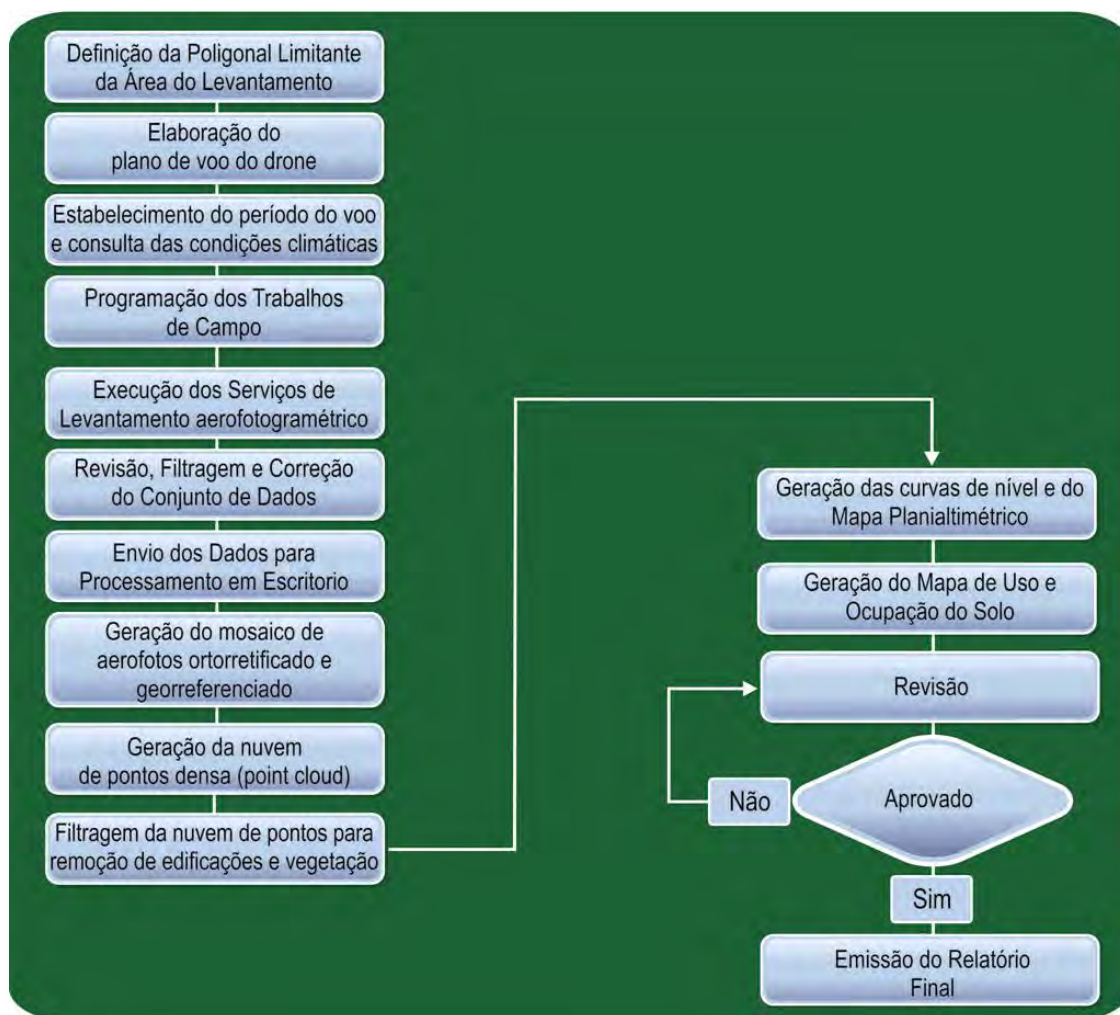


Figura 81 - Fluxograma metodológico e operacional do imageamento aerofotogramétrico de alta resolução realizado com drones na área de interesse.

10.2 - EQUIPAMENTOS TÉCNICOS

Para realização dos serviços de levantamento aerofotogramétrico foram utilizados equipamentos específicos, quais sejam, drone multirrotor DJI PHANTOM 5 PRO (Figura 85).



Figura 82 - Drone multirrotor DJI PHANTOM 5 PRO utilizado para a realização do levantamento aéreo fotogramétrico da área de interesse. Fonte: DJI.

Para a georreferenciamento das fotografias aéreas obtidas pelo drone multirrotor foi utilizado um receptor GNSS de alta precisão em modo estático com posterior correção diferencial.

10.3 - CONTROLES TÉCNICOS E PROCEDIMENTOS DE VOO

Os elementos das campanhas de aerolevanteamento, tais como altura do voo, geometria das linhas de voo, número de pontos de controle de campo, resolução das imagens fotográficas e precisão e acurácia vertical e horizontal do levantamento e os respectivos resultados serão discutidos em continuidade.

10.3.1 - Condições Climáticas

As condições meteorológicas do período de levantamento foram bastante favoráveis, com céu claro, poucas nuvens e velocidade do vento compatível com o drone em uso, o que propiciou a execução do voo em geral com pouca turbulência e boas condições ambientais para captura das imagens fotográficas.

10.3.2 - Parâmetros Técnicos de Voo

Os pontos de lançamento da aeronave consideraram áreas com amplo espaço livre para possibilitar a decolagem segura da aeronave e adequadamente posicionada em relação à área proposta para levantamento.

As poligonais limitantes abrangeram áreas de levantamento maior do que as áreas efetivamente utilizadas, com intuito de possibilitar o descarte de imagens de borda onde as deformações geométricas e radiométricas tendem a ocorrer com maior incidência e magnitude.

Os voos consideraram como premissa principal da programação e planejamento a execução



de linhas de voo bastante próximas, com recobrimento acentuado - cerca de 80% tanto longitudinal quanto lateral, conforme recomendado pela literatura técnica especializada para serviços de mapeamento topográfico.

A altura dos voos também foi determinada a uma altitude elevada para reduzir a deformação geométrica das fotografias aéreas.

A observação dessas diretrizes possibilitou a obtenção de mosaicos com elevada resolução e densidade da nuvem de pontos utilizadas para extração de topografia, nas porções sem cobertura vegetal de grande porte e densidade.

Destaca-se, ainda a qualidade digital dos registros obtidos que permitem uma elevada resolução espacial dos objetos imageados a campo.

10.3.3 - Rede de Pontos de Apoio de Campo

Os levantamentos aerofotogramétricos e topográficos estão referenciados ao sistema de projeção Universal Transversa de Mercator - UTM, no Datum SIRGAS2000. A altitude ortométrica foi calculada no programa MAPGEO 2015 - Versão 1.0 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os parâmetros topográficos dos levantamentos são os seguintes:

- Pontos de apoio de campo (*ground control points*) georreferenciados: foram coletados pontos de apoio georreferenciados com equipamento GNSS em modo estático com elevada precisão na projeção horizontal e na projeção vertical (cota do terreno) para georreferenciamento das fotos, mosaicos, curvas de nível e outros planos de informação obtidos a partir dos levantamentos realizados.
- As curvas de nível foram geradas a partir da extração de uma nuvem de pontos obtida sobre o mosaico de fotografias aéreas ortorretificadas e georreferenciadas.

No Quadro 7 a seguir relacionado, constam as coordenadas dos pontos de controle coletados em campo, com as respectivas cotas, todos elementos de amarração do levantamento topográfico planialtimétrico.



Quadro 7 - Coordenadas dos pontos de controle coletados em campo, com as respectivas cotas. Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento de campo, 2022.

Ponto	Coord. UTM N	Coord. UTM E	Cota
BASERTK.25.08	7033655,6650	496091,4560	966,6500
PIQUETE01	7033714,350	496445,7490	936,9300
PIQUETE02	7033660,7760	496436,3400	944,9990
PIQUETE03	7033607,3770	496448,4360	948,2810
PIQUETE04	7033661,2890	496385,7820	955,1430
PIQUETE05	7033599,6270	496383,6580	958,3450
PIQUETE06	7033615,4140	496297,7940	960,5310
PIQUETE07	7033590,2550	496244,7600	960,2570
PIQUETE08	7033523,8880	496270,8470	950,8620
PIQUETE09	7033478,8960	496322,6650	943,8780
PIQUETE10	7033448,0900	496275,4020	941,7140
PIQUETE11	7033641,6030	4961456920	965,2030

Já na Figura 83 a seguir, consta distribuição dos pontos de apoio obtidos na campanha de levantamento realizada na área de interesse.

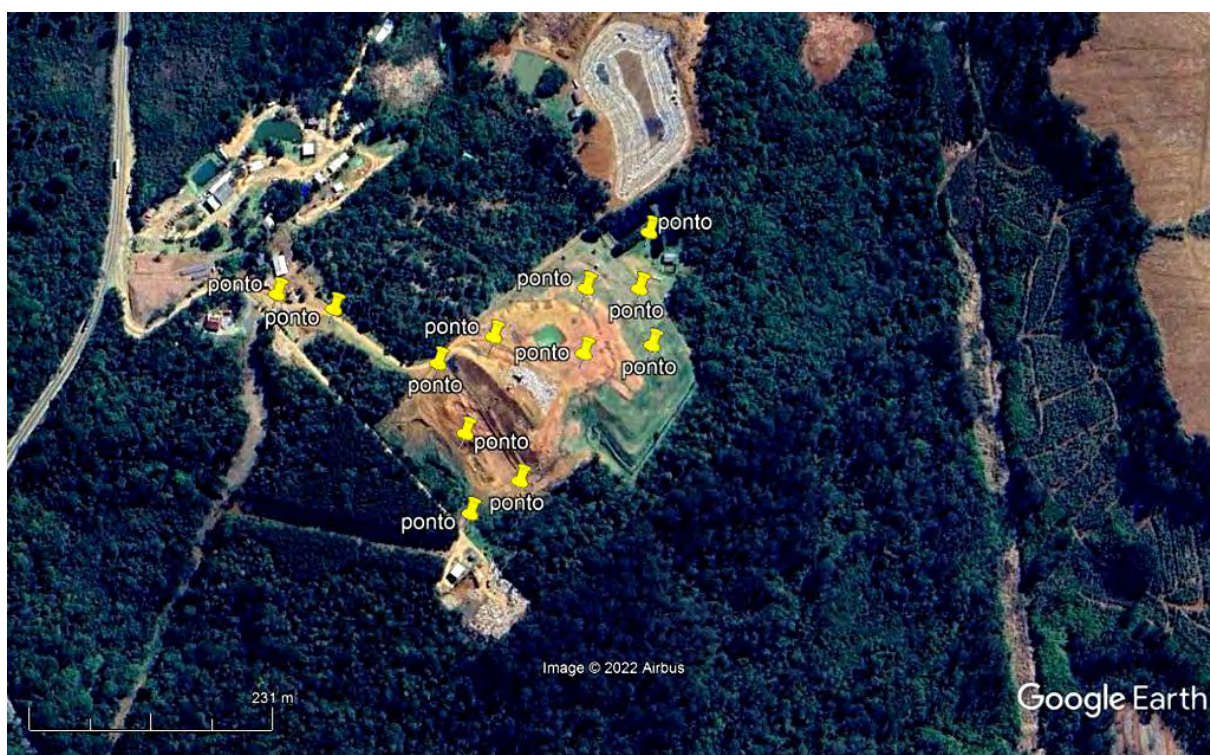


Figura 83 - Distribuição geográfica dos pontos de apoio de campo utilizados para amarração, georreferenciamento e correções do mosaico de fotografias aéreas. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022, levantamento de campo.

No Anexo II consta o Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) - Processamento do Marco BASERTK.25.08 utilizado para correção diferencial e georreferenciamento dos pontos de controle de campo do levantamento com GNSS de precisão topográfica.



10.3.4 - Geração do Ortomosaico de Fotografias Aéreas e Modelo Digital de Superfície

O processamento do conjunto de fotografias aéreas foi realizado em software fotogramétrico a partir do alinhamento das imagens com uso de um algoritmo denominado SFM (*Structure From Motion*) disponível no aplicativo que efetua o ajustamento e o alinhamento das imagens a partir de pontos similares comumente identificados nas diversas fotografias aéreas superpostas.

Após a mosaicagem é efetuado o melhoramento do posicionamento geográfico a partir da inserção das coordenadas e cotas dos pontos de controle de campo.

10.3.5 - Aplicação nas Áreas de Interesse

O levantamento aerofotogramétrico com drone multirrotor foi utilizado com intuito de efetuar o imageamento de alta resolução para extração da topografia do terreno (o tanto quanto possível, considerado que a cobertura vegetal não é transpassada pelo levantamento feito com o sensor fotográfico disponível nesse Drone).

Para tanto, foram efetuados diversos voos nas áreas de interesse com recobrimento lateral e longitudinal entre as faixas de voo de 80%.

A amarração dos levantamentos aerofotogramétricos em coordenadas para posterior georreferenciamento foi realizada com aparelho GNSS receptor de alta precisão em modo estático sendo que os pontos coletados foram representados em campo com alvos que possibilitaram a plena identificação nas imagens aéreas.

No centro de cada alvo foi coletada a coordenada (latitude e longitude) com o posicionamento do receptor GNSS por pelo menos uma hora em cada ponto.

Após a coleta de dados em campo, georreferenciamento e correções e ajustes nesse produto foi gerado o mosaico fotográfico aerofotogramétrico da área de Projeto, conforme consta no Anexo III.



11 - DETERMINAÇÃO DA VIDA ÚTIL DO ATERRO SANITÁRIO

Este item trata da definição do período de tempo ainda passível de utilização da gleba onde atualmente opera o Aterro Sanitário Municipal de Caçador, consideradas as condições locais e a respectiva geração de RSU no município, conforme será discriminado a seguir.

11.1 - ESTABELECIMENTO DAS PREMISSAS E DIRETRIZES

Para determinação da vida útil do aterro sanitário foi necessário o cálculo e a ponderação de diversas variáveis, as quais, devidamente associadas, possibilitaram definir o período de tempo de operação possível na área de interesse. Esta definição deve ser embasada em múltiplas variáveis, tendo em vista que as atividades no aterro sanitário estão em fase final de operação, com encaminhamento para o encerramento. Para o correto dimensionamento da vida útil foram consideradas as seguintes premissas e diretrizes:

- As dimensões em área e a conformação topográfica do terreno disponível para ampliação de célula de disposição de resíduos conforme o mapeamento de campo realizado na etapa de diagnóstico de situação e a planialtimetria de alta resolução obtida por meio de levantamento aerofotogramétrico com drone multirrotor;
- A projeção populacional realizada para o período futuro compatível com a área e topografia disponíveis;
- A real geração de resíduos sólidos urbanos no município, considerado o período futuro compatível com a área e topografia disponíveis na gleba;
- O estudo gravimétrico realizado o qual possibilitou a obtenção de dados primários acerca do peso específico das diferentes tipologias de resíduos gerados no município bem como o fator geral de conversão entre toneladas e metros cúbicos aplicável no cálculo de volume disponível global;
- Os parâmetros de ordem construtiva e operacional, tais como geometria do maciço, compactação e frequência e espessura de cobertura dos resíduos.

11.2 - CÁLCULO DA ÁREA E VOLUMETRIA DISPONÍVEL

Para o cálculo da área disponível no aterro sanitário para disposição final de resíduos foi utilizado o levantamento planialtimétrico georreferenciado atualizado produzido para este estudo por meio de levantamento aerofotogramétrico com drone multirrotor e os parâmetros geométricos propostos para a nova célula em condições adequadas de estabilidade estrutural, conforme será descrito a seguir.



11.2.1 - Topografia da Área da Célula 2

A topografia atualizada e de alta resolução da área de Projeto foi obtida a partir do levantamento aerofotogramétrico com drone. Após a coleta das fotografias aéreas, georreferenciamento, obtenção da nuvem de pontos e ajustamentos necessários, conforme metodologia anteriormente descrita, resultaram as curvas de nível com equidistância de 01 metro que determinam a topografia atual do terreno natural e também do maciço de resíduos existente, bem como foi obtida a planimetria com a descrição das áreas ocupadas por resíduos, vegetação nativa, edificações, divisas e outros elementos do uso e ocupação do solo atual da área. A Planta Topográfica Planialtimétrica da área de Projeto consta no Anexo IV.

11.2.2 - Volume de Escavação e Corte

Em vista da cota prevista para a base da futura célula de disposição de resíduos já estar muito próxima do embasamento rochoso, o volume de escavação previsto é baixo, sendo de aproximadamente 1,59 metros desde a cota atual do terreno. Isto, convertido em volume considerada a área da base da célula corresponde à 10.142,71 metros cúbicos de material terrígeno e saprolito a ser removido por escavação e corte para regularização e preparação da base da célula 2.

11.2.3 - Parâmetros Geométricos da Célula 2 Para Disposição de Resíduos

O maciço de resíduos será construído progressivamente pelo alteamento de cota desde a base, sendo a escavação associada apenas à base da célula para regularização do piso inicial da estrutura. Nesse processo serão construídos taludes e bermas subsequentes sendo a geometria geral da superfície projetada de 1:2 (sendo 1 o fator altura e 2 a distância horizontal - Figura 84) do talude, proporção que constitui o fator de segurança adequado para estabilidade do maciço do aterro sanitário. As bermas terão largura de 05 metros e os taludes altura de 05 metros, servindo de base para a construção do próximo talude superior.

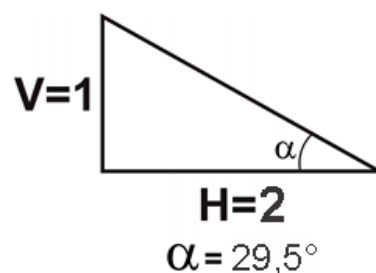


Figura 84 - Parâmetros geométricos básicos propostos para os taludes da célula 2.
Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.



Os resultados obtidos indicam o seguinte quadro utilizável para a gleba em questão (Quadro 8):

Quadro 8 - Abrangência de área e volume ainda disponível para a disposição de RSU no aterro sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

Item	Descrição	Und	Qtd
1	Área útil para disposição de RSU célula 2	m ²	9.376,00
2	Volume útil para disposição de RSU célula 2	m ³	65.538,87

11.3 - PROJEÇÃO POPULACIONAL

O cálculo da projeção populacional é item importante na definição da vida útil do empreendimento, visto que, agregado ao estudo gravimétrico, possibilita a estimativa da quantidade e volume de resíduos que serão potencialmente dispostos na área de célula remanescente no Aterro Sanitário. Sob este prisma, considerado que o tempo adicional de utilização do aterro sanitário não é de curto prazo, em vista do longo período de utilização contínua dessa área para a atividade, foram considerados dois tipos de dados para avaliação da população futura do município geradora de resíduos sólidos urbanos. Primeiramente, foram considerados os dados produzidos pelo IBGE para estimar a população residente local, conforme consta no Quadro 9.

Quadro 9 - Estimativa de população residente em Caçador. Fonte: IBGE Tabela 6579: População residente estimada.

Ano	Pop. IBGE	Diferença Absoluta Hab.	Percentual
2012	71.886		
2013	74.276	2.390	3,32
2014	75.048	772	1,04
2015	75.812	764	1,02
2016	76.571	759	1,00
2017	77.323	752	0,98
2018	77.863	540	0,70
2019	78.595	732	0,94
2020	79.313	718	0,91
2021	80.017	704	0,89
Média		903	1,20

Após, foi considerada a projeção populacional produzida por ocasião da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico de Caçador (NOTUS, 2014) (Quadro 10).



Quadro 10 - Estimativa de população residente em Caçador conforme projeção populacional do Plano Municipal de Saneamento Básico. Fonte: Notus (2014).

Ano	Projeção Adotada (hab) PMSB	% Anual PMSB
2012	64.729	1,44%
2013	65.659	1,44%
2014	66.597	1,43%
2015	67.546	1,42%
2016	68.504	1,42%
2017	69.472	1,41%
2018	70.450	1,41%
2019	71.437	1,40%
2020	72.433	1,40%
2021	73.440	1,39%
2022	74.456	1,38%
2023	75.481	1,38%
2024	76.516	1,37%
2025	77.560	1,36%
2026	78.614	1,36%
2027	79.677	1,35%

Nota-se pela análise dos dados supracitados, que o crescimento da população do município é constante em ambos os casos, porém, foram adotados os dados do IBGE em vista da elevada especialização deste órgão em estudos e projeções dessa natureza.

Considerada essa premissa observa-se que houve um aumento médio anual da população local de 0,92% no período analisado, desconsiderada a diferença entre os anos de 2012 e 2013, fortemente anômala em relação à média. Adicionalmente, foi considerado um percentual de 0,03% para que fosse possível alcançar um percentual de 0,95% anual, este considerado, então, na progressão do aumento populacional para os próximos 05 anos no município e no Projeto de utilização potencial restante da área do aterro sanitário, conforme consta abaixo (Quadro 11).



Quadro 11 - Projeção populacional aplicada para o Projeto de ampliação do aterro sanitário municipal. Fonte: Dados IBGE e estimativas GK ENGENHARIA.

Ano	População	Diferença Absoluta Hab.	Percentual Crescimento Estimado	Observação
2013	74.276			Estimado IBGE
2014	75.048	772	1,04%	Estimado IBGE
2015	75.812	764	1,02%	Estimado IBGE
2016	76.571	759	1,00%	Estimado IBGE
2017	77.323	752	0,98%	Estimado IBGE
2018	77.863	540	0,70%	Estimado IBGE
2019	78.595	732	0,94%	Estimado IBGE
2020	79.313	718	0,91%	Estimado IBGE
2021	80.017	704	0,89%	Estimado IBGE
2022	80.777	760	0,95%	Estimado GK
2023	81.544	767	0,95%	Estimado GK
2024	82.319	774	0,95%	Estimado GK
2025	83.101	782	0,95%	Estimado GK
2026	83.890	789	0,95%	Estimado GK
2027	84.687	796	0,95%	Estimado GK

11.4 - GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Para avaliação real da geração de resíduos produzidos no município de Caçador e efetivamente dispostos no Aterro Sanitário foram considerados os dados de recepção e pesagem em balança realizados no local durante o período de 2017 a 2022 (MEIOESTE, 2022b), o que corresponde a uma série de 06 anos contínua e praticamente sem lapsos, consistente e suficiente para avaliação concreta da geração de resíduos (Quadro 12). Necessário ressaltar que para o último trimestre de 2022, em vista de ainda não ter ocorrido a coleta, foi utilizada a média dos anos anteriores para complementar os dados referentes a outubro, novembro e dezembro de 2022.



Quadro 12 - Geração de resíduos no município de Caçador conforme dados obtidos a partir da pesagem em balança na recepção do Aterro Sanitário para o período correspondente aos últimos 06 anos. Nota: os resultados para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2022 correspondem às médias de pesagem nesses meses nos anos anteriores. Fonte: Meioeste Ambiental (2022b).

Mês/Ano	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Média Mensal
Janeiro	1.072,64	1.123,68	1.219,86	1.166,74	1.272,25	1.179,34	1.172,42
Fevereiro	1.052,45	991,19	979,96	1.081,38	1.196,73	1.126,00	1.071,29
Março	1.168,63	1.065,94	1.058,57	1.171,45	1.201,72	1.207,28	1.145,60
Abril	1.184,17	1.021,23	1.085,77	1.008,49	1.097,74	1.161,10	1.093,08
Mai	1.038,89	988,74	1.052,24	1.006,95	1.091,17	1.120,26	1.049,71
Junho	991,54	1.060,66	1.029,23	1.125,27	1.103,93	1.177,11	1.081,29
Julho	940,40	1.005,40	1.087,84	1.168,80	1.098,96	1.138,24	1.073,27
Agosto	995,81	1.013,88	1.025,65	1.095,73	1.124,26	1.207,31	1.077,11
Setembro	936,72	974,61	1.011,61	1.160,82	1.125,98	1.126,01	1.055,96
Outubro	1.010,56	1.090,98	1.106,77	1.111,86	1.139,75	1.091,98	1.091,98
Novembro	982,90	1.023,79	1.057,77	1.035,57	1.205,72	1.061,15	1.061,15
Dezembro	1.131,90	1.117,71	1.130,38	1.210,14	1.168,32	1.151,69	1.151,69
Total Anual	14.523,61	14.495,81	14.864,65	15.363,20	15.847,53	15.769,47	1.093,71
Total Geral	90.864,27 toneladas de RSU						
Média Anual	15.144,05 tonelada/ano						
Percentual Crescimento Anual	-----	-0,19	2,54	3,35	3,15	-0,49	-----
Média de Crescimento Anual	1,67%						

Conclui-se pelo antes exposto o que segue:

- No período dos últimos seis anos foram geradas aproximadamente 91.000 toneladas de RSU no município;
- A média anual de geração de RSU alcançou 15.144 toneladas, aproximadamente;
- O percentual médio de crescimento geral da geração de resíduos no período foi de 1,67%, considerados dois anos com pequeno decréscimo na série de dados disponíveis;
- O tratamento de dados reais de pesagem de balança, mesmo em uma série menor de dados reflete com maior proximidade a situação observada no Aterro Sanitário;
- Possivelmente o período associado à ocorrência da Pandemia de Corona Vírus acarretou um aumento na geração de resíduos sólidos urbanos, fenômeno verificado em muitas regiões do País, em decorrência disso se observa um acentuado aumento na geração nos anos de 2020 e 2021 na pesagem recebida;



- Considerada a taxa de crescimento populacional de 0,95% anual como adequada para o cenário socioeconômico local e a taxa de geração anual de 1,67% como acima do número mais provável em vista da ocorrência da Pandemia, optou-se por uma previsão de geração um pouco maior do que a prevista pelo crescimento populacional projetado, mas inferior à taxa de crescimento anual de geração média dos últimos 05 anos, qual seja de 1,25% ao ano, conforme relacionado no Quadro 13, a seguir.

Quadro 13 - Taxa de geração de resíduos adotada e respectivas toneladas e metros cúbicos associados para os próximos 05 anos considerados os resultados de taxa de geração observados e crescimento populacional previsto.

Ano	Taxa de Geração Estimada (%)	Toneladas Geradas/Ano	Kg RSU Gerados/Ano	Fonte Dados - Toneladas
2017	-----	14.523,61	14.523.610	Pesagem balança
2018	-0,19	14.495,81	14.495.810	Pesagem balança
2019	2,54	14.864,65	14.864.650	Pesagem balança
2020	3,35	15.363,20	15.363.200	Pesagem balança
2021	3,15	15.847,53	15.847.530	Pesagem balança
2022	-0,49	15.769,47	15.769.470	Pesagem balança parcial - três trimestres, um trimestre estimado GK
2023	1,25	15.966,59	15.966.588	Estimado GK
2024	1,25	16.166,17	16.166.171	Estimado GK
2025	1,25	16.368,25	16.368.248	Estimado GK
2026	1,25	16.572,85	16.572.851	Estimado GK
2027	1,25	16.780,01	16.780.012	Estimado GK

- Nestes termos, a expectativa de geração ponderada de RSU no município consideradas a ponderação entre a pesagem em balança nos anos disponíveis e a projeção populacional ajustada para o período que abrange desde o último trimestre de 2022 até dezembro de 2027 é de 85.796,24 toneladas;
- A geração anual de RSU em toneladas prevista para o período abrangido pelos próximos cinco anos e um trimestre (04/2022) é de 17.159,25 por ano.

11.5 - DESCRIÇÃO DOS RESÍDUOS POR ANÁLISE GRAVIMÉTRICA

Para a obtenção de dados primários e atualizados referentes ao município de Caçador - SC foram realizados serviços específicos para a obtenção dos dados gravimétricos dos resíduos municipais.

O estudo gravimétrico correspondeu à determinação da característica física das principais tipologias de resíduos sólidos urbanos coletados no município e que serão dispostos no aterro sanitário definida pelo percentual de cada tipologia em relação ao peso total da



amostra de RSU analisada.

Para tanto, as amostragens foram realizadas em ponto de apoio estruturado no próprio Aterro Sanitário Municipal de Caçador.

As coletas para o estudo gravimétrico foram realizadas no mês de setembro de 2022 ao longo dos dias de duas semanas distintas e intercaladas temporalmente. Na primeira semana, onde havia maior fluxo financeiro na economia do município e na última semana, onde havia o menor fluxo financeiro na economia do município. Como já consolidado em estudos dessa natureza, a dinâmica econômica e o fluxo de dinheiro são fatores determinantes na quantidade e tipologia de resíduos gerados; dessa forma, foi possível capturar melhor essa variação de geração do que em amostragens realizadas em semanas seguidas.

Os bairros amostrados para realização do estudo foram Centro, Reunidas e Martelo. A escolha desses bairros foi efetuada com base no poder aquisitivo e tipologia das moradias em cada um dos locais, sendo bairros representativos do contexto municipal. Nesse sentido tal conjunto possibilitou uma caracterização geral dos resíduos gerados no município. Nestes termos, o bairro Centro é caracterizado por atividades comerciais predominantemente com residências de médio e alto padrão. No bairro Reunidas a ocupação é residencial e estão situadas no local predominantemente moradias de alto padrão.

Em termos metodológicos e operacionais, as amostras foram coletadas logo após ser realizada, pelos os caminhões compactadores da coleta municipal a descarga dos RSU.

Em sequência, o conteúdo da carga escolhida para análise era espalhado e manualmente coletado aleatoriamente, sendo acondicionado em dois tambores de 200 litros.

Após, as coletas eram classificadas e pesadas; nesse procedimento foi obtido o peso médio de resíduos por tambor preenchido, que alcançou 147 kg para cada tambor de 200 litros por pesagem realizada, o que permite calcular a razão média de 0,735 kg/l para os resíduos pesados. Em sequência, foi efetuada a pesagem separadamente de cada fração conforme a tipologia específica identificada. Em vista de observar-se um fator de segurança, dada a importância deste item no cálculo da vida útil do empreendimento, bem como tendo em vista a média dos valores operacionais obtidos nas atividades correlatas de aterros com porte semelhante a este em análise, o fator de conversão de toneladas para metros cúbicos foi ajustado para 0,8.

A composição mais geral dos RSU obtida a partir desse processo indicou a ocorrência de resíduos orgânicos, rejeito, plásticos, papéis, vidro, metais e outros, como principais



tipologias encontradas. Os resultados obtidos pelo processo de análise gravimétrica dos RSU de Caçador estão relacionados no Quadro 14.

Quadro 14 - Valores obtidos para as principais tipologias dos resíduos sólidos urbanos a partir da análise gravimétrica dos resíduos de Caçador - SC no mês de setembro de 2022 convertidos em percentuais. Fonte: GK ENGENHARIA, a partir de dados de campo coletados em 2022.

Tipologia dos Resíduos	Percentual
Orgânicos	39,3%
Rejeito	22,1 %
Plásticos	12,6%
Papeis	15,9 %
Vidro	3,8%
Metais	3,4%
Outros	2,9%
Total	100%

Complementarmente, para possibilitar o cálculo da vida útil do aterro sanitário, os percentuais obtidos a partir do estudo gravimétrico foram convertidos para peso x volume (peso específico), o que permite avaliar a ocupação em metros cúbicos da futura célula a ser implantada, conforme consta descrito no Quadro 15.

Quadro 15 - Valores obtidos para as principais tipologias dos resíduos sólidos urbanos a partir da análise gravimétrica dos resíduos de Caçador - SC no mês de setembro de 2022 convertidos em peso x volume (peso específico). Fonte: GK ENGENHARIA, a partir de dados de campo coletados em 2022.

Tipologia dos Resíduos	Peso x Volume (Peso Específico)	Unidade	Percentual Caçador	Percentual Médio Brasil ¹
Orgânicos	1.080	kg/m ³	13,83	45,30
Rejeito	810	kg/m ³	10,37	14,10
Plásticos	280	kg/m ³	3,59	16,80
Papeis	590	kg/m ³	7,55	10,40
Vidro	2.250	kg/m ³	28,81	2,70
Metais	2.470	kg/m ³	31,63	2,30
Outros	330	kg/m ³	4,23	1,40
Têxteis, couros e borrachas	n.d.	n.d.	n.d.	5,60
Embalagens multicamadas	n.d.	n.d.	n.d.	1,40
Total	7.810		100,00	100,00

n.d. - não determinado.

¹ Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil. EcoDebate. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2021/06/29/composicao-gravimetrica-dos-residuos-solidos-urbanos-no-brasil/>>.



Nestes termos, considerada a média projetada de geração de RSU em toneladas de 16.370,77 por ano, estimasse que este valor corresponda a 12.032,52 m³/ano.

A que ser ressaltar que os valores obtidos para vidro e metais nesta campanha de obtenção de dados gravimétricos foram considerados anômalos, possivelmente associados a uma grande parte de materiais associados a sucata coletados nos dias em que foi efetuado o estudo gravimétrico. Tais percentuais elevados anômalos ocasionaram o baixo valor observado para a carga de rejeitos orgânicos, muito inferior à média nacional.

O baixo percentual de plásticos observados no estudo gravimétrico pode ser resultado da coleta seletiva ou dos coletores informais que atuam no município com acentuado foco na obtenção deste tipo de material.

11.6 - PARÂMETROS DE ORDEM OPERACIONAL DO ATERRO SANITÁRIO

Considerados os diversos parâmetros operacionais do Aterro Sanitário, há dois que influenciam diretamente no cálculo da vida útil do empreendimento, conforme a seguir.

11.6.1 - Grau de Compactação dos Resíduos Sólidos Urbanos

O aterro sanitário recebe resíduos compactados resultantes da coleta mecanizada realizada no município. Este procedimento reduz o volume em cerca de 1/3 do original. Após a chegada à área de disposição final, os RSU são regularizados e distribuídos na área de trabalho da célula ativa. Neste procedimento, realizado por meio de trator de esteira de 21 toneladas com lâmina ocorre a compactação pela passagem recorrente das esteiras sobre a mesma faixa por pelo menos três vezes, até seis vezes o que resulta em uma compactação de cerca de 10% do volume original da descarga.

11.6.2 - Cobertura Progressiva com Material Inerte dos Resíduos na Célula 2

A cobertura dos resíduos sólidos tem as funções precípuas de reduzir o tanto quanto possível a ocorrência de vetores e odores desagradáveis na área de operação e também no entorno do empreendimento.

No caso específico do Aterro Sanitário Municipal deve ser considerado que a área está situada em região de baixa densidade de ocupação habitacional no entorno próximo, bem como apresenta elevada distribuição de cobertura vegetal em suas divisas e vizinhança.

Assim, mesmo que tenha sido observada na fase de diagnóstico a ocorrência de avifauna na área, não há maiores riscos em termos de ampla proliferação de vetores, bem como o odor observado não tem intensidade a ponto de causar sensação de desconforto para a ocupação habitacional próxima.



Nestes termos, no intuito de maximizar a vida útil do empreendimento e considerado que as Normas e Instruções associadas ao tema não determinam explicitamente uma frequência de recobrimento, será adotado o critério de cobertura semanal dos resíduos com material terrígeno inerte em camadas regulares de espessura de 10 cm.

Sob este prisma, como fator de ponderação e consideradas as práticas ocorrentes em aterros sanitários com boa qualidade de operação e com porte semelhante a este em tela estimasse em 15% do volume total da célula o aporte de material inerte de cobertura.

11.6.3 - Recalque do Maciço de Resíduos

Consideradas as características do aterro sanitário e o fato da boa compactação alcançada pelos resíduos no momento da disposição final em célula espera-se que o recalque associado à acomodação progressiva das pilhas, bem como da degradação da fração orgânica com consequente produção de chorume e biogás. Estimasse o recalque geral do maciço em volume de 12% em vista das condições operacionais adequadas previstas para a operação no período. Ainda assim, em vista da ocorrência de pluviosidade sobre a área de disposição e infiltração de parte desse líquido será descontado 3% do percentual do recalque geral, o que resulta em um fator de recalque corrigido de 9% do volume total de resíduos dispostos.

11.7 - CÁLCULO DA VIDA ÚTIL DO ATERRO SANITÁRIO

Em síntese, a consideração de todas as premissas descritas e supramencionadas possibilitou o cálculo da vida útil do Aterro Sanitário. Assim, a Vida Útil do Aterro Sanitário em anos pode ser deduzida a partir da seguinte formulação em passos (Quadro 16):

Quadro 16 - Fatores e passos utilizados para o cálculo da vida útil do aterro sanitário.
Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

Fatores e Passos Para o Cálculo da Vida Útil do Aterro Sanitário Municipal de Caçador
Passo 1 - Determinação da Capacidade de disposição de RSU
= [(Volume útil para disposição de RSU célula 2 sem escavação da base, sem recalque e sem cobertura de resíduos)
+ (Volume de escavação e corte para regularização e conformação da base)
+ (Compactação dos RSU de 10% do volume total previsto na operação)
+ (Recalque do maciço de resíduos de 9% do volume total previsto pela decomposição e degradação) - (Cobertura semanal com material inerte sobre a célula de resíduos de 15% do volume total previsto)]
- (Cobertura semanal com material inerte sobre a célula de resíduos de 15% do volume total previsto)
Passo 2 - Determinação da vida útil em anos a partir da razão entre a capacidade de disposição total de RSU e a produção estimada anual de RSU
= Capacidade de disposição de RSU em m ³ / (Geração anual prevista de RSU) em m ³

Sob este prisma, os principais fatores de cálculo e a consequente vida útil em anos para a



operação do Aterro Sanitário Municipal de Caçador constam relacionados a seguir (Quadro 17).

Quadro 17 - Vida útil do Aterro Sanitário de Caçador. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

Item	Descrição	Und	Qtd	Observação
1	Expectativa de geração de RSU para o próximo período de 05 anos a partir da projeção populacional e pesagem em balança ponderada e ajustada	ton	85.796,24	-
2	Expectativa de geração de RSU anual convertida para metros cúbicos a partir dos dados gravimétricos (fator de conversão 0,8)	m ³	68.636,99	-
3	Área útil para disposição de RSU célula 2	m ²	9.976,00	-
4	Volume de escavação e corte para regularização e conformação da base	m ³	10.142,71	Adiciona volume
5	Volume de material de impermeabilização da base	m ³	15.958,81	Desconta volume
6	Volume útil para disposição de RSU considerando os quantitativos escavação e impermeabilização da base da célula 2	m ³	65.538,87	-
7	Compactação dos RSU de 10% do volume total previsto na operação	m ³	6.553,8	Adiciona volume
8	Recalque do maciço de resíduos de 9% do volume total previsto pela decomposição e degradação	m ³	5.898,49	Adiciona volume
9	Cobertura semanal com material inerte sobre a célula de resíduos de 15% do volume total previsto	m ³	9.830,83	Desconta volume
10	Volume útil a disponível considerando os fatores de compactação, recalque e cobertura inertes	m ³	68.160,33	-
11	Geração anual prevista de RSU	m ³	13.727,40	
12	Período em anos possível de utilização do Aterro Sanitário	ano	4,96	

Conclui-se a partir de tudo antes mencionado que o Aterro Sanitário Municipal de Caçador dispõe de um período operacional de cerca de 4,96 anos consideradas todas as variáveis incidentes sobre a vida útil do empreendimento.

12 - ESTUDO E PESQUISA DE JAZIDAS DE MATERIAL EMPRÉSTIMO

Em vista da necessidade de utilização de material terrígeno de matriz e composição argilosa para a utilização em diversas atividades concernentes à operação do aterro sanitário, tais como composição da base da célula, conformação e reconformação de taludes, cobertura das pilhas de resíduos, manutenção de acessos, entre outros.

Nestes termos, foi prioritariamente buscada e verificada a ocorrência de disponibilidade de jazidas de material de empréstimo nos limites da gleba de interesse, com intuito de evitar a importação mais custosa e logisticamente complicada desse material.

Para continuidade das atividades na área de interesse, considerados os anos finais previstos



para operação será necessária uma jazida de material para composição da base e da cobertura dos resíduos, especialmente para a etapa de encerramento propriamente dita, visto que as células construídas têm sido estruturadas a partir do material lateralmente disponível no próprio terreno.

Assim, a primeira alternativa a ser avaliada é a ocorrência de material compatível na porção interna da área do Aterro Sanitário.

Nesse sentido, foi identificada uma porção do terreno próxima da balança de pesagem onde há disponibilidade de um material tipo saibro argiloso compatível com as atividades propostas, cujo perfil encontra-se exposto no registro fotográfico abaixo relacionado.

Nestas áreas ocorre material argiloso de característica adequada aos usos propostos em termos de grau de compactação e permeabilidade, que poderão abastecer as necessidades de obras e manutenções ao longo do período restante da vida útil do empreendimento e, posteriormente, na etapa de encerramento.



Figura 85 - Perfil de solo da área potencial para jazida. Fonte: GK Engenharia, levantamento de campo.



Estas áreas, situadas conforme consta na Figura 86, abrangem aproximadamente 3.200 m² em superfície, com cerca de 04 metros de espessura média, perfazendo uma cubagem estimativa útil entre 8.000 e 10.000 m³.



Figura 86 - Áreas propostas para abertura de jazidas de material de empréstimo necessárias à impermeabilização da base da nova célula e para cobertura progressiva das pilhas de resíduos (poligonais em amarelo). Fonte: GK Engenharia, mapeamento de campo setembro de 2022 sobre imagem GOOGLE EARTH de agosto de 2022.

Na etapa de encerramento do aterro sanitário, após a total extração de material útil das jazidas, recomenda-se a utilização das cavas resultantes para a disposição de Resíduos de Construção Civil e Demolição (RCCD) produzidos pela própria Prefeitura Municipal, até o pleno preenchimento e regularização topográfica desses locais.

Importante destacar que tais resíduos somente poderão ser dispostos após ser comprovada sua característica inerte, ou seja, não poderão ser colocados no local de nenhuma forma, resíduos com risco potencial de contaminação do solo ou dos recursos hídricos.

Tal recomendação, caso acatada, deverá ser objeto de licenciamento ambiental específico junto à Secretaria responsável inserida na estrutura organizacional da Prefeitura Municipal de Caçador.



13 - MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO

Em continuação estão relacionados os itens descritivos componentes dos principais elementos correlatos ao estudo, projeto e planejamento necessários à ampliação e operação do Aterro Sanitário Municipal de Caçador - SC.

13.1 - ALTERNATIVA LOCACIONAL DE AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE DE RECEPÇÃO DE RSU

Considerados os resultados da etapa de diagnóstico de situação foi elencada como alternativa locacional mais adequada de ampliação da capacidade de recepção de resíduos sólidos urbanos na área do Aterro Sanitário Municipal uma porção da gleba situada a sudoeste da atual área de disposição de resíduos em fase de encerramento, aqui denominada célula 1.

A área escolhida, aqui denominada célula 2, foi definida em função dos seguintes critérios:

- Apresenta condições topográficas bastante favoráveis;
- O perfil de solo/regolito/rocha da base é estável em termos geológicos e geotécnicos e tem condições de permeabilidade natural muito baixas;
- Não há vegetação nativa ou exótica sobre a superfície o que permite e facilita o uso proposto;
- Não há fontes, nascentes ou outras surgências de recursos hídricos evidentes no local;
- Todas as outras porções da gleba não apresentam condições favoráveis para implantação de uma nova célula, qual seja por já estar ocupada por disposição de resíduos, por estar em fase de recuperação de área degradada, por apresentar topografia íngreme e desfavorável, pela ocorrência de recursos hídricos superficiais e, por fim, por conter ampla e extensa cobertura vegetal, predominantemente nativa em estágio sucessional médio a avançado.

13.2 - DADOS RELATIVOS AO EMPREENDIMENTO

Por se tratar de uma ampliação, muitas das estruturas de apoio já estão implantadas desde o início das atividades operacional do empreendimento, conforme apresentado nas áreas do Quadro 18 a seguir e também descrito nos itens subsequentes.



Quadro 18 - Área das estruturas existentes na área do empreendimento.

Edificações Existentes	Área (m ²)
Área da atual célula de disposição de resíduos (célula 01)	35.057,00
Vias de serviço	5.570,00
Lagoas e tanques para tratamento de efluente	1.704,00
Área de preservação permanente de 30m	15.786,55
Administrativo	27,0
Balança	29,3
Sanitário/vestiário	34,0
Caixa d'água	4,0

13.3 - RECEPÇÃO E PESAGEM

A área de implantação e pesagem já é existente no local. Constitui pequena edificação de alvenaria em boas condições de uso e ocupação. Recomenda-se que seja mantida a mesma estrutura já existente em termos da edificação onde é realizado o registro de pesagem de cada veículo transportador que acessa a área para promover a disposição final dos RSU.

No que tange à balança rodoviária cabe destacar que também está em plenas condições operacionais e com as devidas manutenções e aferições, conforme informado pela empresa que atualmente opera o aterro sanitário.

Para o porte e dimensões do aterro sanitário esta estrutura e equipamentos de recepção e pesagem são considerados adequados, com o que se recomenda a permanência, sem necessidade de modificações para a ampliação que se pretende efetuar no empreendimento.

13.4 - SISTEMA VIÁRIO E ACESSOS INTERNOS

O acesso à área de interesse é realizado apenas por uma via secundária existente com aproximadamente 200 metros de extensão desde da rodovia SC - 135. A partir da chegada no portão da recepção, há um acesso interno à esquerda que permite o deslocamento até a área da ETE e outro à direita, que permite o acesso à célula em fase de encerramento e outro que servirá de acesso à célula 2, conforme consta na Figura 87, a seguir.



Figura 87 - Acessos na área de interesse. O traço em vermelho corresponde ao acesso externo desde a Rodovia Estadual SC-135 até a portaria do aterro sanitário. Os três traços em amarelo correspondem aos acessos internos; um conduz à ETE; o segundo ao topo da célula 1 em fase de encerramento e o terceiro conduzirá à célula 2. Também foi projetado um aterro perimetral a todo o maciço. Fonte: GK ENGENHARIA, sobre imagem do aplicativo Google Earth datada de agosto de 2022.

Em termos descritivos os acessos atualmente existentes devem ser mantidos da forma em que se encontram, visto que permitem boa trafegabilidade, tem greide e largura adequada.

Para o novo acesso interno que deverá possibilitar o tráfego dos caminhões transportadores de resíduos, bem como das máquinas e equipamentos vinculados às diversas etapas de operação da célula 2, deve conter as mesmas dimensões do já existente em termos de largura (pelo menos de 04 metros) e greide de 2% de declividade em direção às margens. Foi projetado um acesso perimetral a ser implantado ao longo de toda a área de células de disposição de resíduos. Durante a implantação deverão ser construídas em ambas às margens valetas de terra escavadas com maquinário adequado para conduzir o fluxo das águas pluviais associado. Periodicamente e também quando da finalização da operação deverá ser revisada a drenagem do acesso para que seja efetuada a remoção de sedimentos e, assim, mantida a condição de drenabilidade das águas pluviais.



13.5 - ETAPAS E SUBETAPAS DE CONSTRUÇÃO E OCUPAÇÃO DA CÉLULA 2

Considerando a área da célula 2 e as diferentes cotas topográficas que formam o terreno na base, a construção e posterior ocupação da célula com resíduos ocorrerá em 04 etapas. Outro aspecto muito importante ao se trabalhar por etapas é o reduzir ao máximo a entrada das águas pluviais sobre o maciço de resíduos.

Portanto, a construção e ocupação da célula 2 será realizada em quatro etapas, denominadas de Etapa 1 até Etapa 4, conforme apresentado na Figura 88 a seguir.

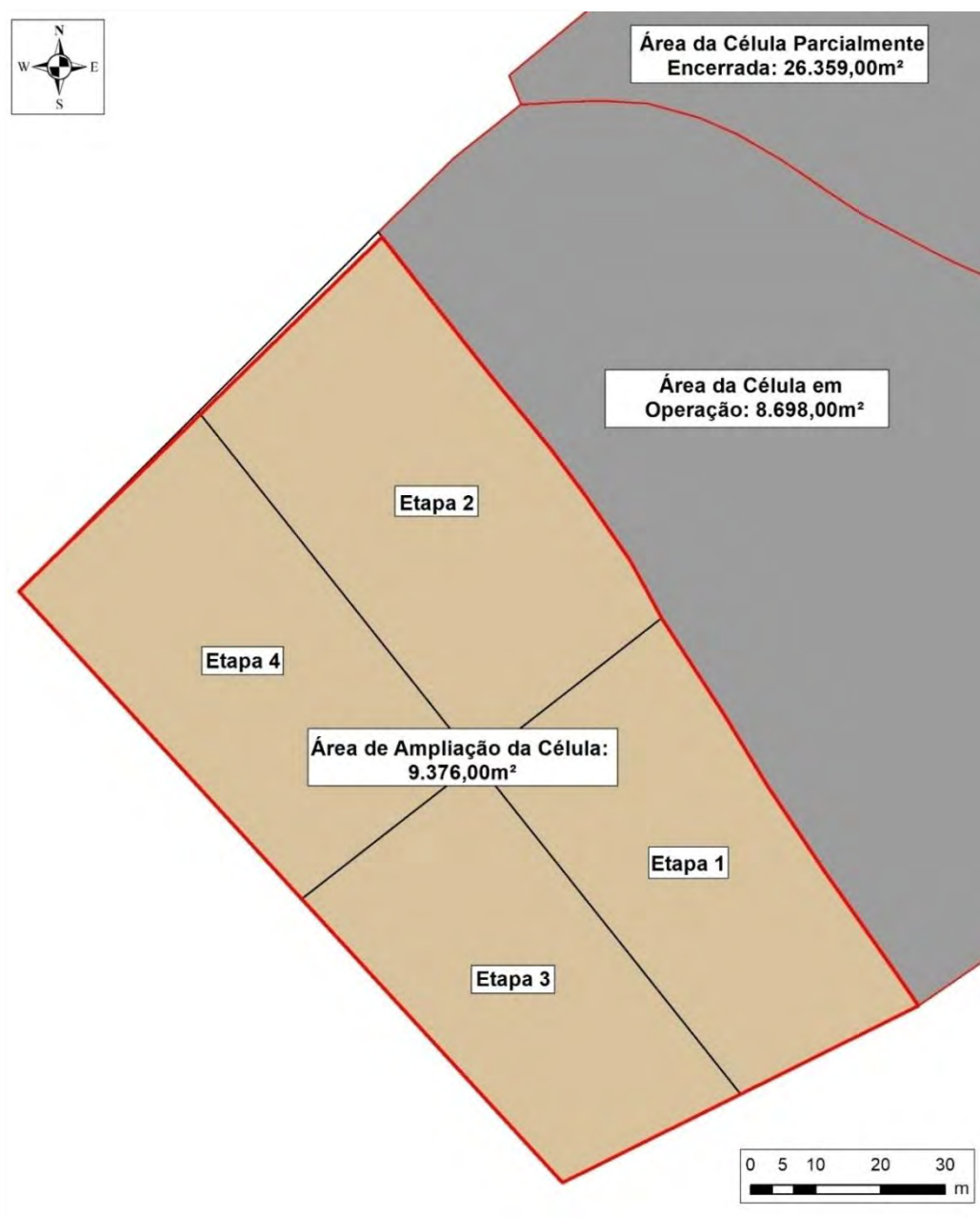


Figura 88 - Etapas de construção da célula 2. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.



As principais informações referentes ao projeto construtivo de cada etapa são apresentadas a seguir.

Quadro 19 - Área, Cota do terreno natural e cota da base da célula após a construção dos dispositivos de impermeabilização. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

Etapa	Área (m ²)	Cota Mínima do Terreno Natural na Base das Etapas de Ocupação da Célula	Cota da Base nas Etapas de Ocupação da Célula Após a Construção dos Dispositivos de Impermeabilização	Cota Final de Encerramento do Topo do Maciço de Resíduos	Altura Final do Maciço de Resíduos Após a Ocupação Completa de Cada Etapa
Etapa 1	2.244,14	943,0	945,0	958	13,0
Etapa 2	2.742,08	947,0	949,0	958	9,0
Etapa 3	1.990,73	944,0	946,0	958	12,0
Etapa 4	2.440,00	950,0	952,0	958	6,0

Cabe destacar que devido às características construtivas da célula, a ampla maioria do volume de resíduos estará disposta na porção positiva da célula.

A distribuição e abrangência das etapas consecutivas de preenchimento e ocupação da célula 2 constam no Anexo V.

13.6 - SISTEMA CONSTRUTIVO DA CÉLULA 2

As obras de construção da célula 2 terão início a partir da etapa 1, inicialmente com o piqueteamento da área e a respectiva delimitação da poligonal da célula e das etapas de ocupação. Estes dados serão incorporados ao projeto de locação para o posterior monitoramento no prosseguimento das obras de escavação.

As escavações do terreno serão realizadas com escavadeira hidráulica que ao cortar o solo acumulará este material dentro dos limites da célula, o qual será utilizado posteriormente como aterro e material de cobertura durante o nivelamento e operação das etapas seguintes, assim subsequentemente.

O sistema construtivo proposto para a célula 2 será orientado pelo método do preenchimento progressivo em patamares com dimensões e configuração geométrica adaptada para se aproximar do relevo existente e da cota atual de topo do maciço de resíduos já encerrado.

A execução dos trabalhos de escavação obedecerá às prescrições da NBR 9061 - Segurança de Escavação a Céu Aberto e NBR 7182 - Ensaio de Compactação. As escavações serão realizadas em material de 1ª categoria.

Os materiais de 1ª categoria são os depósitos de materiais soltos ou moderadamente coesos, tais como cascalhos, areias, siltes ou argilas, ou quaisquer de suas misturas, com ou sem componentes orgânicos, formados por agregação natural, que possam ser escavados



com ferramentas de mão ou maquinaria convencional para esse tipo de trabalho.

Também são classificados como materiais de 1ª categoria a fração de rocha, pedra solta e pedregulho que tenha, isoladamente, diâmetro igual ou inferior a 0,15 m qualquer que seja o teor de umidade que apresente, e, em geral, todo o tipo de material que não possa ser classificado como de 2ª ou 3ª categoria.

Os taludes de corte serão construídos com inclinação de 1V:3H até atingir as cotas de nivelamento da base da célula, as banquetas entre os taludes serão de 3,0m de largura e altura máxima de 5,00m entre cada patamar.

O preenchimento positivo da célula será estruturado a partir de taludes em todo seu perímetro com inclinação de 1(V):2(H) até a cota projetada, com banqueta entre os taludes de 5,0 m de largura e altura máxima de 5,0 m entre cada patamar.

Na planta baixa do Anexo VI consta a conformação final prevista para o maciço de resíduos após esgotamento da capacidade de disposição final nas células 1 (em fase de encerramento) e 2 (a construir).

13.7 - PROCEDIMENTOS DE ESCAVAÇÃO E TERRAPLENAGEM PARA O NIVELAMENTO DAS BASES DAS ETAPAS DE OCUPAÇÃO DA CÉLULA 2

A escavação e a terraplenagem constituem duas das ações essenciais para a conformação do aterro celular. Neste contexto, a escavação corresponde às atividades de remoção do material terrígeno argiloso que constitui, na ampla maioria, o perfil de solo e o substrato geológico da área de interesse. Já a terraplenagem corresponde, essencialmente, às ações de regularização da superfície das células pós-remoção do material terrígeno. Para a realização dos procedimentos de escavação e a terraplenagem serão desenvolvidas as seguintes atividades:

- a) Demarcação e limpeza das áreas de escavação: após o estudo completo do meio e entendimentos com o empreendedor, o empreiteiro da obra deverá materializar, sobre o terreno, as poligonais correspondentes às áreas de intervenção com piqueteamento dos vértices e outros pontos importantes, assegurando-se da concordância entre as hipóteses do projeto e as condições de execução;
- b) Definição das profundidades de escavação e determinação dos volumes de escavação: a profundidade inicial de escavação para conformação das etapas de ocupação da célula 2 deverá seguir o ordenamento obtido no levantamento planialtimétrico da área de interesse.



- c) Escavação das etapas: os procedimentos operacionais sequenciais para escavação de cada etapa serão os seguintes:
- (i)** Definição dos parâmetros construtivos, com base nos dados planialtimétricos fornecidos;
 - (ii)** Delimitação no terreno da área de escavação a partir de levantamento planialtimétrico de detalhe e implantação de estacas no perímetro de interesse;
 - (iii)** Com a utilização de maquinário específico será aberta uma frente de trabalho única para cada etapa e efetuada a remoção do solo em processo denominado escavação de trincheira (vala). Durante o processo de escavação, os solos serão preferencialmente dispostos ao lado da célula em escavação e reservados para posterior carregamento e destinação final. A movimentação dos materiais será efetuada com o apoio de caminhões caçamba, com orientação permanente, a fim de evitar a geração de focos de erosão potencial durante as movimentações de terra;
 - (iv)** Ao final do processo de escavação será efetuada, de forma mecânica se necessário, a retificação de eventuais obstacularizações geradas no terreno e a limpeza plena da área de materiais de obra ou materiais terrígenos restantes, de maneira a permitir o prosseguimento da implantação das células.
- d) Nivelamento do fundo e conformação dos taludes da escavação: o fundo da escavação de cada etapa deverá ser nivelado e livre de todo o material rochoso ou de entulho. A abertura das escavações deverá ser efetuada do nível mais baixo em direção ao mais alto (jusante para montante na vertente do terreno), sempre com leve inclinação do piso no sentido de jusante, de forma a possibilitar o escoamento das águas pluviais por gravidade durante o período de construção.

Os principais procedimentos operacionais vinculados às atividades de escavação e terraplenagem são apresentadas na Figura 89 a seguir.

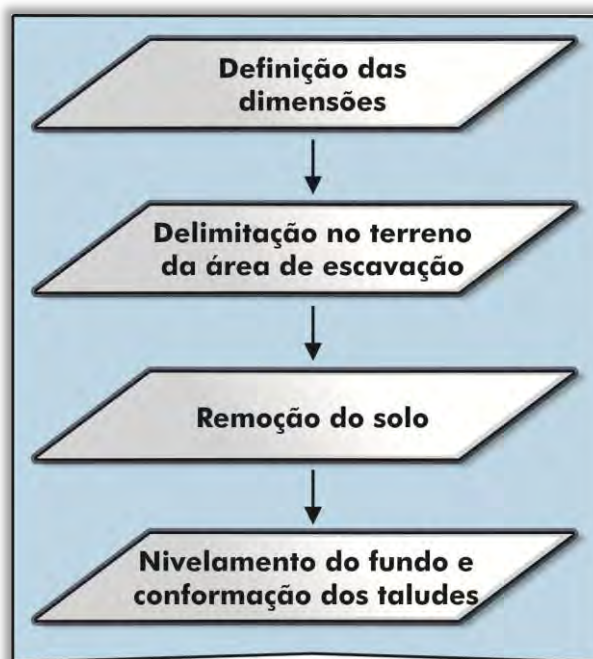


Figura 89 - Procedimentos operacionais vinculados às atividades de escavação e terraplenagem

No Anexo VII consta a Planta com a proposição dos serviços de escavação e terraplenagem propostos para o nivelamento das bases das etapas de ocupação da célula 2.

Já no Anexo VIII consta a Planta com a distribuição das áreas de corte e aterro propostos para o nivelamento das bases das etapas de ocupação da célula 2.

13.8 - SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DA BASE E DOS TALUDES LATERAIS DAS ETAPAS DE OCUPAÇÃO DA CÉLULA 2

O projeto de impermeabilização da base das etapas e dos taludes laterais tem por objetivo precípuo a implantação de estruturas e dispositivos que permitam o isolamento das pilhas de resíduos do solo natural e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos adjacentes e sotopostos às áreas de disposição. O detalhamento técnico está relacionado a seguir.

Na engenharia atual de aterros sanitários prevalece o conceito de confinar os resíduos por barreiras impermeáveis, o que, conseqüentemente, protege os resíduos da entrada de líquidos externos e o subsolo da infiltração dos percolados e gases provenientes do aterro. De forma geral, são empregadas duas alternativas de impermeabilização, uma a partir da utilização de solos argilosos e a outra por meio de elementos sintéticos, do tipo geomembrana. Embora existam outros tipos de revestimentos, a utilização destas alternativas de forma isolada ou combinada é a mais frequente nos aterros sanitários brasileiros. A extensão destas ações depende do tipo de solo, especialmente quando no



contato do aterro com a fundação o material é argiloso, uma vez que a argila absorve e retém com facilidade vários constituintes químicos dos percolados.

A impermeabilização da base e dos taludes laterais da célula representa um dos mais importantes dispositivos de proteção ambiental que compõem a central. Tem como função primordial impedir a percolação de lixiviado no subsolo, protegendo os aquíferos de potenciais contaminações. O projeto de impermeabilização da base das células e dos taludes laterais tem por objetivo a implantação de dispositivos que permitam o isolamento entre as pilhas de resíduos e o solo natural recursos hídricos subterrâneos.

O fundo da escavação de cada célula deverá ser nivelado e livre de todo o material rochoso ou entulho. A abertura das escavações deverá ser efetuada do nível mais baixo em direção ao mais alto (jusante para montante do terreno).

Em termos detalhados, a solução de impermeabilização de base consta descrita de forma detalhada no Quadro 20 a seguir.

Quadro 20 - Descrição das características da impermeabilização da base das etapas (fundação da célula do aterro), considerado o perfil geral do fundo para o topo do conjunto. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

Denominação de Projeto	Descrição	Espessura	Função
RESÍDUOS SÓLIDOS	Resíduos sólidos urbanos	-----	-----
CAMADA DE ARGILA COMPACTADA - C2	Nível de argila medianamente compactada	0,50m	Proteção da geomembrana e base para instalação dos drenos de percolados e gases
		0,50m	
GEOMEMBRANA	Impermeabilizante sintético composto por geomembrana de PEAD	1,50 mm	Barreira geomecânica com a função de impermeabilizar a base da célula evitando a passagem de lixiviado para a camada argilosa na base da célula.
CAMADA DE ARGILA COMPACTADA - C1	Base de argila fortemente compactada sobreposta ao terreno natural disposta em camadas de 0,25m para adequada compactação	0,25m	Conformação da base da célula e proteção à infiltração de percolados no subsolo
		0,25m	
		0,25m	
		0,25m	
SOLO NATURAL	TERRENO NATURAL	-	-

A Figura 90 a seguir apresenta o perfil esquemático dos sistemas de impermeabilização da



base da célula 2.

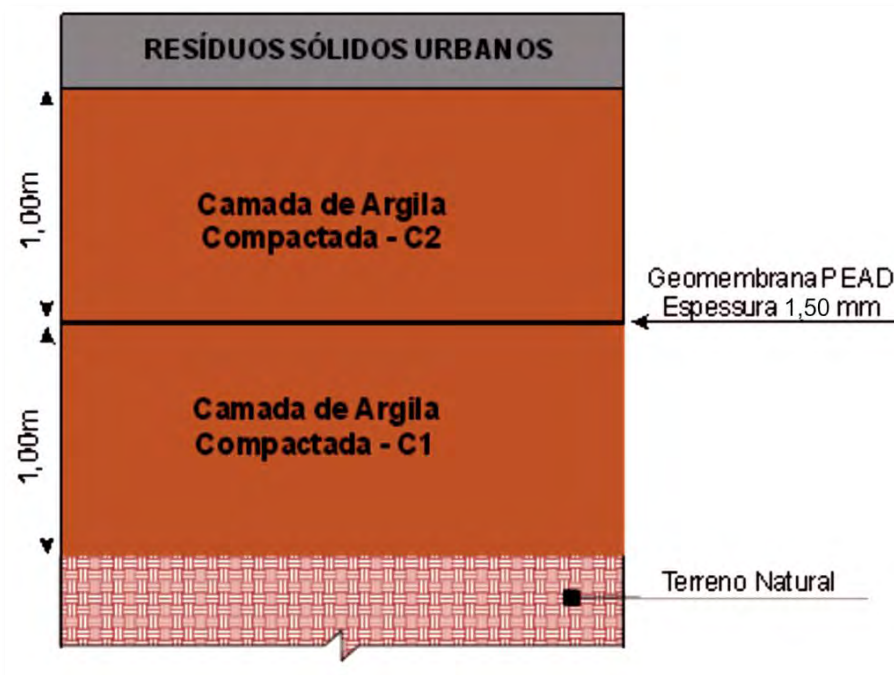


Figura 90 - Perfil esquemático do sistema de impermeabilização e proteção mecânica da base da célula. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

As camadas de argila compactadas C1 e C2, juntamente com a geomembrana de PEAD com espessura de 1,50 mm são os dispositivos que serão utilizados para impermeabilizar a base da célula e os taludes laterais, dessa forma, isolando as pilhas de resíduos do solo natural e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos adjacentes e sotopostos às áreas de disposição.

A planta do Projeto com a descrição da impermeabilização de base da célula 2 de disposição de resíduos consta no Anexo IX.

Os procedimentos de impermeabilização da base da célula e taludes laterais são descritos a seguir.

13.8.1 - Instalação da Camada de Argila Compactada - C1

Finalizada a etapa de terraplenagem para nivelamento e conformação do terreno, será iniciado processo de impermeabilização com a disposição da primeira camada de argila compactada C1 de 1,00 metro de espessura.

Acima do terreno natural escavado se dá a primeira camada de argila, com altura total de 100 cm. A execução da compactação deve obedecer aos seguintes procedimentos:

- Lançamento das camadas a cada 25 cm, com o total de quatro camadas e



controle por meio de nivelamentos topográficos sucessivos;

- Manutenção da umidade do solo próximo da ótima - correção através de secagem ou irrigação;
- Homogeneização das camadas a serem compactadas com uso de escarificadores e arados de disco;
- Passagem do equipamento de compactação:
- **Rolos "pé de carneiro"** - até que não se consiga imprimir marcas das patas na camada;
- Compressor de pneus - até que a superfície fique lisa, embora necessite ser escarificada;
- Quando não é atingida a compactação desejada a camada será revolvida, corrigida e recompactada.

Durante o processo de compactação as massas de partículas sólidas e de água permanecem constantes, o que se altera é o índice de vazios. Existe, então, para uma determinada energia uma umidade ótima, que conduz ao valor máximo de densidade ou massa específica. O coeficiente de permeabilidade da argila deverá ser, no máximo, 10^{-7} cm/s e densidade de 100% da densidade máxima obtida no ensaio de compactação com energia de *Proctor* normal.

Logo, a camada de solo argiloso para impermeabilização deve atender os seguintes requisitos mínimos:

- a) Ser classificado como CL, CH ou SC, segundo sistema unificado de classificação de solo (Sociedade Americana de Testes e Materiais - ASTM D2487-69);
- b) Apresentar uma porcentagem maior do que 30% de partículas, passando pela peneira 200 da ASTM (Análise de Granulometria por Peneiramento e Sedimentação, conforme NBR 7181/84);
- c) Apresentar limite de liquidez maior ou igual a 30% (conforme NBR 6459/84);
- d) Apresentar índice de plasticidade maior ou igual a 15% (conforme NBR 7180/84);
- e) Apresentar coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-7} cm/s, quando compactado.

Por fim, para controle tecnológico de compactação e grau de permeabilidade, os seguintes itens deverão ser satisfeitos:

- a) Camadas compactadas de no máximo 25 cm de espessura;
- b) Umidade em torno da umidade ótima obtida no ensaio de compactação com energia de *Proctor* normal;



- c) Densidade de, no mínimo, 100% da densidade máxima obtida no ensaio de compactação com energia de *Proctor* normal;
- d) Coeficiente de permeabilidade de, no máximo, 10^{-7} cm/s.

A compactação da camada C1 ocorrerá a partir da disposição de camadas menores com 0,25m de espessura. Após a disposição do solo argiloso sobre a base da célula, o mesmo será espalhado com o uso de motoniveladora e trator de esteira D6 de modo a ser obtida uma superfície plana e de espessura uniforme. Na sequência o solo será tratado por meio de grade de discos para assegurar um material homogêneo, quanto ao teor de umidade e textura; conforme necessário, para a correção da umidade será realizado o umedecimento do solo com irrigação de água transportada por caminhão pipa. A compactação será efetuada com rolo compactador tipo pé de carneiro.

Para a disposição da nova camada de 0,25m sobre uma já executada será realizada uma escarificação superficial da camada existente de modo a assegurar uma boa ligação entre as camadas. O mesmo procedimento de compactação será realizado para camada de 0,25m até atingir a espessura de projeto com um metro de altura.

Os principais procedimentos de compactação descritos anteriormente são apresentados nas fotos a seguir.



Foto 1 - Procedimento de compactação das camadas de argila.



Foto 2 - Material argiloso da camada C1 compactado.



Foto 3 - A selagem e o acabamento final do topo da camada C1 serão realizados com compactação pneumática, a partir de múltiplas passadas de motoniveladora e caminhões basculantes carregados.

13.8.2 - Instalação do Dreno Testemunho

O dreno testemunho é um dispositivo de monitoramento com a função de acusar caso o efluente armazenado na base da célula rompa a segunda camada de argila camada - C2 (camada argilosa do topo da célula) e também a geomembrana de PEAD de 1,50mm.

Para a detecção destes possíveis vazamentos, o dreno testemunho será posicionado no topo da primeira camada de argila compactada C1 e, logo abaixo da geomembrana de PEAD. Será instalado um dreno testemunho para cada uma das etapas de ocupação da célula 2 constituído por tubulação de PVC perfurada com seção de 100mm.

O traçado do dreno testemunho será equivalente ao sistema espinha de peixe da drenagem de lixiviado. A diferença é a cota de instalação do sistema, que ficará abaixo da geomembrana de PEAD de 1,50mm. Na Figura 91, a seguir, é apresentada a localização do dreno testemunho em relação às camadas impermeabilizantes.

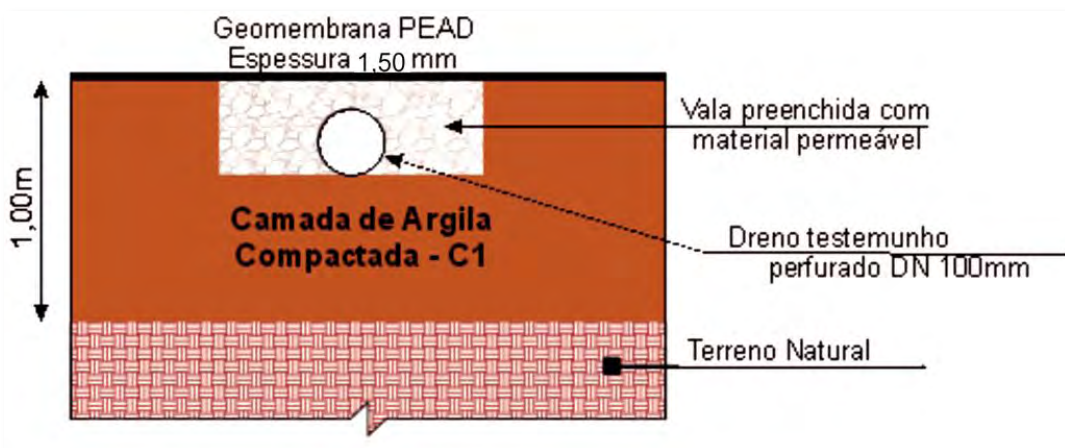


Figura 91 - Localização do dreno testemunho. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.



Cada um dos drenos testemunho estará conectado a uma caixa de inspeção, visando a detecção de possíveis vazamentos, a figura a seguir apresenta um exemplo da caixa de inspeção. Cabe destacar que a caixa de inspeção deve ser devidamente impermeabilizada a fim de evitar qualquer possibilidade vazamento.

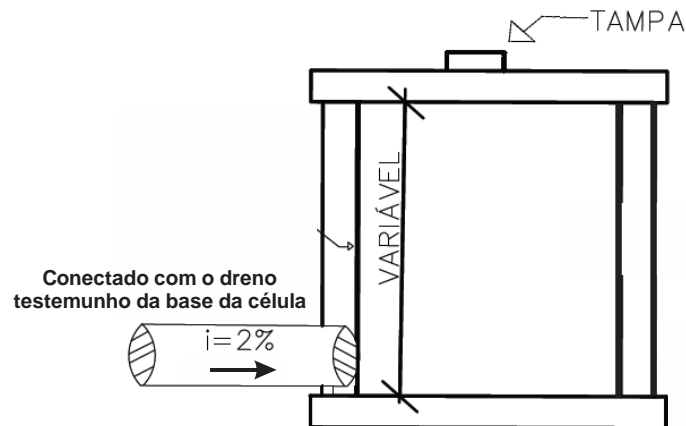


Figura 92 - Detalhe da caixa de inspeção. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

13.8.3 - Ensaios de Permeabilidade e Compactação

Serão realizados ensaios de permeabilidade sobre a argila compactada da camada C1. O coeficiente de permeabilidade deve ser na ordem de 1×10^{-7} cm/s.

13.8.4 - Instalação da Geomembrana

Finalizada a compactação da camada C1 será instalada a geomembrana PEAD de 1,50 mm de espessura na base e geomembrana PEAD de 1,50 mm nos taludes laterais e ancoragem. A instalação, estanqueidade e os ensaios necessários devem estar de acordo com as seguintes normas técnicas:

- NBR16199:2020 Barreiras geossintéticas - Instalação de geomembranas poliméricas;
- NBR 15352:2006 - Mantas termoplásticas de polietileno de alta densidade (PEAD) e de polietileno linear (PEBDL) para impermeabilização;
- NBR 16.199:2013 - Geomembranas termoplásticas - Instalação em obras geotécnicas e de saneamento ambiental.

A instalação deve respeitar as variações de temperatura, vento, regime de chuvas, além de evitar o trânsito de veículos e presença de animais. Os parâmetros mínimos a serem atingidos pelo material são os seguintes:

- a) Espessura média mínima: 1,50mm;



- b) Densidade mínima: 0,94 g/cm³;
- c) Resistência à tração na ruptura média mínima: 50 kN/m;
- d) Alongamento na ruptura média mínima: 700 %;
- e) Resistência ao rasgo ASTM D1004 média mínima: 240 N;
- f) Resistência ao puncionamento média mínima: 640 N.

As bobinas de Geomembrana devem ser descarregadas, de preferência, por empilhadeiras ou equipamentos similares, que permitam o içamento e a movimentação segura do material, não sendo arrastadas e/ou jogadas no chão.

As emendas devem sempre ser executadas no sentido da máxima inclinação do talude, evitando emendas em cruz, conforme apresentado na figura a seguir.

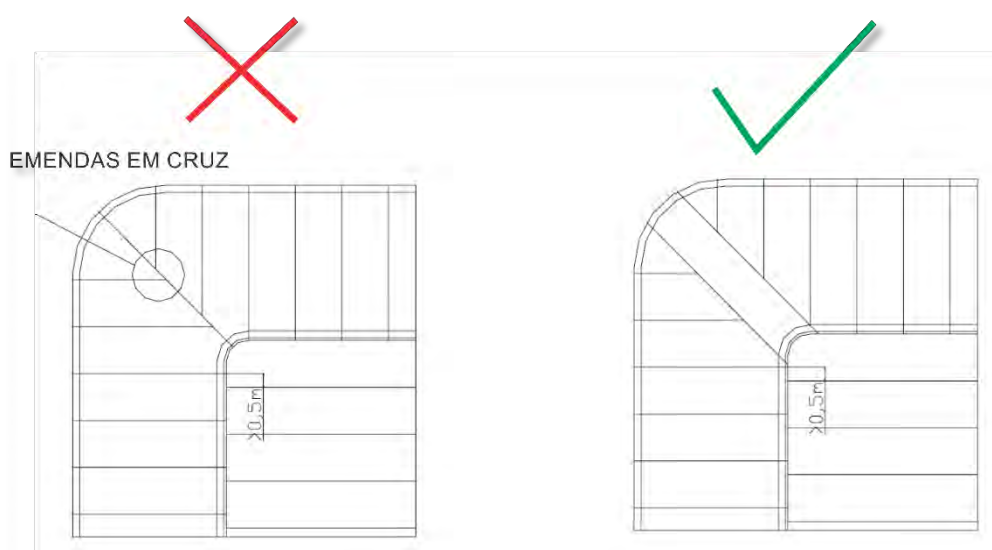


Figura 93-Disposição dos painéis de geomembrana em talude. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

Os transpasses entre os painéis dependerá do tipo de solda, porém, não deve ser menor do que 10 cm. As geomembranas deverão ser instaladas de modo natural, sem tensões aplicadas ao material. Deverão ser previstas folgas mínimas a serem dadas ao material durante o processo de sua instalação definitiva no local da obra. Não será permitida a instalação de geomembranas esticadas, tencionadas, sem as folgas determinadas pelo fabricante, de modo a serem compensados os movimentos de dilatação, contração e ondulação, naturais ao produto. As emendas devem se dar por solda de termofusão, com a união por aquecimento das faces dos painéis a serem emendados, obtida por transferência de calor por suflamento de ar, ou tecnologia superior.

Como controle de qualidade, o executante deverá apresentar relatórios de execução dos



serviços, resultados dos ensaios destrutivos e não destrutivos, além do "as built" da área instalada. A área dos taludes considera a projeção de 1(V):3(H). A área de ancoragem considera a projeção de 1,0 metro interno ao limite da célula em todo seu perímetro.

Cabe destacar que previamente ao lançamento da geomembrana, deverá ser realizada a correção de irregularidades e a retirada de materiais pontiagudos oriundos de eventuais erosões e pistas de acesso. Deverá ser utilizada geomembrana com a máxima largura possível no sentido de minimizar o número de emendas.

O corte da geomembrana, quando necessário, deverá ser efetuado empregando equipamentos definidos pelo fabricante. Caso durante os serviços de instalação ou manuseio da geomembrana surgirem rasgos ou furos na mesma deverá ser soldado sobre a parte danificada um fragmento de manta com dimensões que ultrapassem as bordas do rasgo/furo em cerca de 30 cm para cada lado. A união das faixas de geomembrana deverá ser realizada por processo de soldagem definido pelo fabricante.

A soldagem deverá ser realizada por meio da utilização de máquinas apropriadas para garantir a perfeita transmissão de esforços. As emendas deverão ser realizadas no próprio local de instalação da geomembrana.

Todos os serviços relacionados aos procedimentos de instalação deverão estar rigorosamente de acordo com as especificações do fabricante. Deverá ser evitado, durante a instalação e manuseio da geomembrana, qualquer tipo de poluição (lama, óleo, solventes) sobre a mesma, sob o risco de perda de sua eficiência.

Deverão ser dispensados cuidados especiais com a drenagem na área de instalação com o intuito de evitar o acúmulo e a formação de depósitos ou lâminas d'água e detritos prejudiciais ao comportamento da geomembrana. As fotos a seguir apresentam os procedimentos de instalação e soldagem da geomembrana.



Foto 4 - Exemplo construtivo da instalação da geomembrana de PEAD sobre a camada de argila compactada C1.



Foto 5 - Exemplo do procedimento de soldagem realizado na geomembrana.



Foto 6 - Detalhe do equipamento de soldagem.

13.8.5 - Ancoragem da Geomembrana nas Bordas dos Taludes

A ancoragem da geomembrana nas bordas dos taludes será realizada a partir de canaletas escavadas e reaterradas. O ancoramento da geomembrana na parte superior dos taludes será executado em trincheiras de seção quadrada de 30 cm de lado, afastadas cerca de 60 cm da crista do talude. O reaterro destas trincheiras será realizado com o próprio material retirado quando da escavação da trincheira, devidamente compactado. As trincheiras



deverão estar isentas de lama e finos em suspensão na água, conforme ilustrado na figura a seguir.



Figura 94 - Ancoragem da geomembrana. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

13.8.6 - Ancoragem da Geomembrana Entre as Etapas de Ocupação da Célula 2

A ancoragem da geomembrana entre as etapas de ocupação da célula 2 do aterro deve ser realizada conforme especificações determinadas em projeto. A destacar os seguintes procedimentos a serem executados:

- a) Deve-se realizar a remoção da camada de reaterro da vala perimetral que está ancorando a geomembrana da borda do talude que margeia o limite de ampliação;
- b) Após a remoção do reaterro deve ser realizada a limpeza e inspeção detalhada do segmento de geomembrana que será soldada com o novo painel da geomembrana da área de ampliação;
- c) Em seguida deve ser realizado o preenchimento da antiga vala perimetral com argila e nivelamento conforme a superfície do talude utilizado para a ancoragem da célula;
- d) Por fim realiza-se a soldagem dos painéis da geomembrana da etapa encerada com os painéis da etapa de ampliação. Este procedimento, assegura a correta estanqueidade da geomembrana.

Os registros fotográficos a seguir apresentam os procedimentos de ancoragem descritos anteriormente.



Foto 7 - Exemplo construtivo de vala perimetral e ancoragem da geomembrana realizada na borda dos taludes.



Foto 8 - Exemplo construtivo de reaterro da vala perimetral após a instalação e ancoragem da geomembrana no topo do talude.



Foto 9 - Exemplo de como deverá ser realizada a ancoragem da geomembrana entre cada etapa de ocupação da célula.

13.8.7 - Instalação da Camada de Argila Compactada - C2

Finalizada a instalação da geomembrana será iniciada a disposição da última camada argilosa, denominada de C2. Conforme estabelecido em projeto, a camada será disposta sobre a geomembrana de PEAD em duas camadas de 0,5m cada. A compactação do material será realizada com equipamentos de rolagem pneumática, exclusivamente com motoniveladora, assim assegurando a estanqueidade da geomembrana instalada na base da camada. A camada C2 tem o objetivo de proteger a geomembrana de PEAD e será utilizada como base para a instalação dos sistemas de drenagem de lixiviado e gases, conforme apresentado na foto a seguir.



Foto 10 - Exemplo de como deverá ocorrer a disposição da camada de argila C2 sobre a geomembrana.

A instalação da camada de argila C2 é a última etapa de instalação dos dispositivos de impermeabilização da base da célula, conforme apresentado no perfil esquemático da figura a seguir.

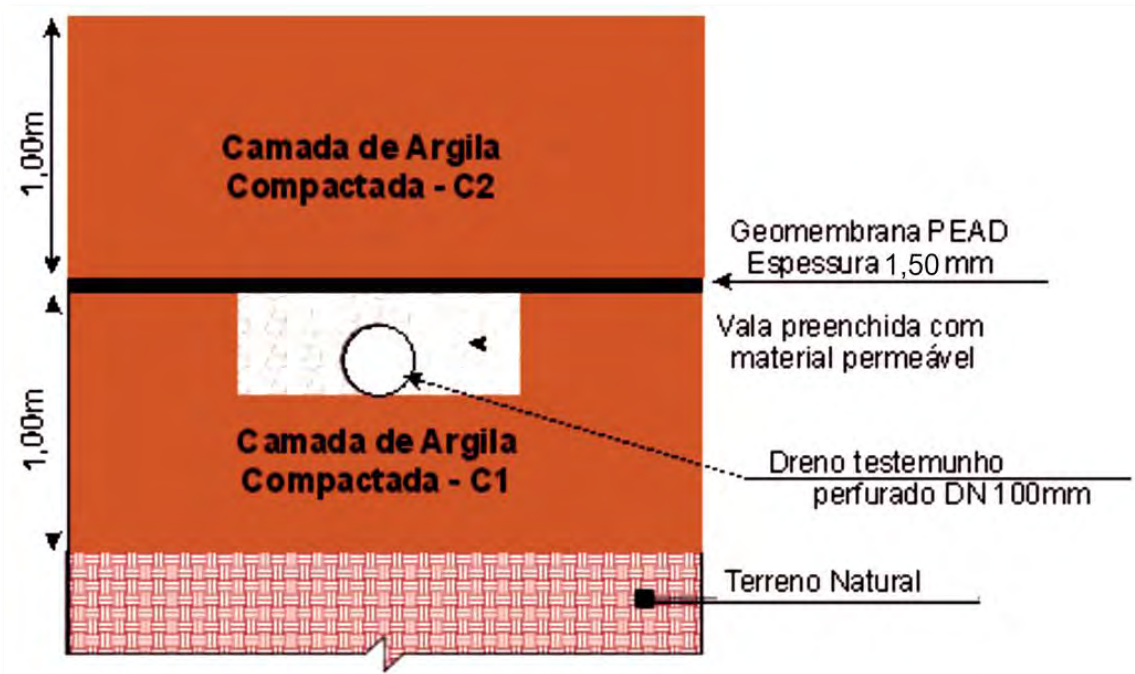


Figura 95 - Perfil esquemático com a instalação dos sistemas de impermeabilização da base da célula. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.



13.9 - SISTEMA DE COLETA E DRENAGEM DE PERCOLADO

Finalizada a disposição e compactação da camada de argila C2, será iniciada a instalação do sistema de coleta e drenagem de percolado.

O sistema de coleta de percolados tem por objetivo principal o manejo e a condução dos líquidos gerados pelos processos bioquímicos de transformação da matéria orgânica dos resíduos dispostos na célula, bem como as águas pluviais advindas de precipitação e que tenham contato com os resíduos sólidos e seus efluentes e que, portanto, possam ser contaminadas por interações com estes líquidos. O princípio básico de funcionamento do sistema de drenos no interior das células de disposição fundamenta-se na criação de caminhos preferenciais de escoamento. Estes caminhos são submetidos a zonas de menor pressão, associadas a meios porosos que permitem o escoamento adequado dos líquidos. Tais zonas de menor pressão são geradas a partir da construção de drenos no solo, sob a célula de resíduos e preenchidos com pedra, saibro ou material similar. A Figura 96 a seguir apresenta uma concepção teórica da distribuição dos fluxos de percolados a partir do arranjo de drenagens internas ao maciço de resíduos, consideradas duas vistas: superior e lateral.

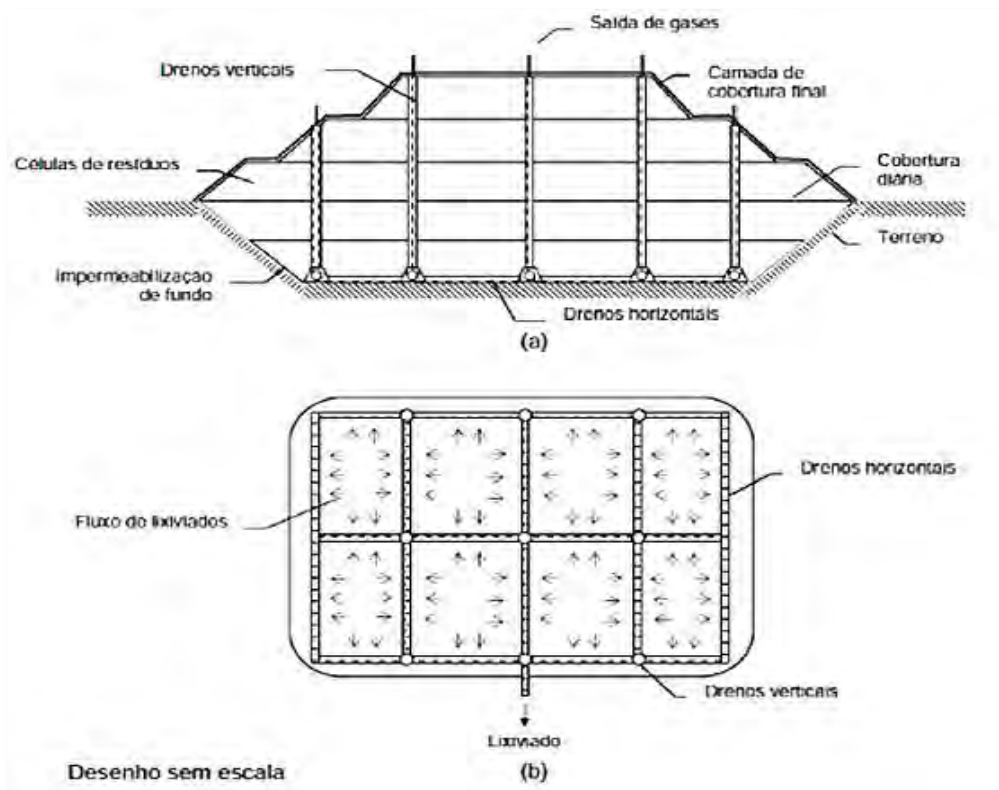


Figura 96 - Exemplo de arranjo conceitual de drenagens de coleta de percolado em padrão “espinha de peixe” preparadas na base de célula de disposição de resíduos; (a) Vista lateral do maciço de resíduos e (b) planta em vista superior. Fonte: TOZETTO (2008).



Dessa forma o projeto de drenagem nova célula do aterro sanitário considerará as premissas conceituais antes mencionadas. No entanto, serão propostas estruturas diferenciadas, conforme lista a seguir:

- Dreno principal de base ou de fundação;
- Drenos secundários mistos percolados/gás.
- Estruturas de conexão com o sistema de tratamento de percolados.

Estas tipologias estão descritas de forma pormenorizada em continuidade e o arranjo proposto consta na planta do.

13.9.1 - Dreno Principal de Base ou de Fundação

O sistema de drenagem de chorume na base da célula será formado por drenos principais, drenos secundários, dreno coletor, caixas de passagem, caixa de recepção e emissário de chorume.

O dreno principal será constituído por tubulação de concreto perfurado com diâmetro de 200mm posicionado no interior de uma vala escavada com as dimensões de 1,00 m de largura por 0,60 m de altura.

Os drenos deverão ser executados e serão firmemente conectados com a base assentada no fundo da vala de escavação no topo da camada de argila C2. O dreno principal de percolado, após o assentamento, deverá ser plenamente coberto com pedra rachão, o qual auxiliará na estabilidade dos materiais assentados.

O tubo principal deverá ser perfurado em sua geratriz superior para permitir a coleta do percolado e, preferencialmente envolto em geotêxtil que minimize a possibilidade de colmatação da superfície devido a migração de finos que ocorrem na pilha de resíduos envolvente.

13.9.2 - Drenos Secundários

Para maximizar a capacidade de coleta de percolados da drenagem, serão instalados drenos secundários também de PEAD com diâmetro de 80 mm, com base lisa e perfurados na parte superior. Estes drenos serão firmemente conectados e perfurados para possibilitar a coleta do percolado. Da mesma forma que o dreno principal, estes drenos secundários serão plenamente recobertos com pedra rachão e totalmente envoltos em manta geotêxtil. Os drenos secundários deverão ser encaixados no dreno principal com plena conectividade.

Em termos geométricos, a rede formada pelo dreno principal e pelos drenos secundários terá a seguinte disposição para em cada etapa:



- a) O dreno principal deverá ser posicionado na porção mediana de cada etapa, alinhado de forma paralela ao eixo maior do polígono regular retangular que define a etapa;
- b) Os drenos secundários serão implantados com paralelismo, a uma distância de 23 m, na forma de espinha de peixe e com angularidade de aproximadamente 60° em relação ao eixo do dreno principal;
- c) **O arranjo geral do sistema deverá ser do tipo "espinha de peixe",** com inclinação de 2% do eixo de todos os drenos secundários em direção ao centro da célula, onde estará implantado o dreno principal, com intuito de favorecer o fluxo do percolado por gravidade;
- d) Destaca-se, que os drenos verticais de gases e os drenos de coleta de percolados deverão ser conectados, sempre que possível, para que seja favorecida a drenabilidade total de gases e líquidos do maciço de resíduos que comporá cada célula.

Os detalhes da instalação do sistema de drenagem de chorume são apresentados nas fotos a seguir.



Foto 11 - Abertura e preenchimento da base da vala de drenagem de chorume com pedra rachão.



Foto 12 - Instalação do tudo PEAD perfurado sobre a pedra rachão.



Foto 13 - Soldagem dos segmentos de tudo PEAD e espera para os drenos verticais de drenagem de chorume e gás.



Foto 14 - Após a instalação do tubo de PEAD ocorrerá o preenchimento com pedra rachão da vala de drenagem horizontal.



Foto 15 - Recobrimento da vala dos drenos com manta geotêxtil Bidim.



Foto 16 - Sistema de drenagem horizontal de chorume com formato “espinha de peixe”.

13.9.3 - Fluxo do Percolado

Devido às diferenças de cota topográfica favorável entre a base dos sistemas de drenagem de chorume da célula para o sistema de tratamento já existente, não será necessário drenar o chorume por bombeamento, sendo o fluxo totalmente controlado por gravidade.

13.9.4 - Dimensionamento do Sistema de Drenagem do Lixiviado

Para estimar a vazão de percolado são utilizados métodos com base no balanço hídrico. Neste Projeto, o cálculo da vazão de percolado foi realizado por meio do Método Suíço, o qual utiliza a seguinte fórmula:



$$Q = \frac{(P \times A \times K)}{t}$$

Onde:

Q = Vazão média do percolado (l/s);

P = Precipitação média mensal (mm);

A = Área total do aterro (m²);

t = Número de segundos por mês(s);

K = coeficiente que depende do grau de compactação dos resíduos, neste Projeto será adotado o valor de 0,5.

O Quadro 21 apresenta a média de precipitações mensais observadas no período de 28 anos, que se estendem de 1992 a 2015, da estação pluviométrica Campos Novos do banco de dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) situada no município de Campos Novos/SC. A estação foi escolhida por estar em proximidade com a cidade de Caçador/SC e então possuir semelhança no comportamento climatológico, substituindo assim a inexistência de dados com séries representativas em no município de interesse. A precipitação média total anual no município é de 2167,0mm.

Quadro 21 - Média de precipitações (em mm) observadas no período de 1992 a 2015 para estação pluviométrica Campos Novos situada em Campos Novos/SC. Fonte: INMET.

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total Anual
Precipitação (mm)	216,8	181,2	156,9	162,0	159,3	163,1	2.167,0
Meses	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Precipitação (mm)	186,6	144,2	221,2	245,4	154,8	175,6	

Portanto, efetuado o cálculo a partir da equação citada acima, temos a vazão estimada média mensal do lixiviado para cada mês do ano, conforme o Quadro 22.

Quadro 22 - Previsão das vazões médias mensais de lixiviado produzido pelo aterro sanitário de Caçador. Fonte: GK ENGENHARIA.

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Média Anual
Vazão de Percolado (m ³ /s)	0,60	0,55	0,43	0,46	0,44	0,46	0,51
Meses	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Vazão de Percolado (m ³ /s)	0,51	0,40	0,63	0,67	0,44	0,48	

O sistema de drenagem para coleta de líquido percolado do aterro será do tipo espinha de peixe, sendo a opção adotada como a que mais se encaixa na geometria da nova célula. O lixiviado flui por gravidade no sistema com drenos espaçados de 23,0 em 23,0 metros. Os drenos de PEAD perfurados com inclinação de 2,0% fazem a drenagem do lixiviado até a



caixa de inspeção com 1,40m de diâmetro e 1,80m de altura para, posteriormente, conduzirem o efluente até as lagoas de tratamento.

O diâmetro e posicionamento dos drenos assim como os detalhamentos do sistema de drenagem da célula constam no Anexo X.

13.10 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETE)

A Estação de Tratamento de Efluentes atualmente existente no aterro sanitário é composta por um conjunto de elementos construtivos e operacionais conforme descrito a seguir:

- 1) Lagoa Anaeróbia - com dimensões de 20,0 metros de largura por 44,0 metros de comprimento por 03 metros de profundidade é a primeira lagoa a receber o percolado/chorume oriundo do maciço de resíduos do aterro sanitário;
- 2) Lagoa Anaeróbia - com dimensões de 16,0 metros de largura por 23,0 metros de comprimento por 2,50 metros de profundidade é a segunda lagoa a receber o percolado/chorume oriundo do maciço de resíduos do aterro sanitário;
- 3) Lagoa Facultativa - com dimensões de 16,0 metros de largura por 16,0 metros de comprimento por 2,50 metros de profundidade é a terceira a receber o percolado/chorume oriundo do maciço de resíduos do aterro sanitário;
- 4) Unidade de tratamento físico-químico composta por decantador com capacidade de recepção de 300.000 litros de efluente onde é efetuada a dosagem de sulfato de alumínio (com adição de coagulante) e a consequente decantação para a separação de fases;
- 5) Unidade de Inspeção e adição de carvão ativado para tratamento final, remoção de odores e polimento do efluente;
- 6) Lagoa final pós-físico-químico para controle de qualidade e dosagem de cloro;
- 7) Ponto de emissão do efluente tratado em solo por meio de tubulação de PVC;
- 8) Adicionalmente, é disperso diariamente em todas as lagoas um gel degradador cujas bactérias componentes tem por finalidade auxiliar na degradação da matéria orgânica contida nas lagoas.

A Lagoa Anaeróbia 1 tem eficiência estimada em 60% em termos da DBO5; a Lagoa Anaeróbia 2 tem eficiência estimada em 60% em termos de DBO e a Lagoa Facultativa tem eficiência estimada em 60% da DBO. Nestes termos, o sistema de lagoas tem 93,6% de eficiência acumulada em termos de DBO5.

Considerados os dados obtidos em campo e os resultados laboratoriais analíticos, bem como a soma de um volume adicional de percolado a partir da implantação da célula 2, a empresa



Consultora propõe em sequência duas alterações na ETE para compatibilizar a estação ao novo cenário, bem como melhorar a condição final do efluente tratado:

- a) **Implantação de uma nova lagoa no sistema, a ser denominada "Lagoa Pulmão",** a qual deverá ser construída a montante do sistema atualmente existente, previamente à lagoa anaeróbia e que permitirá além da recepção de um maior volume de efluentes pelo sistema, também um melhor manejo do volume de entrada, especialmente no período mais chuvoso do ano;
- b) Implantação de uma barra de dispersão lateral de efluentes tratados no final da tubulação de emissão composta por outra tubulação perfurada com 20 metros de extensão a ser encaixada no tubo principal, o qual deverá ser posicionado na porção mediana da barra. Com a implantação deste item ao invés de ocorrer a dispersão do efluente tratado em um único ponto como ocorre atualmente, haverá a dispersão lateral ao longo de uma faixa, com menor chance de eventual concentração local desses efluentes no solo.

No Anexo XI consta a Planta Baixa com detalhes da Estação de Tratamento de Efluentes - ETE.

13.11 - MEDIÇÃO DA VAZÃO DE EFLUENTE BRUTO NA CHEGADA DA ETE

Para medição da vazão de chegada de efluente bruto e melhor controle da geração de percolados (chorume) no maciço de resíduos prevê-se a instalação de um equipamento de medição de vazão.

Nesse contexto, o equipamento mais adequado é a Calha Parshall, a qual constitui um dispositivo para medição de vazão em canais abertos de líquidos fluindo por gravidade. Os modelos disponíveis no mercado e recomendados para a situação em apreço são fabricados em PRFV (Poliéster reforçado com Fibra de Vidro) em uma só peça pelo processo de moldagem por contato. Em geral a parte interna do equipamento tem acabamento liso e livre de irregularidades, o que garante maior fluidez do líquido.

Em termos técnicos gerais, o medidor de vazão tipo Calha Parshall é composto por uma seção convergente (entrada) em uma seção estrangulada denominada garganta e uma seção divergente (saída). A partir da instalação, o percolado (chorume) fluirá da entrada da calha (abertura maior), para a garganta do dispositivo onde o escoamento é objeto de uma contração, resultante das paredes laterais, o que possibilita a medição da vazão na régua graduada. Posteriormente o percolado continuará o percurso para a saída (abertura maior).



A altura da lâmina de água na seção convergente é a medida da vazão, que pode ser visualizada na régua graduada fixada na parede do equipamento.

Um equipamento deste tipo tem como vantagens principais o baixo custo de operação, bem como a resistência do material, a fácil instalação e operação e o baixo risco de acumulação de sólidos, que possam vir causar entupimento.

Por outro lado, há necessidade de se observar alguns procedimentos como precaução para o adequado funcionamento do equipamento. Nesse sentido, a calha Parshall deverá ser instalada a montante para que seja possível medir a vazão de entrada de percolado na ETE, especificamente no final do dreno coletor de percolado do maciço de resíduos (saída) antes da Lagoa anaeróbia 1 e lagoa pulmão. Ainda, nesse sentido, a velocidade no trecho de medição deverá ser uniforme e visivelmente nula e não poderá haver aparatos, como curvas ou comportas, que tornem o escoamento turbulento.

Recomenda-se que o canal de entrada possua de 10 a 20 vezes a largura da garganta da calha ou de 5 a 10 vezes a largura do canal de entrada e as paredes laterais deverão estar paralelas e verticais, evite rugosidades e imperfeições no canal de entrada.

Por fim, é importante nivelar o medidor de modo a não comprometer o seu funcionamento. O campo de operação previsto para o equipamento a ser implantado e as respectivas dimensões constam no Quadro 23 e no Quadro 24, a seguir relacionados.

Quadro 23 - Campo de operação previsto para a calha Parshall. Fonte: Águas Claras Engenharia, disponível em <https://loja.aguascalrasengenharia.com.br/calhas-parshall/calha-parshall-3>.

Garganta (w) em Polegadas	Vazão Mínima em m ³ /h	Vazão Máxima em m ³ /h
1''	0,5	15

Quadro 24 - Dimensões previstas para a calha Parshall. Fonte: Águas Claras Engenharia, disponível em <https://loja.aguascalrasengenharia.com.br/calhas-parshall/calha-parshall-3>.

Altura	Largura	Comprimento	Peso
28 cm	22 cm	64 cm	3,2 Kg

Na Figura 97 abaixo relacionada constam os aspectos construtivos gerais da calha Parshall prevista para implantação no aterro sanitário.



Figura 97 - Imagem ilustrativa do modelo de calha Parshall de 1" de garganta prevista para instalação no aterro sanitário. Fonte: Águas Claras Engenharia, disponível em <https://loja.aguasclarasengenharia.com.br/calhas-parshall/calha-parshall-1>.

13.12 - SISTEMA DE CAPTAÇÃO E DRENAGEM DE GASES

Da mesma forma que os drenos horizontais, ocorrerá também a instalação da drenagem vertical, a qual tem dupla função, a de drenar o chorume do maciço para os drenos horizontais e permitir a ascensão dos gases produzidos pela decomposição da fração orgânica dos RSU. Os drenos de gás serão do tipo passivo, ou seja, sem bombeamento associado e seguirão o mesmo padrão construtivo atualmente utilizado, visto que é adequado a aterros sanitários de porte como este em tela, além de estarem, efetivamente funcionando de maneira adequada na operação, ao longo dos muitos anos já de funcionamento do empreendimento.

Os poços de drenagem dos gases serão espaçados de modo a propiciar a sobreposição dos raios de influência para cada célula; no caso do sistema em questão, os drenos de gás deverão ser implantados de forma que se mantenha uma malha de drenos na qual a distância entre os elementos da rede não seja superior a um raio de 15 metros, sendo que as linhas deverão ser intercaladas obtendo-se uma distribuição triangular equidistante dos drenos.



Sob esta diretriz, na figura abaixo relacionada, consta o método de arranjo de drenos verticais propostos para as etapas de ocupação da célula 2 que será implantada no Aterro Sanitário Metade Sul. A geometria geral é composta por círculos com pequena sobreposição que conformam sequências regulares; pelo centro dos círculos contíguos passam o eixo e a conexão dos centros dos círculos compõem triângulos equiláteros com 25 metros de lado.

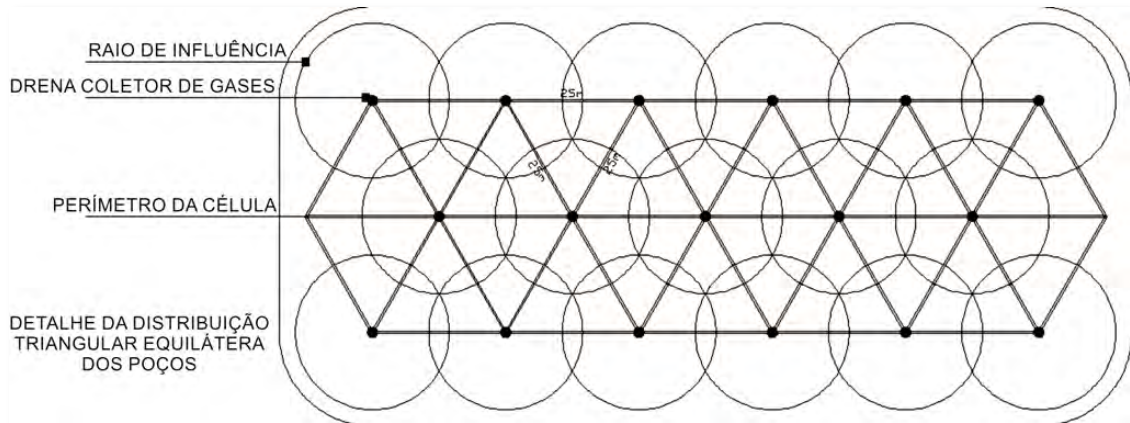


Figura 98 - Arranjo geométrico proposto para a instalação da rede de drenos verticais de gás em cada etapa de ocupação da célula 2 de disposição de resíduos.

A profundidade máxima dos poços verticais deve ser restringida entre 80% e 90% da altura do aterro, de forma a evitar possíveis danos à camada de impermeabilização de base (fundação).

Os poços serão constituídos por tubos de concreto tipo ponta e bolsa perfurados com diâmetro de 200 mm envoltos por uma camada de pedra rachão de espessura não inferior a 1,00 m, mantida junto aos tubos, por meio da instalação de uma tela metálica, conforme indicado no desenho da Figura 99 a seguir.

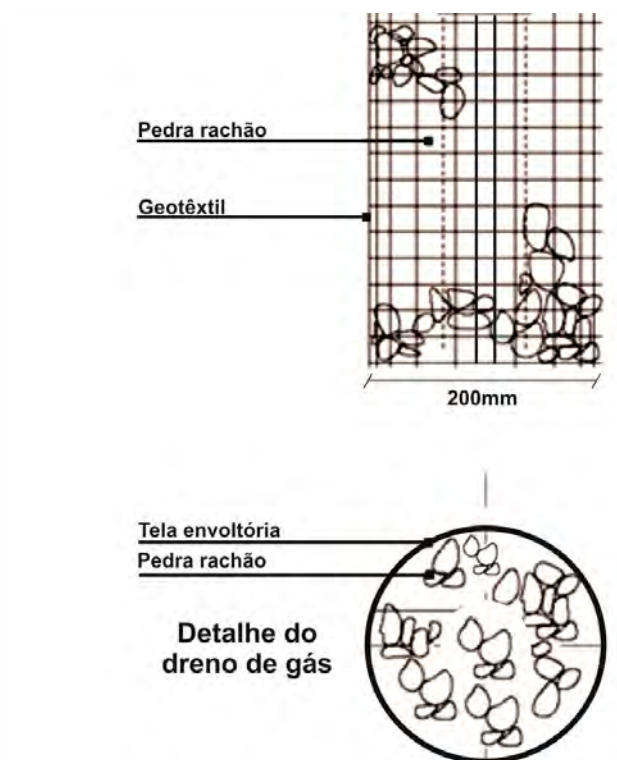


Figura 99 - Detalhes construtivos de um dreno, também denominado poço para captação de gases gerados na célula do aterro.

A tela metálica do tipo Telcon, ou similar, tem a função de confinamento executivo e garantia de continuidade do dreno. A mesma deverá ser amarrada tanto nos segmentos verticais como no fechamento diametral, de modo a evitar o risco de fogo face às vazões efluentes de gases no caso de soldagem.

Os poços serão instalados previamente ao lançamento de resíduos e progressivamente ampliados conforme for sendo desenvolvido o alteamento do maciço de cada célula que comporá o aterro de resíduos sólidos, sempre acompanhando também a progressão horizontal da célula.

Ao final do alteamento da respectiva etapa da célula e do consequente alteamento de cada dreno componente da etapa, será instalado um queimador de gases (flare), para evitar a emissão direta desses gases para a atmosfera.

Para tanto, deverá ser efetuada a implantação de uma camada de ancoragem de concreto no topo do último tubo-dreno para fixação de um tubo de aço galvanizado o qual conterà na extremidade de topo um queimador de gás de ferro fundido ou aço galvanizado (Figura 100).

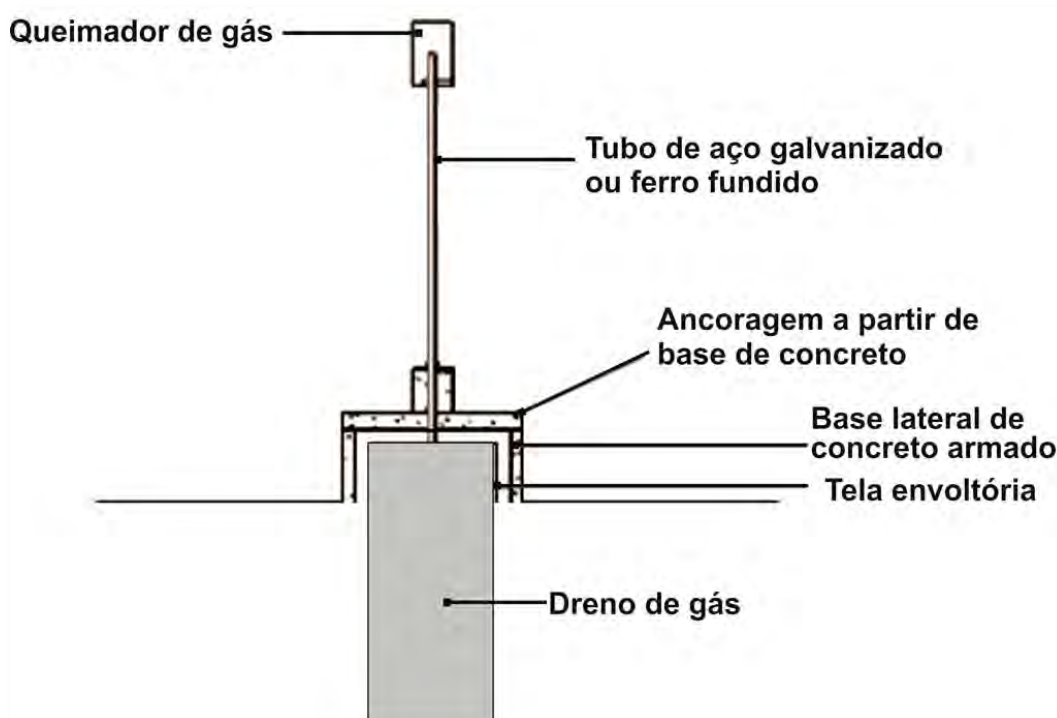


Figura 100 - Detalhes construtivos da finalização do dreno/poço para captação de gases gerados na célula do aterro.

A grande vantagem deste tipo de poço de drenagem diz respeito à possibilidade de interligação desses dispositivos com o sistema de drenagem de percolados de fundação e interligação com os drenos horizontais de cada célula, o que propiciará maior drenabilidade ao maciço do aterro. Assim, os drenos verticais (de gases) serão locados preferencialmente na junção entre drenos secundários e o principal de líquidos percolados (Figura 101).



Figura 101 - Exemplo de arranjo de drenos verticais de gases implantados na base da célula, concordantes com as junções entre drenos principais e secundários do conjunto “espinha de peixe” construído para drenagem do percolado. Fonte: consulta a Internet.

Em vista da integração intrínseca dos dois sistemas, a distribuição dos elementos componentes da rede de drenagem de biogás constam na planta do Anexo X já referida.

13.13 - SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS

O sistema de drenagens pluviais engloba a implantação de canaletas de drenagem que possibilitem o adequado manejo e a condução, o tanto quanto possível das águas das chuvas relacionada às precipitações que ocorrerem na área do aterro sanitário. O foco principal do Projeto é distribuir as águas pluviais que não tenham contato com as pilhas de resíduos para fora da área de disposição (o tanto quanto possível), no intuito de minimizar a geração de efluentes tratáveis, bem como, secundariamente, conduzir as águas pluviais que tenham contato ou interação com as pilhas de resíduos para o sistema de tratamento de percolados. Além disso, o sistema de drenagem auxilia no controle de erosão das bordas e taludes em volta da célula.

Na falta ou diante de um deficiente sistema de drenagem superficial, a erosão (arraste de



material e assoreamento de corpos de água) pode provocar sérios danos aos taludes naturais ou artificiais existentes no local da obra. Desta forma, podem ocorrer instabilidades geotécnicas danosas ao contexto estrutural do aterro.

13.13.1 - Dimensionamento do Sistema de Drenagem Pluvial

O dimensionamento do sistema de drenagem pluvial é dividido em duas parcelas: o estudo hidrológico e o estudo hidráulico. O projeto é iniciado pela definição da curva IDF (intensidade, duração e frequência) para os cálculos hidrológicos de contribuição pluviométrica para a região analisada. De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico (2013) do município de Caçador - SC elaborado pela Notus Engenharia, é recomendado utilizar a equação que consta no trabalho realizado pelo Doutor Álvaro José Back denominado "Chuvas Intensas e Chuva de Projeto de Drenagem Superficial no Estado de Santa Catarina" a seguir:

$$i = \frac{K \cdot T^m}{(t + b)^n}$$

Onde: i = intensidade pluviométrica (mm/h);

T = período de retorno (anos);

t = duração da chuva (min);

K , m , n , b = parâmetros determinados para o local;

Portanto, utilizando um tempo de retorno de 5,0 anos e uma chuva com tempo de duração de 5,0 minutos a intensidade pluviométrica calculada para a área de estudo é de 154,14 mm/h.

Para o cálculo da vazão que escoar superficialmente sobre a área de entorno da célula do aterro sanitário é usado o Método Racional com a seguinte equação:

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot i \cdot A$$

Onde: Q = intensidade pluviométrica (mm/h);

C = coeficiente de escoamento para o tipo de solo;

i = intensidade pluviométrica (mm/h);

A = área de drenagem (ha).

Considerando que a área de drenagem será sobre argila compactada, o coeficiente "C" de escoamento foi estimado em 0,60 a partir de comparativos com outras superfícies. Já a área foi dividida em setores considerada a topografia local natural e construída a partir do maciço de resíduos existente.

Com a determinação das áreas de contribuição foi possível realizar o cálculo de



dimensionamento das canaletas de drenagem superficial com indicação do diâmetro das tubulações de concreto em meia cana (semicírculo).

O Quadro 25 traz um resumo do dimensionamento de cada canaleta para sua respectiva área de contribuição, considerando um tempo de retorno de 5 anos e uma chuva com 5 minutos de duração.

Quadro 25 - Dimensionamento das canaletas de drenagem. Fonte: GK Engenharia, 2022.

Canaleta	Diâmetro do Tubo (mm)	Área de Drenagem (ha)	Vazão Drenada (l/s)	Compr. de Canaleta (m)	Declivid. de Projeto (m/m)	Lâmina D'água Canaleta (m)	Vazão da Seção Canaleta (m³/s)	Velocidade de na Canaleta (m/s)
1	150	0,032	8,236	23,90	0,025	0,08	9,23	1,044
2	150	0,010	2,510	15,80	0,010	0,08	5,82	0,659
3	200	0,024	6,089	20,60	0,010	0,10	12,54	0,798
4	350	0,153	39,396	54,00	0,010	0,18	55,77	1,159
5	200	0,029	7,532	60,00	0,010	0,10	12,54	0,798
6	250	0,073	18,661	80,00	0,010	0,13	22,74	0,926
7	200	0,043	10,934	83,50	0,010	0,10	12,54	0,798
8	300	0,118	30,417	34,20	0,010	0,15	36,97	1,046
9	150	0,019	4,956	41,50	0,010	0,08	5,82	0,659
10	200	0,047	12,031	50,00	0,010	0,10	12,54	0,798
11	200	0,025	6,312	53,50	0,010	0,10	12,54	0,798
12	250	0,069	17,600	53,50	0,010	0,13	22,74	0,926
13	400	0,275	70,545	50,60	0,010	0,20	79,63	1,267
14	250	0,074	19,057	40,50	0,010	0,13	22,74	0,926
15	200	0,024	6,250	67,20	0,010	0,10	12,54	0,798
16	200	0,036	9,333	72,00	0,010	0,10	12,54	0,798
17	350	0,155	39,722	54,00	0,010	0,18	55,77	1,159
18	450	0,334	85,870	130,80	0,007	0,23	95,32	1,199
19	450	0,388	99,758	112,50	0,010	0,23	109,01	1,371
20	250	0,027	6,934	25,00	0,010	0,13	22,74	0,926
21	450	0,424	108,970	98,50	0,010	0,23	109,01	1,371
22	700	1,275	327,593	74,00	0,010	0,35	354,13	1,840
23	350	0,521	133,838	85,00	0,058	0,18	135,27	2,812

Os diferentes sistemas de drenagem a serem construídos englobam os seguintes dispositivos:

13.13.2 - Drenagem Definitiva de Bermas e Taludes

As drenagem pluviais sobre serão instaladas após a finalização da operação em cada etapa da célula 2. Para tanto, serão construídos canais de conexão em concreto meia cana de 500 mm de diâmetro posicionados na base de cada talude e no topo de cada berma, sequencialmente, desde a porção mais baixa do terreno até a cota de topo do maciço. Em



vista da diferença de cota ser pouca entre cada patamar de RSU e as bacias de contribuição de drenagem serem de pequeno porte, serão implantadas as drenagens em padrão aproximadamente radial, seguindo o já existente na célula encerrada, sem a necessidade de implantação de escadas hidráulicas ou outros elementos dissipadores de energia nas descidas.

Ainda assim, para minimizar plenamente o risco de ocorrência de processos erosivos foram projetadas valas de dissipação ao final dos drenos superficiais de pluviais com extensão lateral de 20 metros, um metro de largura e 50 cm de profundidade.

Nos registros fotográficos abaixo relacionados (Figura 102, Figura 103 e Figura 104) constam exemplos de drenagens pluviais definitivas de bermas e taludes já implantadas no aterro sanitário e cujo padrão construtivo será mantido na nova célula 2.



Figura 102 - Padrão das estruturas de drenagem pluvial do tipo meia cana de concreto atualmente utilizadas no aterro sanitário e que permanecerão na implantação da célula 2.



Figura 103 - Drenagem de talude composta por meia cana de concreto já implantada no aterro sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, agosto 2022.

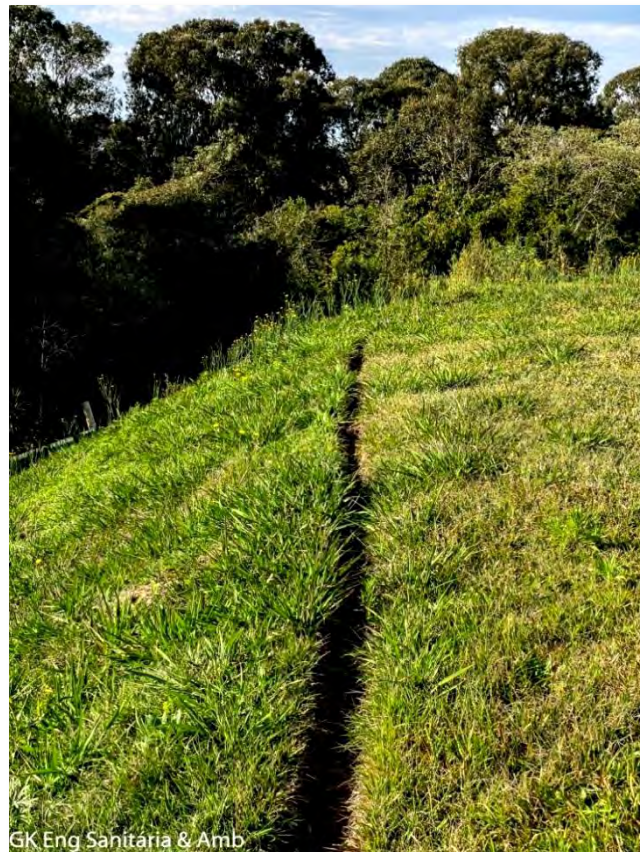


Figura 104 - Drenagem de topo de berma formada por meia cana de concreto já implantada no aterro sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, agosto 2022.



Os drenos assim construídos serão conectados entre si para permitir o escoamento da maior parte das águas pluviais precipitadas sobre a superfície da célula. Com a consequente redução da infiltração, será gerado um volume consideravelmente menor de percolados para tratamento na ETE.

13.13.3 - Drenagem Perimetral Definitiva

A drenagem definitiva perimetral de contorno da célula 2 tem a função de conduzir e escoar as águas pluviais que drenam por entre o sistema de drenagens de taludes e bermas e também de evitar o tanto quanto possível que fluxos externos à célula tenham contato com as pilhas de resíduos, com consequente contaminação e geração de maior volume de percolados.

A drenagem perimetral circundará todo o limite externo da célula 2, sendo progressivamente construída desde o início da implantação da etapa 1 da célula 2.

Em termos construtivos será construída em concreto meia cana de 200 mm de diâmetro conforme já utilizado na operação do aterro sanitário e exemplificado no registro fotográfico a seguir (Figura 105):



Figura 105 - Drenagem perimetral já implantada na borda da célula encerrada do aterro sanitário e cujo padrão construtivo será mantido na célula 2. Fonte: GK ENGENHARIA, agosto 2022.



13.13.4 - Drenagem no Entorno das Lagoas de Contenção de Chorume da ETE

No entorno das lagoas de contenção de percolato/chorume da ETE será implantada uma drenagem perimetral com meia cana de concreto com diâmetro equivalente à da drenagem perimetral definitiva da célula 2, com intuito de reduzir o tanto quanto possível a entrada de água pluvial dentro das lagoas, o que diminui, por consequência, a quantidade de líquidos a tratar na ETE.

O padrão construtivo deverá seguir o já instalado em parte da área das lagoas, conforme consta na Figura 106.



Figura 106 - Drenagem perimetral já implantada na borda da lagoa de tratamento de percolato e cujo padrão construtivo será mantido para implantação nos segmentos faltantes do perímetro de entorno das lagoas. Fonte: GK ENGENHARIA, agosto 2022.



13.13.5 - Caixas de Passagem

As caixas de passagem serão implantadas entre os segmentos de drenagem e terão dimensões de 100x100x60 cm com proteção superficial com grama. O projeto e execução dos serviços devem obedecer aos preceitos estipulados na ABNT NBR 15645 - Execução de Obras de Esgoto e Drenagem com Tubos e Aduelas de Concreto.

As caixas de passagem serão construídas em paredes de alvenaria de tijolo maciço e tampa/fundo em concreto, com dimensões de 50x50 cm e profundidade de 100 cm, conforme Figura 107.

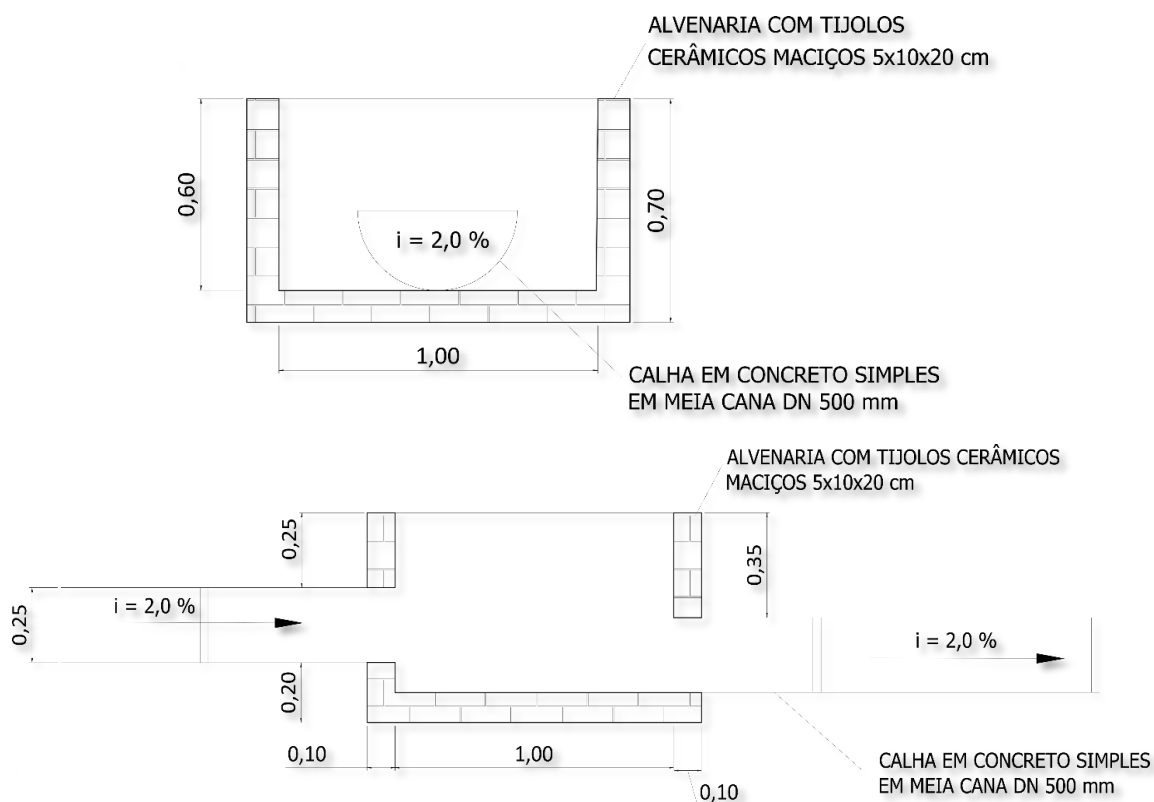


Figura 107 - Caixa de passagem para águas pluviais.

A planta com o arranjo geométrico previsto para o sistema de drenagem de águas pluviais consta no Anexo XII.

13.14 - CERCAMENTO DE ISOLAMENTO E SINALIZAÇÃO DA ÁREA

O cercamento para isolamento terá por objetivo tornar a área do aterro sanitário indisponível para pessoas não autorizadas, bem como evitar o acesso de animais que possam ocasionar riscos operacionais e humanos às atividades diárias de disposição e manejo dos resíduos. Para tanto, deverá ser implantado um cercamento que delimite adequadamente a área do



aterro sanitário. Para tanto, está prevista a implantação de uma cerca perimetral em todo o contorno da poligonal licenciada, inclusive portão de acesso.

Ressalte-se que parte do perímetro já está com cercas implantadas, porém, será necessário a sua implantação prioritariamente no limite sudoeste da gleba. Nessa face será em vista da proximidade com a célula de disposição de resíduos deverá ser implantada cerca de tela galvanizada estruturada em postes de concreto com curva.

Nas outras divisas da gleba, em vista do maior grau de isolamento e da ocorrência de ampla cobertura vegetal, bem como pelo fato da distância maior da célula ativa, recomenda-se a implantação de cerca de arame farpado.

Os procedimentos descritivos do cercamento estão relacionados a seguir.

13.14.1 - Cercamento Perimetral

Inicialmente, de posse da matrícula atualizada e Mapa de Cadastro Georreferenciado do imóvel deverão ser executados serviços de topografia para locação e estaqueamento das cercas, sendo ajustados e definidos os vértices e contornos propostos conforme a realidade de campo.

Em termos construtivos, o cercamento deverá ser estruturado a partir de mourões de concreto com curva com seção transversal de 10x10 cm espaçados a cada 3,0 m, cravados no terreno à profundidade de 0,50 m. Ainda, os mourões devem ser alinhados e aprumados com reaterro compactado de suas fundações, de modo a não possibilitar deslocamento. Cada mourão esticador deve ser apoiado por dois mourões de escora de 10x10 cm nos vértices.

O corte do mourão padrão para o cercamento do aterro sanitário pode ser visualizado na Figura 108.

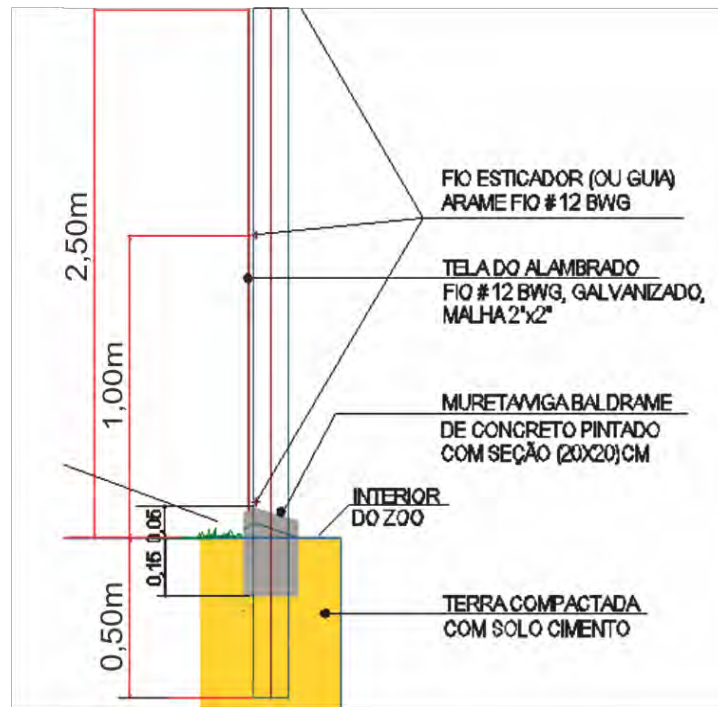


Figura 108 - Vista em corte dos mourões que sustentam o cercamento. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

Na Figura 109 constam os elementos construtivos principais e os detalhamentos em vista frontal e planta baixa do cercamento composto por arames farpados.

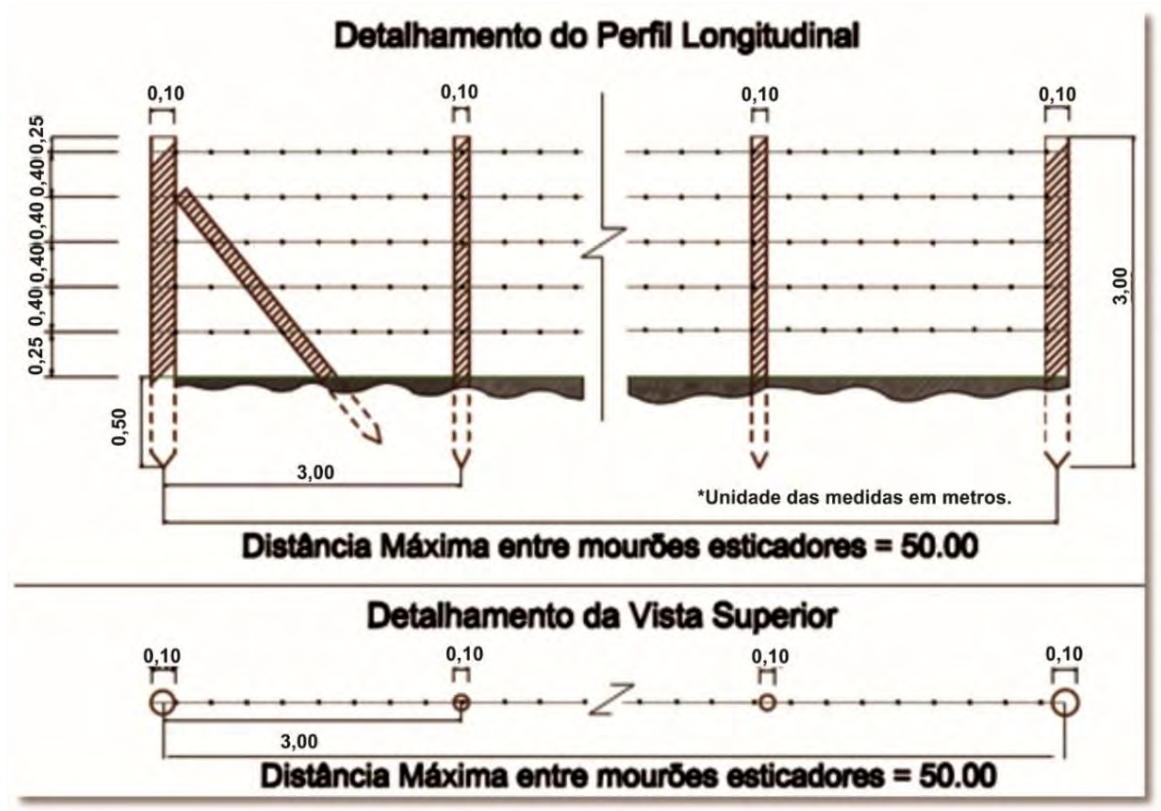


Figura 109 - Vista frontal do padrão proposto de cercamento composto por arame farpado. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

Na Figura 110 constam os elementos construtivos principais e os detalhes em vista frontal e planta baixa do cercamento composto por arames farpados.

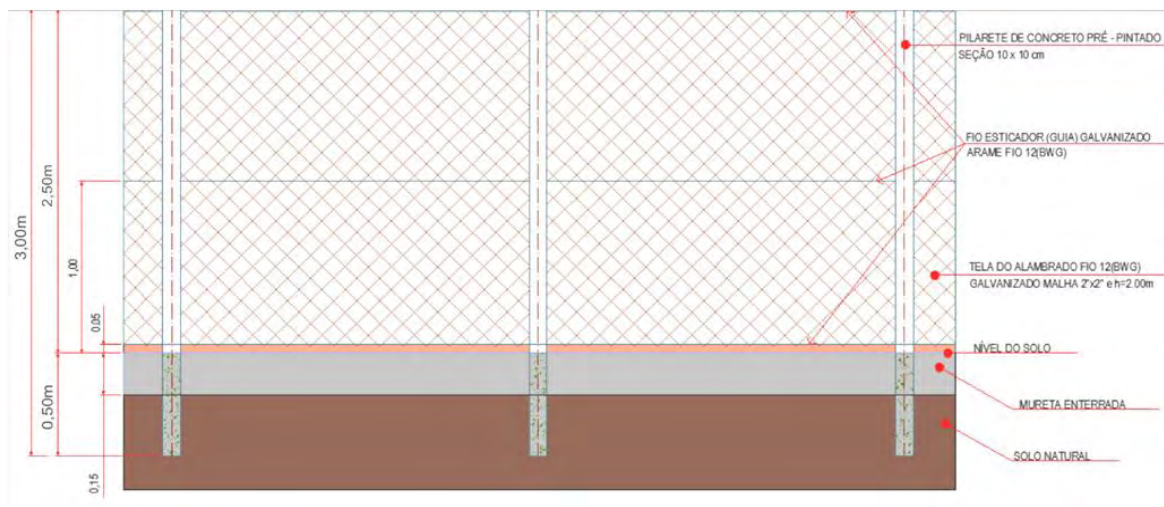


Figura 110 - Vista frontal do padrão proposto para o cercamento composto por tela galvanizada. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

O controle da execução será visual, devendo ser observado principalmente por meio da verificação de concordância da execução da cerca sobre a linha demarcatória da área a ser



delimitada, da resistência da cerca quanto a possíveis esforços que deverão ser contrapostos pela firmeza dos mourões e da perfeita fixação do arame nos mourões de modo a atender ao espaçamento especificado.

13.14.2 - Cercamento das Lagoas da ETE

O cercamento das lagoas da ETE será composto por cerca com mourões de concreto, reto, espaçamento de 3,0 m, cravados 0,5 m, com 4 fios de arame farpado nº 14 e classe 250. Será instalado um portão de acesso de ferro, de abrir, tipo grade com chapa, com dimensões de 2,0 m de largura e 2,5 m de altura.

13.14.3 - Implantação de Placas de Sinalização

Ao longo das cercas implantadas, tanto perimetrais, quanto na ETE deverá ser realizada a fixação de placas de sinalização padronizadas com 50x40 cm pelo menos e produzidas em material resistente a exposição solar. A distribuição das placas deverá ser considerada em todas as divisas da propriedade, porém, densificada na borda sudoeste da área, nas proximidades da célula de disposição ativa de RSU.

Complementarmente devem ser sinalizados os poços de monitoramento com placas adequadas, já que as atualmente existentes já não têm mais condições de leitura visual em vista da longa exposição ao tempo.

Por fim, quanto a este item, recomenda-se a instalação de placas de sinalização de trânsito com alerta de curva sinuosa no trecho do acesso externo desde a rodovia SC-135 até o portão de acesso ao aterro sanitário.

13.15 - IMPLANTAÇÃO DO CORTINAMENTO VEGETAL (BARREIRA) PERIMETRAL

O Projeto de implantação do cortinamento/barreira vegetal no perímetro da área do aterro sanitário terá por objetivo reduzir o impacto visual da operação do empreendimento, constituir uma barreira física auxiliar na função de restringir o acesso externo e de evitar a dispersão de resíduos leves para as porções externas da área de disposição.

13.15.1 - Premissas de Projeto

A área de Projeto já está atualmente cercada em sua maioria por vegetação nativa de porte e espessura consideráveis que garantem um bom isolamento visual para a área em relação à visualização a partir das porções externas limdeiras ao terreno. Assim, nesses locais com vegetação já existente não será necessária a implantação de cortina vegetal.

No entanto, há pequenas porções das divisas sem vegetação implantada ou existente nas



nos limites. Nesses locais, principalmente na porção sudoeste da gleba deverá ser implantada a cortina vegetal para melhorar o isolamento visual e proteção ambiental do empreendimento. A abrangência da cortina vegetal, nas porções onde deve ser implantada consta na Figura 111, a seguir.



Figura 111 - Locais propostos para implantação da cortina vegetal no perímetro do empreendimento. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

13.15.2 - Procedimentos Técnicos e Executivos

Consideradas O cortinamento vegetal será implantado com espécies arbóreas e abrangerá a totalidade do perímetro do aterro, imediatamente após a cerca perimetral e inteiramente no interior da área de implantação do aterro sanitário.

O cortinamento vegetal será implantado com espécies arbóreas de eucaliptos (clone I144) em função do porte e crescimento rápido e abrangerá a porções do perímetro,



imediatamente após a cerca perimetral e inteiramente no interior da área de implantação do aterro sanitário. Em impossibilidade de eucalipto, as alternativas de vegetação são *Corymbia Citriodora* ou Nim Indiano. A cortina será implementada ao longo do empreendimento. O plantio das mudas deverá ocorrer de maneira intercalada, conforme a Figura 112 a seguir.

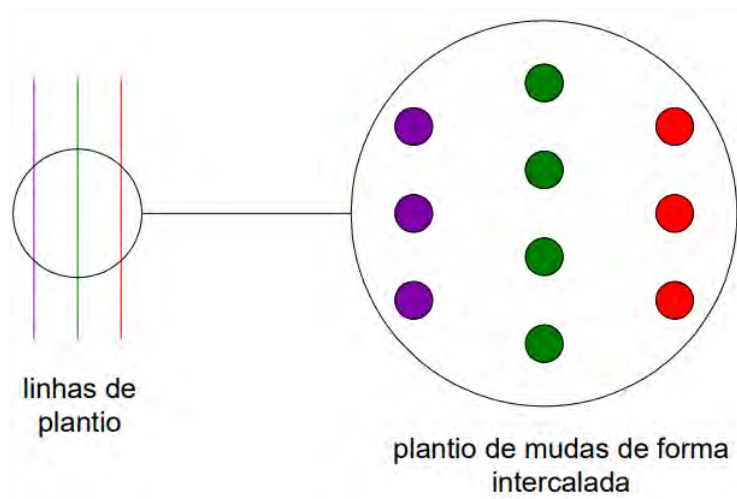


Figura 112 - Modelo esquemático de plantio intercalado para implantação do cortinamento vegetal. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

O espaçamento entre as mudas será de 5,0 metros e o espaçamento entre as linhas longitudinais será de até 3,0 metros, perfazendo entre 09 e 10 metros de largura de faixa no total.

O primeiro alinhamento de mudas, no sentido de dentro para fora do empreendimento (linha vermelha), é composto por plantios de árvore com altura de muda menor ou igual a 2,00 m; o segundo e terceiro alinhamento de plantio deverão ser com árvore de altura de maior que 2,00 m (verde e azul).

13.15.3 - Manejo da Cortina Vegetal

A principal ação de manejo para a cortina vegetal de eucaliptos é o combate às formigas cortadeiras. As formigas cortadeiras são as principais pragas que acometem o sucesso do plantio, com potencialidade de danos significativos. As espécies consideradas mais críticas são as do gênero *Atta*, mais conhecidas como saúvas, e as *Acromyrmex*.

O Quadro 26 abaixo indica as principais características que diferem os dois gêneros.



Quadro 26 - Diferenças entre os gêneros *Atta* e *Acromyrmex*. Fonte: Pedrosa-Macedo (1993).

Atta (Saúvas)	Acromyrmex (Quenquéns)
Operárias com 3 pares de espinhos dorsais.	Operárias com 4 a 5 pares de espinhos dorsais.
Tamanho maior de 12 a 15 mm	Tamanho menor de 8 a 10 mm
Ninhos grandes (muitas panelas)	Ninhos pequenos (1 ou 2 panelas)
Ninho com monte de terra solta aparente	Ninho sem monte de terra solta não aparente.
São mais ativas à noite e em dias nublados.	São mais ativas à noite e nas horas de temperatura amena do dia
Carreiros geralmente superficiais, com trilha limpa, e muitas vezes bastante longa. Terminam em olheiros, que nem sempre indicam a localização das panelas.	Carreiros podem ser superficiais ou subterrâneos e geralmente dão pistas para a localização do formigueiro.

As formigas serão combatidas em todas as fases do desenvolvimento da cortina, tanto na fase de pré-plantio, plantio e pós-plantio, pois o sucesso e o efetivo estabelecimento da nova cobertura implantada dependem consideravelmente deste tipo de ação.

O combate será realizado inclusive previamente em toda área de plantio e também no entorno, (bordaduras). Assim, a partir de verificação de campo em um período de 30 dias antes do plantio, deverá ser observada a existência de ninhos ao longo de todo o perímetro proposto para implantação da cortina vegetal. Quando identificados, os formigueiros devem ser extintos, pois somente um formigueiro é suficiente para provocar danos maiores que o tolerado em nível de perda aceitável em um único dia.

Após a verificação inicial, recomenda-se a vistoria semanal para os primeiros três meses após o plantio e, posteriormente, a vistoria mensal até que as mudas alcancem um porte onde este fator seja de risco irrelevante para a morte de planta.

O controle das formigas quando necessário poderá necessitar do uso de inseticidas. Este procedimento, por sua vez, deverá utilizar apenas itens que constem como regulares no registro do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para a cultura. Ainda para estes casos, devem ser observados alguns cuidados em relação à aplicação dos controles químicos, tais como: uso permanente de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) (*e.g.* vestimenta adequada, botas, luvas, máscaras, protetor visual) durante a aplicação, evitar as horas quentes do dia e não misturar o inseticida.

Na planta baixa do Anexo XIII consta a distribuição das cercas de isolamento e áreas de implantação de cortina vegetal complementar no entorno do perímetro do empreendimento.



13.16 - ELABORAÇÃO DA PLANTA DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO

Considerado o fato de que a ampliação do aterro sanitário será conduzida para a etapa de encerramento do empreendimento, serão contemplados poucos itens adicionais aos já existentes na infraestrutura futura, quais sejam:

- Uma nova célula de disposição de RSU denominada célula 2;
- Uma nova lagoa de contenção e tratamento de percolados além das já existentes;
- Sistemas de drenagem adicionais e complementares e conectados da melhor forma aos já existentes.

A configuração final dos elementos componentes da infraestrutura futura da área consta na planta do Anexo XIV.

14 - CÁLCULO DE ESTABILIDADE DOS MACIÇOS DE TERRA E DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DISPOSTOS

A modelagem geotécnica do maciço de resíduos da Célula 2 do Aterro Sanitário foi elaborada com o objetivo de estabelecer a estratigrafia e os parâmetros de resistência dos resíduos e subsolo de fundação, de forma a determinar os Fatores de Segurança da configuração final do maciço.

De maneira geral, os maciços dos aterros sanitários são compostos pela massa de RSU depositada, acrescida das camadas de solo utilizadas para a cobertura diária dos resíduos. Durante o processo de deposição, estes materiais são compactados, formando assim a **mistura de "resíduos sólidos + cobertura de solo diária"** que compõem o aterro.

14.1 - ESTUDO DA ESTABILIDADE GEOTÉCNICA

Estudos de composição gravimétrica indicam que o aumento do teor de matéria orgânica resulta em pesos específicos maiores, ao passo que maiores quantidades de papéis, papelão e plásticos ocasionam um valor menor.

O peso específico geralmente aumenta com a profundidade em consequência da compressão e recalques devidos à sobrecarga das camadas superiores. Estudos mostram que estes podem variar de cerca de 6kN/m^3 na superfície a até 12kN/m^3 , em profundidades mais elevadas (KAVAZANJIAN *et al.*, 1995). Outros autores entendem que, em aterros de resíduos sólidos urbanos brasileiros - RSU, as camadas inferiores podem atingir 15kN/m^3 .

Além do peso específico do material, outras propriedades essenciais para o estudo de estabilidade de taludes são as propriedades mecânicas dos materiais, ou seja, a resistência ao cisalhamento e compressibilidade. Estas são bastante influenciadas pelas



heterogeneidades inerentes aos resíduos brasileiros e sofrem alterações com as variações que ocorrem em função da decomposição, idade, condições de drenagem, assim como comportamento geomecânico de cada componente.

O trabalho de Singh & Murphy (1990) exibe um gráfico de coesão efetiva versus ângulo de atrito interno para representar os resultados de parâmetros de resistência para o RSU. Ademais, propõe uma faixa recomendada para parâmetros de resistência visando à elaboração de projetos por meio de compilação dos dados de ensaios de laboratório, campo e retroanálises disponíveis até então, como ilustra a Figura 113.

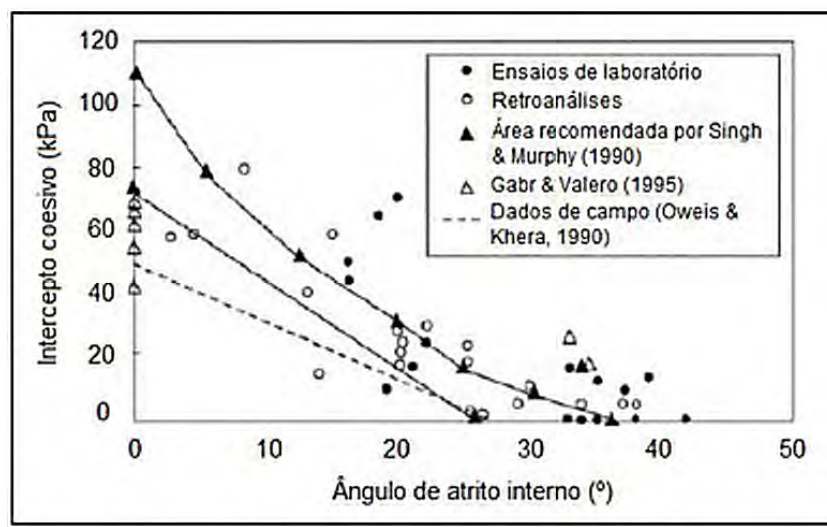


Figura 113 - Relação entre de coesão efetiva e ângulo de atrito interno do maciço de RSU. Fonte: Singh & Murphy (1990).

Em face ao exposto, e visando uma maior representatividade para o presente trabalho, aliado ao conservadorismo em função das incertezas inerentes ao tipo de resíduo, adotou-se uma parametrização variável para as camadas, sendo estas crescentes em função da profundidade, uma vez que, quanto mais profundo e antigo, melhores são suas condições de resistência.

Para o estudo em tela também foram considerados os parâmetros do solo de fundação e dos diques de partida dos maciços de resíduos, estes foram estimados com base nas análises *in situ* dos solos observados na região. Além dos materiais argilosos utilizados para a construção da base dos maciços ambas as células são recobertas em sua porção negativa (base + taludes laterais) por uma camada de geomembrana de PEAD - Polietileno de Alta Densidade, cujo os parâmetros são padronizados comercialmente.

O solo do local de construção da célula 2 pode ser caracterizado como de composição



argilosa.

Deve-se considerar que o solo de fundação da célula 2 será compactado, portanto os parâmetros de coesão e ângulo de atrito interno foram utilizados valores típicos para solos de composição argilosa conforme parâmetros apresentados no software de geotecnia Geo5.

Sobre o solo escavado e compactado da célula 2 serão instaladas as camadas de impermeabilização da base. O sistema de impermeabilização é composto por uma camada inicial de 1,00 metro de argila fortemente compactada. Sobre esta camada é instalada a geomembrana de PEAD com espessura de 1,50 mm e por fim é adicionado sobre a geomembrana mais uma camada de argila com 1,00 metro de espessura. Acima dessas camadas são depositados os resíduos sólidos. O peso específico da camada estratigráfica predominante no maciço é composto por: resíduos sólidos e cobertura diária de solo.

Para cálculos de volume, foi adotada a massa específica como 0,80 t/m³, semelhante ao cálculo da vida útil. Convertendo para quilo Newton por metro cúbico tem-se 7,845 kN/m³.

Para a análise de estabilidade foi considerado o solo de fundação em interface com a massa de resíduos e solo. Portanto, o modelo não considera os efeitos positivos da geomembrana de PEAD e do dique de ancoragem em material argiloso compactado. Logo, o modelo prevê o pior cenário sob o aspecto da estabilidade global.

O Quadro 27 apresenta os índices físico-mecânicos e espessura dos diferentes tipos de materiais que compõem os maciços de resíduos da célula 2 do aterro sanitário.

Quadro 27- Parâmetros geotécnicos para os diferentes tipos de solo e composições.
Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

Interface	Espessura Máxima do Maciço (m)	Peso Específico (kN/m ³)	Coesão Efetiva (kPa)	Ângulo de Atrito Interno (°)
Resíduos sólidos + camada de solo de cobertura	0 a 13	7,845	15,0	25,0
Solo de fundação (argila arenosa)	-	15,24	14,00	24,50

Por fim, quando ocorrer o encerramento operacional da célula, executa-se a impermeabilização superior por meio do conjunto das camadas de 30 cm de argila e 20 cm de solo orgânico, além de cobertura de grama em placas.

Para a verificação da estabilidade geotécnica das seções foram executadas análises de estabilidade com uso do *software* Geo5, do grupo *Fine*. Neste modelo é possível aplicar diferentes métodos de análise geotécnica de acordo com o Fator de Segurança. A metodologia de verificação de acordo com o "Fator de Segurança" é a verificação da



estabilidade de estruturas mais antiga e mais utilizada na bibliografia específica. As principais vantagens são a sua simplicidade e praticidade. O Fator de Segurança (FS) é calculado da seguinte forma.

$$FS = \frac{X_{pas}}{X_{act}} > FS_{requerido}$$

Onde: FS = fator de segurança computado;

X_{pas} = variável resistente (força resistente, resistência, capacidade);

X_{act} = variável desestabilizadora (força de deslizamento, tensão);

FS_{req} = fator de segurança requerido/mínimo.

Como no Brasil não existem normas técnicas consagradas para o estudo de estabilidade de taludes de maciços de resíduos sólidos urbanos de fácil aplicação à Aterros Sanitários, neste estudo foi utilizada como base a Norma Técnica NBR 11.682/09 que trata sobre Estabilidade de Taludes em Solos. A mesma estabelece critérios e prevê níveis de segurança desejados contra perda de vidas humanas e contra danos materiais e ambientais devido a possíveis escorregamentos de maciços.

A NBR 11.682/09 define o fator de segurança mínimo de 1,50 para projetos executados em locais com grau de segurança alto, 1,30 para projetos executados em locais com grau de segurança médio e 1,15 para projetos executados em locais com grau de segurança baixo, conforme as seguintes especificações:

- Locais com necessidade de alto grau de segurança são aqueles onde há proximidade imediata de edificações habitacionais, instalações industriais, obras de arte, condutos, linhas de transmissão de energia, torres de sistemas de comunicação, obras hidráulicas de grande porte, estações de tratamento de água de abastecimento urbano ou esgoto sanitário, rodovias e ferrovias dentro do perímetro urbano de cidades de grande porte, vias urbanas e rios e canalizações pluviais em áreas urbanas densamente ocupadas e situações similares;
- Locais com necessidade de médio grau de segurança, referentes a todos os casos citados anteriormente quando houver, entre o talude e o local a ser ocupado, espaço de utilização não permanente considerado como área de segurança. Também no caso de haver proximidade de leito de ferrovias e de rodovias fora do perímetro urbano, corpo de diques de reservatórios de águas pluviais com habitações próximas e rios em áreas imediatamente a jusante do perímetro urbano de cidades de grande porte sujeitas a inundações;



- Locais com necessidade de baixo grau de segurança, referentes a locais onde sejam instituídos procedimentos capazes de prevenir acidentes em rodovias, tuneis em fase de escavação, minas, bacias de acumulação de barragens e canteiros de obras em geral.

Correlacionando os níveis de risco descritos anteriormente com o entorno do maciço de resíduos da futura célula 2 do aterro sanitário, temos que não há nenhum elemento de grande relevância que justifica-se o utilização de um fator de segurança considerado de alto risco, contudo, mesmo não havendo proximidade da célula com edificações e riscos a vida humana será considerado para o maciço da célula 2 o fator mínimo de segurança de 1,50 correspondendo ao alto grau segurança.

A saturação do aterro é outro parâmetro de relevante importância para a instabilidade do maciço, o qual foi considerado neste estudo através do parâmetro de poropressão (ru). Para simular a influência da saturação no fator de segurança dos maciços analisados foram realizadas diversas simulações. Para cada simulação foi considerado um aumento gradual de 0,5 pontos nos valores de saturação. Os intervalos de saturação iniciaram com valores de $ru=0$ indicando o talude totalmente seco, e foram encerrados quando a simulação apresentou um fator de segurança abaixo do valor de 1,50 o qual foi determinado como fator de segurança mínimo.

Esta medida foi adotada para melhor simular as condições de ruptura do maciço em diferentes níveis de saturação, tendo em vista possíveis falhas na drenagem interna de lixiviado. Para Bishop & Morgenstern (1960) a introdução do parâmetro ru , representa uma maior precisão na geração de poropressões construtivas. A expressão do parâmetro ru é dada por:

$$ru = \frac{u}{\gamma h}$$

Onde h é a profundidade do ponto na massa de solo e γ é a massa específica no solo. As soluções gerais se baseiam na condição de que o parâmetro ru é constante ao longo da seção transversal do talude.

De modo geral o talude de um maciço de resíduos é submetido a três diferentes campos de forças: (i) forças ocasionadas pelo escoamento da água, (ii) forças ocasionadas pelo cisalhamento e (iii) e forças ocasionadas pelo peso dos materiais que compõem o maciço. Portanto para que não ocorra a ruptura dos taludes estas três forças devem estar em



equilíbrio, visto que o peso dos materiais e o escoamento de água somado a gravidade levam ao deslizamento do talude.

14.1.1 - Localização das Seções de Estudo

Para o estudo de estabilidade foram utilizadas duas seções de análise conforme parâmetros referentes ao projeto de alteamento proposto. O critério de definição das seções foi visual com base nos maiores volumes positivos, inclinação e altura dos taludes formados. A localização das seções estudadas é apresentada na Figura 114 a seguir.

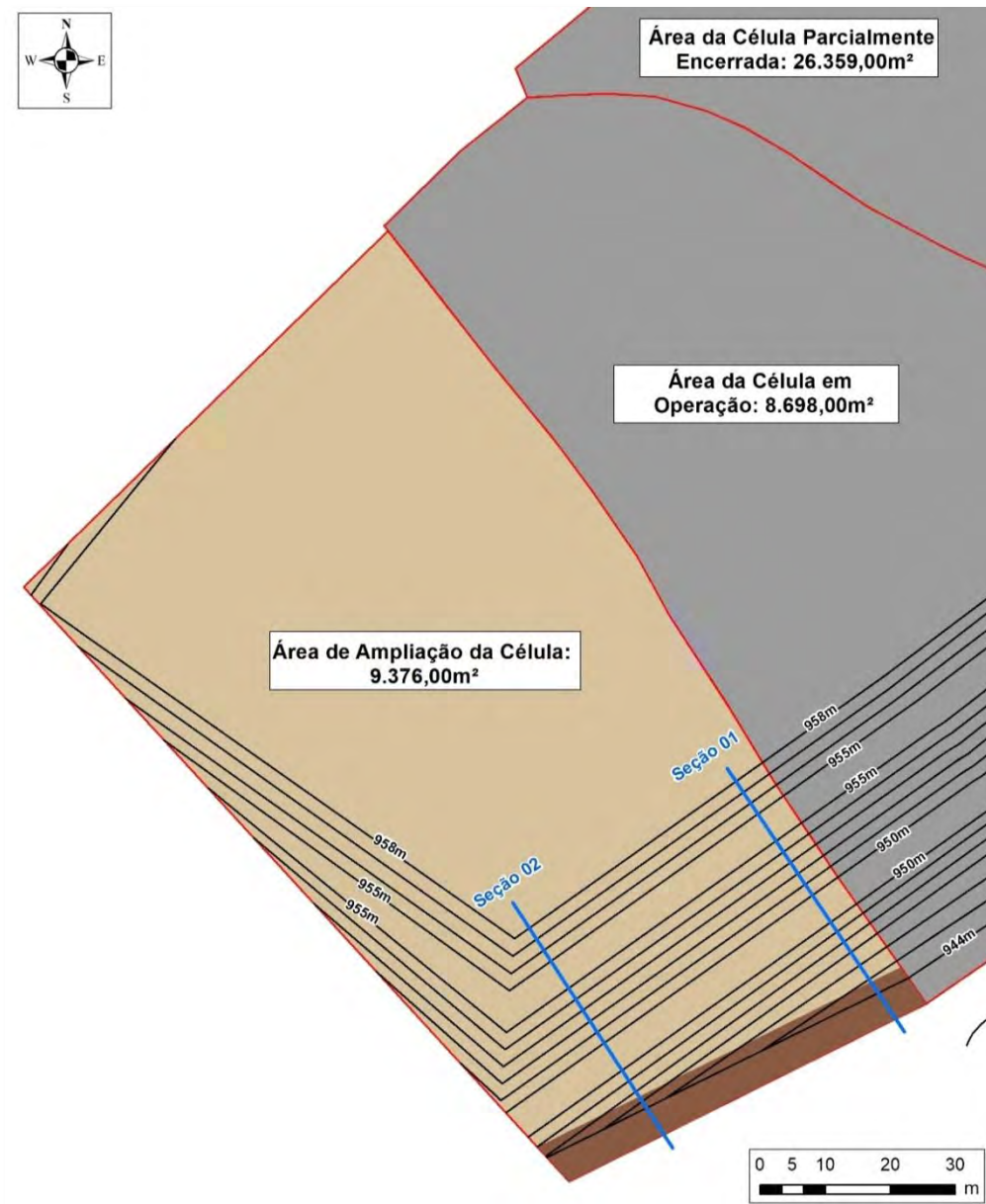


Figura 114 - Locação das seções potencialmente críticas no maciço de resíduos da célula 2. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.



14.1.2 - Resultados das Simulações

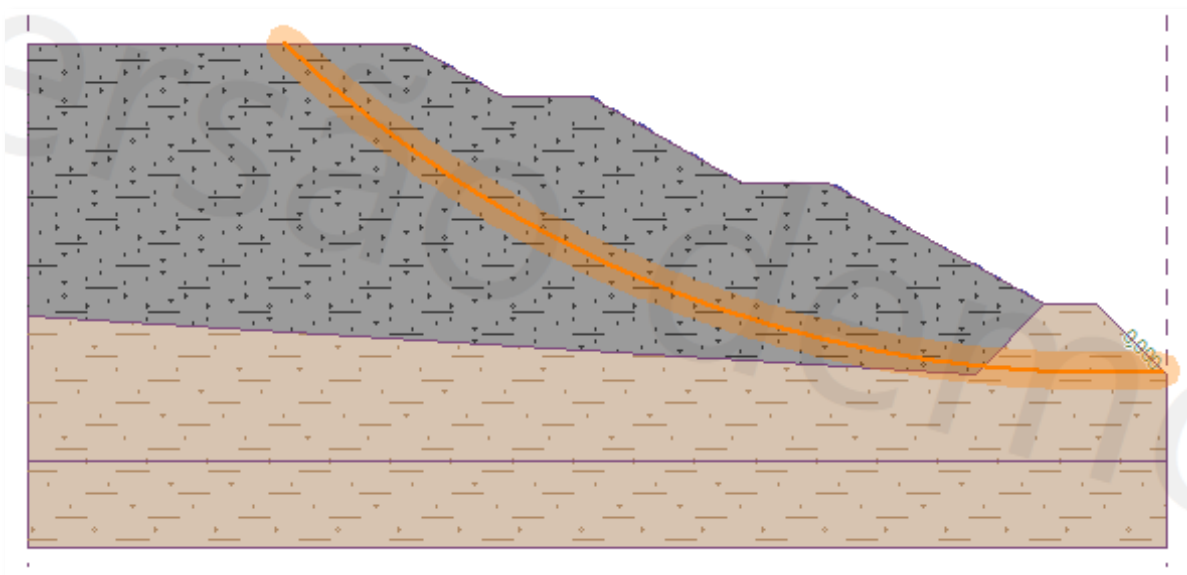
Para a realização dos cálculos de estabilidade deve-se considerar um tipo preferencial de ruptura potencial esperada e assim determinar o método de simulação mais adequado. Para este estudo foi considerado o tipo de ruptura circular e as análises serão realizadas considerando os métodos de Bishop e Spencer.

Os parâmetros utilizados para os taludes de alteamento projetados são os seguintes:

- Inclinação dos taludes: 1H:2V;
- Altura dos taludes: 5,0m;
- Largura das bermas: 5,0m.

14.1.2.1 - Seção 01

Seção crítica longitudinal de ruptura circular simulada para o maciço de resíduos construído entre a cota as cotas 944 m a 958 m, com altura de 14 m, conforme apresentado na Figura 115.



**Figura 115 - Linha de tendência ruptura circular calculada pelo modelo para simular o fator de segurança do talude projetado na seção 01 do maciço resíduos da célula 2.
Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.**

No Quadro 28 a seguir são apresentados os resultados das simulações realizadas considerando o aumento progressivo no grau de saturação do maciço até atingir o fator de segurança mínimo estabelecido.



Quadro 28- Resultados da simulação de estabilidade realizada para a seção 01. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

Método de Análise	Saturação (ru)	Fator de Segurança Mínimo Estabelecido	Fator de Segurança Calculado	Estabilidade do Talude Projetado
Bishop	0,00	1,50	2,53	Verifica
	0,05	1,50	2,45	Verifica
	0,10	1,50	2,36	Verifica
	0,15	1,50	2,28	Verifica
	0,20	1,50	2,19	Verifica
	0,25	1,50	2,11	Verifica
	0,30	1,50	2,03	Verifica
	0,35	1,50	1,94	Verifica
	0,40	1,50	1,86	Verifica
	0,45	1,50	1,77	Verifica
	0,50	1,50	1,69	Verifica
	0,55	1,50	1,57	Verifica
	0,60	1,50	1,48	Não Verifica
Spencer	0,00	1,50	2,53	Verifica
	0,05	1,50	2,45	Verifica
	0,10	1,50	2,36	Verifica
	0,15	1,50	2,28	Verifica
	0,20	1,50	2,19	Verifica
	0,25	1,50	2,11	Verifica
	0,30	1,50	2,02	Verifica
	0,35	1,50	1,94	Verifica
	0,40	1,50	1,86	Verifica
	0,45	1,50	1,77	Verifica
	0,50	1,50	1,66	Verifica
	0,55	1,50	1,57	Verifica
	0,60	1,50	1,48	Não Verifica

14.1.2.2 - Seção 02

Seção crítica longitudinal de ruptura circular simulada para o maciço de resíduos construído entre a cota as cotas 946 m a 958 m, com altura de 12 m, conforme apresentado na Figura 116.

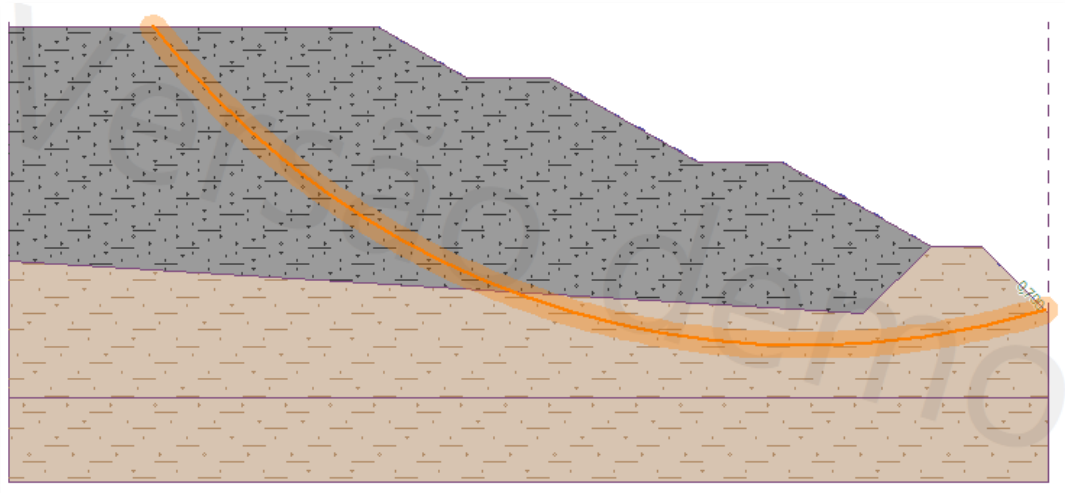


Figura 116 - Linha de tendência ruptura circular calculada pelo modelo para simular o fator de segurança do talude projetado na seção 02 do maciço resíduos da célula 2.
Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

No Quadro 29 a seguir são apresentados os resultados das simulações realizadas considerando o aumento progressivo no grau de saturação do maciço até atingir o fator de segurança mínimo estabelecido.

Quadro 29- Resultados da simulação de estabilidade realizada para a seção 02. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

Método de Análise	Saturação (ru)	Fator de Segurança Mínimo Estabelecido	Fator de Segurança Calculado	Estabilidade do Talude Projetado
Bishop	0,00	1,50	2,76	Verifica
	0,05	1,50	2,67	Verifica
	0,10	1,50	2,59	Verifica
	0,15	1,50	2,50	Verifica
	0,20	1,50	2,41	Verifica
	0,25	1,50	2,33	Verifica
	0,30	1,50	2,24	Verifica
	0,35	1,50	2,15	Verifica
	0,40	1,50	2,06	Verifica
	0,45	1,50	1,98	Verifica
	0,50	1,50	1,89	Verifica
	0,55	1,50	1,75	Verifica
	0,60	1,50	1,65	Verifica
	0,65	1,50	1,59	Verifica
0,70	1,50	1,47	Não Verifica	



Método de Análise	Saturação (ru)	Fator de Segurança Mínimo Estabelecido	Fator de Segurança Calculado	Estabilidade do Talude Projetado
Spencer	0,00	1,50	2,76	Verifica
	0,05	1,50	2,67	Verifica
	0,10	1,50	2,58	Verifica
	0,15	1,50	2,50	Verifica
	0,20	1,50	2,41	Verifica
	0,25	1,50	2,32	Verifica
	0,30	1,50	2,24	Verifica
	0,35	1,50	2,15	Verifica
	0,40	1,50	2,06	Verifica
	0,45	1,50	1,98	Verifica
	0,50	1,50	1,85	Verifica
	0,55	1,50	1,71	Verifica
	0,60	1,50	1,60	Verifica
	0,65	1,50	1,59	Verifica
	0,70	1,50	1,47	Não Verifica

14.2 - CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos nas simulações dos fatores de segurança são apresentadas as seguintes considerações:

- Foi adotado como fator de segurança mínimo para o estudo o valor de 1,50, o qual segundo a NBR 11.682/09² define como valor com alto grau de segurança;
- Além da altura e inclinação, a saturação do maciço é um dos principais parâmetros a serem considerados nas simulações. Para o estudo em tela, foram considerados vários cenários de saturação até as simulações atingirem a instabilidade do maciço ($FS < 1,50$);
- Os fatores de segurança simulados com valores de $FS > 1,50$ apresentam elevado grau de segurança. Os valores simulados com valores $FS < 1,50$ apresentam grau de segurança insatisfatório, não atendendo aos requisitos de segurança determinados;
- Nas seções dos taludes projetados do maciço de resíduos da célula 2 verifica-se que todas apresentaram estabilidade e seguridade. O fator de segurança é superior a 1,50 quando o intervalo de poropressão variam entre (0 a 0,60) para a seção 01 e de (0 a 0,70) para a seção 02. Portanto, graus de saturação acima de 0,60 e 0,70 apresentaram instabilidade para o maciço e valores do $FS < 1,50$;

² Estabilidade de taludes.



- Nesse caso, ressalta-se a importância de manter a drenagem de lixiviado em perfeito funcionamento, assim como o posicionamento dos drenos de gás e geometria/conformação dos taludes conforme projetado, para promover um baixo grau de saturação e controle das pressões neutras produzidas pelo lixiviado e gases, a fim de garantir um elevado fator de segurança para os taludes.
- Recomenda-se que ao longo do preenchimento da célula 2 devem ser realizadas medições topográficas nos marcos de referência para monitoramento de possível recalque no maciço. Os responsáveis pela operação devem verificar com frequência possíveis erosões, trincas/fissuras, afundamentos, inchamentos, enrugamentos no maciço, além da periódica manutenção nos dispositivos de drenagem.

15 - PLANO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Considerado o escopo contratual, seguem em continuação os principais itens necessários ao adequado desenvolvimento das atividades de operação e manutenção do aterro sanitário até o encerramento da vida útil do empreendimento.

A operação do aterro sanitário será embasada em ações logicamente encadeadas que abrangerão desde o recebimento dos resíduos até a disposição final desses materiais em célula devidamente preparada para tanto. Com intuito de promover a adequada gestão destas operações, foram estruturados Programas constituídos por ações onde constam as diretrizes gerais que irão organizar e controlar os procedimentos diários conduzidos na área do aterro sanitário.

Na Figura 117 consta a síntese da sequência do processo operacional do aterro sanitário, desde a recepção até a disposição final na célula.



Figura 117 - Fluxograma operacional do processo desde a recepção até a compactação dos resíduos dispostos na célula ativa. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

A partir destas premissas e considerado o Termo de Referência que orienta os serviços, a seguir estão descritos os principais procedimentos operacionais vinculados a cada etapa do processo que será desenvolvido no aterro sanitário.

15.1 - DIRETRIZES DA GESTÃO TÉCNICO-ADMINISTRATIVA DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DO EMPREENDIMENTO QUE REGULA A OPERAÇÃO

A operação do Aterro Sanitário deverá seguir estritamente os preceitos estabelecidos no processo de licenciamento ambiental vinculado às licenças ambientais obtidas, bem como deverá se ater ao atendimento das condições e restrições listadas nas respectivas licenças e na legislação vigente incidente sobre o tema. Estes pressupostos nortearão a gestão técnico-administrativa o licenciamento ambiental e permitirão a adequada operação do



empreendimento.

Sob este prisma, o empreendedor será responsável por manter as condições operacionais adequadas e responderá por quaisquer danos ao meio ambiente decorrentes da má operação do empreendimento. Deverá informar, também, que caso venha a ocorrer alteração nos atos constitutivos relativos ao empreendimento, a empresa apresentará, imediatamente, cópia dos mesmos ao órgão licenciador e que as Licenças Ambientais obtidas estarão disponíveis no local da atividade licenciada para efeito de fiscalização.

O empreendedor encaminhará ao órgão licenciador de conclusão das obras e das células encerradas, bem como todos os Laudos Técnicos e Relatórios acompanhados de levantamento fotográfico das etapas executadas, conforme considerado mais adequado pelo responsável técnico pela operação.

Todos os projetos propostos e os respectivos procedimentos operacionais correlatos terão a sua implementação sob responsabilidade de profissionais responsáveis técnicos devidamente qualificados e diretamente envolvidos na implantação.

15.2 - PROGRAMA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO PARA ACESSO DE PESSOAS E VEÍCULOS, RECEBIMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS

Em sequência são descritas as atividades operacionais e de manutenção gerais associadas ao controle de acesso, recepção e disposição final dos resíduos sólidos urbanos.

15.2.1 - Controle de Acesso

Na área do Aterro Sanitário somente poderão ter acesso pessoas, veículos e equipamentos que previamente tenham sido identificados e cadastrados junto ao setor administrativo do empreendimento.

Realizado o procedimento de cadastro, somente poderão acessar o sítio funcionários devidamente identificados da Prefeitura Municipal, da empresa operadora do Aterro Sanitário, prestadores de serviço e consultores contratados pelo operador do aterro e funcionários dos órgãos de fiscalização e licenciamento ambiental.

Todo o fluxo será realizado unicamente por uma entrada, com portão de acesso já implantado, situado ao lado da área de recepção e balança de pesagem.

O cercamento e a sinalização de advertência a ser implantada servirão como forma de controle nas divisas da gleba.



15.2.2 - Recepção e Recebimento dos Resíduos

O recebimento dos resíduos se dá apenas em um único local do Aterro Sanitário onde está implantada a portaria e a balança de pesagem e o respectivo setor administrativo. Neste setor ocorrerá a admissão dos caminhões coletores/transportadores, com a respectiva pesagem e posterior liberação para transitar até a frente de trabalho da célula ativa de disposição de resíduos.

Após a pesagem será efetuado o registro da placa do veículo, do município de origem e da respectiva tonelagem transportada, em sequência, o veículo será autorizado a se deslocar até a célula ativa.

Os registros periodicamente serão organizados para possibilitar a montagem da tabela de recebimento mensal de resíduos que é obrigatoriamente encaminhada ao órgão licenciador e para demais controles internos da empresa.

No momento do acesso deverá ser efetuada a inspeção visual da carga no intuito de tentar identificar resíduos não domiciliares, tais como lâmpadas, pneus, resíduos hospitalares e outros não aceitos. No caso de identificação desses materiais deverá ser feita a separação e não permitir a disposição na célula, sendo obrigatória a retirada do material no mesmo veículo em que foi conduzida.

15.2.3 - Destinação Prevista Para Resíduos Recebidos Fora das Especificações

Os resíduos recebidos fora das especificações serão, sempre que possível, coletados e segregados em área de disposição temporária. Quando o volume alcançar o capaz de ser transportado, deverão ser então encaminhados para área de destinação final devidamente licenciada e compatível com as tipologias identificadas.

15.3 - PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DOS ACESSOS INTERNOS

Este item descreve os procedimentos operacionais para a necessidade de manutenções preditivas e corretivas ao longo do acesso principal e dos acessos internos (caminhos de serviço) do empreendimento. Como premissa, observará que o acesso principal e os acessos internos apresentem sempre condições adequadas de trafegabilidade.

15.3.1 - Atividades de Manutenção dos Acessos Internos

Os acessos devem manter piso firme, preferencialmente formado por brita e saibro compactado, macadame ou apenas brita, conforme a disponibilidade. A pista deve manter abaulamento e inclinação para as laterais que permita o deslocamento e a condução do fluxo



das águas pluviais; não devem ocorrer depressões acentuadas que causem acúmulo indesejado da água. As sarjetas (valetas) devem ser periodicamente reconformadas e abertas; sendo a manutenção periódica dessas condições função precípua do encarregado do Aterro.

Para avaliação da qualidade e necessidade de manutenção do sistema viário deverão ser realizadas inspeções ao longo dos acessos, com frequência quinzenal. Nas inspeções será verificado:

- O estado do piso dos acessos;
- As condições de drenagens das laterais (valetas);
- A existência de buracos, ondulações ou costeletas;
- A existência de pontos de alto risco de derrapagem;
- A dispersão de resíduos sólidos na superfície do terreno;
- A existência de pontos de risco mal sinalizados ou em presença de queda ou escorregamento de taludes ou blocos;
- A acumulação de poeira;
- Ocorrência de óleos ou graxas advindos de vazamentos;
- A adequação do posicionamento e dimensões da sinalização, bem como a ocorrência de danos nos dispositivos.

Todos os pontos que necessitem de reparos serão identificados quando da realização das vistorias. Caso seja detectado algum dos pontos supramencionados, será efetuada, imediatamente, a comunicação ao encarregado, para que seja providenciada a correção com a maior brevidade possível. Especial atenção será dispensada aos acessos até a frente de trabalho em uso, que serão os mais exigidos durante o processo operacional. Assim, para permitir o trânsito adequado dos caminhões transportadores até a frente de trabalho, será necessário o monitoramento e a observação diária. Durante o período chuvoso, cuidados específicos serão dispensados à manutenção destes acessos, com vistas à manter estoque suficiente de material granular e agregados, para a sua rápida recomposição.

Quando ocorrerem períodos longos de falta de chuva em que vierem a se formar camadas de material terrígeno fino nos acessos e, conseqüentemente, ocorram nuvens de poeira advindas do tráfego de caminhões, será adotada como medida de controle a aspersão de água com caminhão pipa sobre os acessos, de forma a umidificar as vias principais e os acessos de serviço e minimizar a formação de nuvens de poeira.

Por último, algumas ações complementares devem ser permanentemente implementadas:



- Fiscalização de controle da velocidade média dos veículos envolvidos no transporte dos resíduos;
- Acompanhamento visual da emissão de poeira;
- Verificação da disponibilidade de materiais para cobertura dos resíduos e para eventuais contenções caso ocorram acidentes.

15.3.2 - Manutenção da Sinalização dos Acessos e da Área de Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos

Mensalmente deverá ser efetuada vistoria geral nas placas de sinalização para identificação de eventuais depredações, danos, quedas ou outros eventos negativos; caso sejam identificados fatos dessa natureza deve ser informado ao encarregado para que providencie a substituição no menor prazo possível.

Novas placas ou outros elementos de sinalização devem manter a mesma identidade visual já existente.

15.4 - PROGRAMA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO GERAL E DAS INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

Este Programa será composto por ações constantes de zeladoria, limpeza e jardinagem da área de balança, recepção, frente ativa de disposição de resíduos, cercas perimetrais, ETE, acessos internos e cortina vegetal. Nessa atividade será realizada a inspeção visual do local e definição de necessárias intervenções relacionadas à manutenção das adequadas condições de uso das edificações, estruturas de apoio, máquinas e equipamentos.

Também tratará da coleta permanente, se possível, diária, de resíduos dispersos na área, principalmente de ocorrência fora da célula de disposição de resíduos, inclusive no entorno externo ao aterro sanitário.

15.5 - PROGRAMA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO PARA MOVIMENTAÇÃO DE TERRA E RESÍDUOS NO INTERIOR DO ATERRO SANITÁRIO

No Aterro Sanitário não haverá formatação de área de bota-espera. Assim, em vista do processo operacional que indica a escavação progressiva e implantação de cada etapa da célula 2 o material resultante da escavação será utilizado para cobertura e finalização da etapa anterior, como já ocorre atualmente na operação.

Nesse sentido a movimentação de terra e resíduos, além de se restringir à área interna da gleba será de pequena monta e frequência diária.

A atividade de manutenção conseqüentemente associada constará de inspeção visual ao longo das bordas da célula, dos limites da área de disposição ativa e dos acessos internos,



com intuito de possibilitar a verificação de ocorrência de pilhas de resíduos ou material terrígeno inadequadamente dispostos. Quando da identificação de ocorrências dessa natureza deverá se proceder, no menor prazo possível a regularização do local, com a remoção e destinação adequada dos resíduos na frente de serviço ativa e do material terrígeno para a cobertura dos resíduos ou outra atividade necessária.

15.6 - PROGRAMA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO PARA MOVIMENTAÇÃO DE VEÍCULOS NO INTERIOR DO ATERRO SANITÁRIO

Não haverá oficina de manutenção no interior da área do aterro sanitário, assim, essa atividade corresponderá apenas a pequenas atividades possíveis de serem feitas no local sem maior aporte de ferramental e equipamentos de apoio. Ações específicas de manutenção técnica e mecânica de maior porte deverão ser realizadas em oficinas especializadas fora da área do aterro.

Também não está prevista a construção de garagem no local em vista da utilização constante e diária dos equipamentos utilizados na operação.

Consideradas estas premissas o Programa será concatenado em duas ações principais:

15.6.1 - Manutenção e Limpeza dos Veículos e Equipamentos Envolvidos nas Atividades de Operação do Aterro Sanitário

A manutenção, organização e limpeza de veículos, máquinas e equipamentos correlatos às operações diárias do Aterro Sanitário serão efetuadas periodicamente, de maneira a manter a integral capacidade operativa de todos estes itens. Para tanto, serão observados os seguintes procedimentos:

- Será efetuada semanalmente uma inspeção dos veículos e equipamentos relacionados à operação do aterro, com a finalidade de verificar a necessidade de manutenção preditiva ou corretiva.
- Com relação à limpeza dos veículos e equipamentos que servem à área, se procederá semanalmente uma limpeza geral, quando também serão efetuados os pequenos reparos complementares necessários para conservá-los e garantir a eficiência dos trabalhos.
- Especial atenção será dispensada aos pontos potenciais de vazamento de óleos, graxas e combustível, com intuito de minimizar o potencial de vazamentos para o solo ou recursos hídricos.
- Será verificada também de maneira permanente a vedação e a conservação dos equipamentos utilizados para o acondicionamento dos resíduos durante o



transporte, os quais serão vistoriados periodicamente para identificação de problemas operativos. Quando forem identificados problemas, estes serão imediatamente comunicados à empresa transportadora de resíduos ou fornecedora de equipamentos, para que providenciem o reparo, sendo registrada nota de ressalva para verificação quando do próximo acesso desse equipamento a área.

- Por fim, deverá ser realizada a manutenção periódica dos motores veículos e equipamentos com intuito de reduzir a emissão de gases poluentes.

15.6.2 - Abastecimento de Veículos e Equipamentos

Não será permitido executar o abastecimento de veículos ou equipamentos na área do Aterro Sanitário.

15.7 - PROGRAMA DE OPERAÇÕES DE PESAGEM DE CAMINHÕES, MANUTENÇÃO, AFERIÇÃO E OPERAÇÃO DA BALANÇA RODOVIÁRIA

Este Programa tratará da continuação de contratação de serviço especializado de aferição e manutenção da balança de pesagem, nos moldes já atualmente realizados na operação local. Se houver identificação de falhas de funcionamento ou desconformidade na aferição, no escopo do Programa estará a contratação de empresa especializada em manutenção de equipamentos dessa natureza para sanar as falhas identificadas no menor tempo possível.

15.8 - PROGRAMA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO PARA DESCARGA, FRENTE DE OPERAÇÃO PRINCIPAL E RESERVA PARA DIAS CHUVOSOS, ATERRAMENTO, ESPALHAMENTO, COMPACTAÇÃO E RECOBRIMENTO DIÁRIO E FINAL DOS RESÍDUOS

15.8.1 - Deslocamento até a Célula 2

Em sequência à passagem pela área de recepção e liberação da carga, os resíduos serão transportados até a célula ativa pelo caminho de serviço indicado como acesso liberado até a frente de disposição ou frente de serviço.

15.8.2 - Descarga dos Resíduos na Célula 2

Após a entrada do veículo transportador na área de disposição onde está localizada a frente de trabalho na célula, ocorrerá o basculamento para descarga do volume contido de resíduos. Esta atividade deverá ser coordenada pelo encarregado da operação que indicará o local de descarga, o qual, preferencialmente, estará delimitado por marcadores físicos.



15.8.3 - Regularização, Compactação e Cobertura Progressiva das Pilhas de Resíduos

Os procedimentos operacionais relacionados a estas atividades são os seguintes:

- Logo após a descarga dos resíduos na célula entrará em ação o trator de esteira, o qual será utilizado para regularização e compactação dos resíduos da frente de trabalho ativa. Para alcançar o nível ótimo de compactação serão desenvolvidas pelo menos três passadas e idealmente seis passadas sobre a pilha de resíduos.
- Em sequência, após a regularização e compactação, ocorre a cobertura dos resíduos com material argiloso disponível na própria área licenciada. Este procedimento trará três benefícios essenciais: o primeiro é evitar a propagação de vetores tais como insetos (essencialmente moscas) e pássaros sobre as pilhas de resíduos e, concomitantemente, gerará espaço de disposição para implantação das células futuras do aterro; por fim, auxiliará na redução da permeabilidade do maciço de resíduos, com o que reduzirá a percolação de águas pluviais e, conseqüentemente, diminuirá a produção de percolados que necessitam de tratamento.

As camadas de argila de cobertura variam entre 10 cm e 20 cm de espessura após a compactação e a regularização, sendo esta espessura adequada e suficiente para o propósito de isolamento da superfície do aterro.

Com intuito de propor a discussão ao órgão ambiental, em função do elevado grau de isolamento da área e da baixa incidência de vetores observada ao longo de todo o período de operação no local, solicita-se avaliar a possibilidade de utilizar a frequência de cobertura com material argiloso **semanal**, o que possibilitaria um ganho de volume útil na área, sem ocasionar maior impacto ambiental negativo.

Caso a cobertura seja realizada com frequência diária, o volume de material terrígeno inerte a ser inserido no aterro sanitário por esta atividade será 05 vezes maior, com adição de 49.154,15 m³ de material (já que a operação no local ocorre desde a segunda-feira até o sábado de cada semana), ao invés de 9.830,83 m³ conforme previsto na determinação da vida útil futura do aterro sanitário. Destaque-se que este volume, eventualmente adicionado pela cobertura diária é considerado muito elevado para a área e porte em questão.

Esta proposta de readequação, caso aprovada pelo órgão ambiental, deverá ser monitorada por um período de seis meses, com envio de relatórios mensais para verificação da eficácia do aumento da frequência de cobertura das pilhas de resíduos na célula ativa.



Por fim, após a distribuição da cobertura de solo argiloso ocorrerá um novo processo de compactação/regularização conduzido pela passagem do trator de esteira sequencialmente até alcançar um patamar considerado adequado para a continuidade da operação no próximo dia de trabalho. No caso de ser possível o espaçamento da colocação de solo de cobertura, todos os outros procedimentos de regularização e compactação serão mantidos de maneira permanente na célula em consonância com a disposição diária de resíduos sólidos.

15.8.4 - Dimensionamento e Número de Frentes de Serviço

Será observado permanentemente o procedimento de adoção de “frente de serviço mínima possível”, com compactação diária dos resíduos, de modo a garantir o manejo adequado dos mesmos. Ainda, dever-se-á manter na operação normal do aterro sanitário apenas uma frente única de serviço onde ocorrerá a disposição final dos resíduos. Admitir-se-á mais de uma frente de serviço apenas em períodos de chuva prolongada ou eventos de chuva crítica que impeçam a chegada à frente que vinha sendo utilizada, sendo então estabelecida uma nova frente temporária até que ocorra o final do evento chuvoso e seja possível restabelecer o acesso à frente normal de operação.

15.8.5 - Implantação Progressiva da Geomembrana nas Paredes Laterais

Concomitantemente ao preenchimento das células deve ser implantada geomembrana de PEAD de 1,5 mm de espessura nas paredes laterais da célula para garantir da proteção do solo natural e recursos hídricos. Previamente à implantação, no caso de ocorrência de irregularidades na superfície do talude deve ser adicionada camada de argila compactada à parede da célula para permitir o adequado assentamento da geomembrana. Na parte superior da célula deve ser escavada vala com largura e profundidade suficiente para permitir o ancoramento da extremidade da geomembrana, a qual deve ser preenchida com material terrígeno e pedra rachão e, após, compactada. Na porção do terreno natural deve ser estruturado um pequeno levante que permita a formação de uma barreira auxiliar na contenção das águas pluviais. A instalação da geomembrana deve seguir concomitantemente ao preenchimento da célula ativa, com instalação de um patamar adiantado em relação ao nível de base dos resíduos.

15.8.6 - Medidas Especiais Para Operação em Épocas Chuvosas

Principalmente no período mais chuvoso do ano, serão tomadas medidas para manter a eficiência operativa da área e a minimização de riscos inerentes à operação nessas condições



meteorológicas. Assim, serão implementadas as seguintes ações:

- Redução no tempo de vistoria dos acessos internos com vistas à identificação de problemas;
- Implementação de um estoque de material de cobertura, de material granular para dreno e de brita e cascalho para possíveis reparos que ficará contido dentro da área de operação da célula, próximo da frente de trabalho ativa;
- Redução no tempo de vistoria do sistema de drenagem superficial e de percolados;
- Redução no tempo de vistoria do sistema de tratamento de efluentes;
- Redução no tempo de vistoria dos sistemas de sinalização e iluminação;
- Outras medidas específicas conforme ocorram fatos relevantes nos períodos de chuva extrema.

15.9 - PROGRAMA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO PARA EXECUÇÃO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM DO PROJETO DO ATERRO

Este Programa contemplará a inspeção visual semanal das canaletas de drenagem de águas pluviais existentes nas bermas, taludes e perímetro da área de disposição de resíduos. Identificada a necessidade de reparo ou substituição advinda de rompimentos, colmatação, saturação por sedimentos ou outros, deverá se proceder a desobstrução por limpeza ou a troca do segmento afetado e a formatação de nova e adequada conexão ao sistema existente, de maneira a garantir a plena drenabilidade das águas pluviais.

No que diz respeito à drenagem de chorume, a avaliação da eficácia do sistema será realizada a partir da verificação visual das caixas de inspeção associadas ao dreno testemunho. Quando da identificação de quantidades muito pequenas de chorume em qualquer das caixas de inspeção será imediatamente iniciado o processo de verificação da área de drenagem daquela estrutura e definição da forma de remoção lateral dos resíduos para início dos reparos que garantam a continuação da correta drenabilidade, com posterior reconformação do dreno.

No que diz respeito à drenagem de gases, será efetuada a inspeção visual semanal da rede de drenos de gás com intuito de identificar rupturas nos drenos, bloqueios de fluxo, deformação acentuada dos tubos, destruição por máquinas e equipamentos associados à operação e outras feições que indiquem a necessidade de troca ou reparo dos tubos-dreno de gases.



15.10 - PROGRAMA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO PARA A IMPERMEABILIZAÇÃO DA BASE

Este Programa terá por objetivo proceder a eventual troca ou reparo de partes da geomembrana de base ou laterais da célula de disposição dos resíduos sólidos. Para tanto, será definida a área de intervenção a partir da identificação de possíveis locais de fragilização do sistema de impermeabilização a partir da verificação visual das caixas de inspeção associadas ao dreno testemunho. Quando da identificação de quantidades anormalmente elevadas de chorume em qualquer das caixas de inspeção será imediatamente iniciado o processo de verificação da área de drenagem daquela estrutura e definição da forma de remoção lateral dos resíduos para início dos reparos e posterior reconformação da impermeabilização da base da célula. No momento da implantação da nova geomanta deverá ser realizado e aprovado teste de estanqueidade específico.

15.11 - PROGRAMA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE PERCOLADO

A operação da ETE será realizada por técnico especialista da empresa responsável pela prestação dos serviços, auxiliado por zelador e apoiado pela equipe de segurança do empreendimento. Esta equipe estará dedicada permanentemente aos cuidados e procedimentos diários associados à operação da ETE.

15.12 - PROGRAMA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO PARA DRENAGEM DE GASES

Este Programa contemplará a inspeção periódica das tubulações componentes do sistema de drenagem de gases, por meio de inspeções periódicas visuais de frequência mensal na área de disposição ativa de resíduos e na área já encerrada.

Na inspeção visual deverá ser verificada a condição operacional de cada dreno, qual seja, a capacidade de drenabilidade efetiva da estrutura, que deverá ser baseada no estado de integridade física da tubulação, tela envoltória, preenchimento com material rochoso e queimador de gás no topo. Caso identificadas situações como danos e eventual destruição do dreno devido a choques com veículos, máquinas e equipamentos da operação, deverá ser providenciada a manutenção com o reparo da porção afetada.

Outra situação a ser observada é aquela onde a estrutura física do dreno está adequada, porém não há drenagem de gás pelo tubo. Nesse caso, dever-se-á buscar identificar a causa, que pode ser a obstrução e/ou entupimento da estrutura nas porções mais baixas, ou a ocorrência de grande fração de chorume no dreno que impossibilita a ascensão do gás.



Nesse caso, o dreno ou drenos com esta condição deverão ser identificados e, caso persista a condição de baixa ou nenhuma drenabilidade, deverá ser considerada a hipótese de implantação de novos drenos no entorno para melhorar a condição de fluxo e reduzir a pressão nessa porção da célula.

15.13 - PROGRAMA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DETECÇÃO DE POTENCIAIS VAZAMENTOS DE PERCOLADO

Este Programa constará da verificação periódica dos limites da célula em operação e da célula encerrada para verificação da ocorrência de surgências de chorume sobre o solo. Concomitantemente, nessas inspeções será observada a condição operacional das estruturas (tubulações) que compõem o sistema de drenagem de percolados para observação da integridade física e condição adequada de fluxo ou, ao contrário, obstruções, colmatações e entupimentos da seção. Também serão observadas visualmente as caixas de inspeção existentes ao longo das tubulações, principalmente da tubulação perimetral, com intuito de verificar obstruções, colmatações e eventuais entupimentos da respectiva seção.

Caso identificadas nas inspeções feições indicativas de funcionamento inadequado das estruturas de drenagem ou ineficiência da drenagem deverá ser realizada limpeza e manutenção específica com intuito de retornar às condições operacionais normais.

De outra sorte, caso seja identificada a surgência de vazamentos de porte de chorume contido sobre a geomembrana envoltória da célula, deverão ser imediatamente verificadas as causas prováveis do vazamento e providenciada a remoção do líquido, bem como a restauração da drenagem no local.

Caso ocorra vazamento que perpassa a geomembrana e alcance o solo, deverá ser acionado o Programa de Emergência com intuito de conter o vazamento, remover o solo contaminado, promover a reinserção de solo livre de contaminação e recompor a topografia superficial.

Adicionalmente, deverá ser realizada uma campanha específica de amostragem de qualidade de água nos poços de monitoramento próximos, com intuito de verificar se o vazamento em avaliação não alcançou o nível de ocorrência das águas subterrâneas.

Tais procedimentos de verificação periódica também são aplicáveis e devem acontecer da mesma forma e com a mesma frequência no entorno da ETE e do perímetro das lagoas de contenção do tratamento de percolados.



15.14 - PROGRAMA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO PARA FINALIZAÇÃO DE CÉLULAS, COBERTURA FINAL DE TOPO, REVEGETAÇÃO, VERIFICAÇÃO DE TRINCAS

Após a utilização de uma determinada célula do aterro, ou seja, quando for atingida a cota de enchimento pleno de uma célula de disposição, proceder-se-à a sua selagem, que corresponderá a implantação da camada final de cobertura.

A camada final de cobertura será de grande importância não apenas para minimizar as emissões de gases no aterro sanitário, mas, além disso, para prever o comportamento geotécnico e biológico da massa de resíduos e determinar parâmetros de projeto e operação do aterro. A função desta camada varia de acordo com o processo de decomposição dos **resíduos desenvolvido no aterro. Aterros "aeróbios" e "anaeróbios" devem apresentar coberturas completamente distintas.**

Em aterros de menor porte, ou de profundidade até 5 m, os processos aeróbios predominam na massa de resíduos (Waste Management Paper nº 27, 1989, *apud* MACIEL, 2003). Desta forma, é conveniente adotar coberturas mais permeáveis de modo a permitir uma maior troca de O₂ com o meio ambiente. No caso de aterros sanitários de maior porte, como é o caso em tela, onde a degradação anaeróbia prevalece, a cobertura deve funcionar de forma a evitar entradas não controladas de O₂ para não alterar substancialmente a microbiologia dos resíduos.

Segundo Maciel (2003) os sistemas de cobertura utilizados nos aterros podem ser de diferentes tipos, que englobam camadas homogêneas de argila de vários tipos/graduações de solo, camadas argilosas com diferentes geossintéticos e mais recentemente aquelas formadas com materiais alternativos, solos orgânicos, lodos, etc. No Brasil, a maioria dos aterros dispõe de cobertura com camada homogênea de argila compactada. A vegetação é um elemento que deve sempre estar associado à superfície das camadas, independentemente do sistema adotado, para evitar problemas de erosão e contração do solo.

Além da função de minimizar a infiltração de líquidos para o interior da massa de resíduos e com isto evitar a geração excessiva de percolato sob várias condições climáticas (KAMON *et. al.*, 2001 *apud* MACIEL, 2003), a cobertura serve para minimizar a liberação aleatória de poluentes gasosos para o meio ambiente e as entradas de ar atmosférico nos resíduos. O conceito tradicional de sistemas de cobertura de aterros sanitários propõe que a camada funcione como uma barreira de impermeabilização dos resíduos às condições do ambiente externo. Este tipo de barreira, também denominada barreira resistiva, impede a infiltração da



água precipitada e a liberação de gases para a atmosfera. Normalmente, estas camadas são compostas por uma série de solos com diferentes graduações, uma ou mais camada de geossintético, além da cobertura vegetal.

Se for considerada a premissa básica de que após o alcance da capacidade de uso de uma determinada célula serão implantadas as medidas de encerramento desta célula e que, após o encerramento da capacidade de recepção de todas as células a própria área será encerrada em termos de empreendimento de destinação final de resíduos sólidos, torna-se necessário subdividir essas ações naquelas relativas aos procedimentos de encerramento da célula e outras específicas para o estágio em que ocorrer a saturação plena da capacidade de recepção da área. Assim, segue a descrição dessas ações:

15.14.1 - Retificação da Topografia

Na superfície da célula esgotada será efetuada a retificação de eventuais cones ou depressões nos resíduos, por meio de espalhamento com equipamento de terraplenagem apoiado por trator de esteira. Espera-se, com esses procedimentos, alcançar no topo das camadas de resíduos a conformação da superfície mais equilibrada e plana possível.

15.14.2 - Compactação da Camada Superficial dos Resíduos

Concomitantemente à retificação da topografia da superfície de topo da célula, deverá ser efetuada a compactação dos resíduos, de forma a oferecer mais consistência para as obras posteriores de selagem. Cabe ressaltar, que a compactação das pilhas de resíduos será um processo sequencial e permanente ao longo de toda a vida útil da célula, de forma que todo o conjunto do volume de resíduos esteja posicionado da forma mais estável possível para a implantação das obras de encerramento.

15.14.3 - Estabilização dos Taludes Laterais da Célula

Após a recomposição plena da superfície de topo, esta se encontrará em condições de receber as obras de cobertura e selagem. Porém, será necessário antes da implantação desses procedimentos, que todos os taludes laterais da célula tenham sido verificados quanto à estabilidade geotécnica das suas vertentes. Como procedimento geral para conduzir a essa verificação, serão vistoriadas as bermas intermediárias em todos os taludes, as valetas de drenagem de topo e base e a inclinação das superfícies dos taludes, que devem estar em torno de 1V:2H, para garantir o equilíbrio da vertente.



15.14.4 - Implantação da Camada de Impermeabilização do Topo da Célula

O Projeto de impermeabilização do topo das células de disposição de resíduos tem a finalidade de evitar o contato entre a superfície final de disposição de resíduos das células de disposição (topo do maciço de resíduos) e o ambiente natural externo, por meio de estruturas e dispositivos de impermeabilização permanente. Estes itens minimizarão a entrada de águas pluviais precipitadas sobre as células encerradas, evitarão o espalhamento dos resíduos dispostos e possibilitarão a constituição de um perfil de solo natural que permita a implantação de uma cobertura vegetal (tapetes de gramíneas) que colaborarão para a redução do impacto visual e a integração do maciço de resíduos à paisagem local.

Assim, posteriormente à realização das etapas acima descritas, sobre o nível final de disposição de resíduos será construída uma camada selante, que poderá ser composta por um nível de 50 cm de material argiloso. A permeabilidade a ser alcançada nessa camada poderá ser de $k = 1 \times 10^{-4}$ m/s até $k = 1 \times 10^{-7}$ m/s, conforme recomendam as normas técnicas correlatas ao assunto, o que será obtido por meio de passagens sucessivas de equipamento de compactação pesada (rolo compactador liso), até que o substrato apresente as condições geotécnicas solicitadas. Todas as camadas deverão ser compactadas dentro da faixa de umidade ótima ($h_{ot} = \pm 3\%$). A compactação será realizada com rolo compactador liso.

A eficiência do processo de compactação será verificada pela análise em campo de corpos de prova representativos.

15.14.5 - Estruturação do Novo Perfil de Solo

Por sobre a camada de argila compactada será acrescentada uma camada solos naturais que terá a função de fornecer uma estrutura de base para o novo perfil de solos a ser estabelecido e que deverá ser composto por materiais que apresentem uma característica similar aos horizontes B e C dos solos naturais da região. Este nível deverá alcançar cerca de 30 cm de espessura para garantir uma melhor impermeabilização superior, regularizar o topo dos maciços para evitar a formação de pontos de acumulação de águas pluviais; sobre esse nível, adicionalmente, será disposta mais uma camada de 20 cm de espessura de solo orgânico fértil para receber a vegetação nativa que deverá progressivamente se instaurar (gramíneas e pequenos arbustos).

A soma das camadas de solo e solo orgânico comporá o novo perfil de topo (*topsoil*) que irá compor o arcabouço da nova paisagem local.

A Figura 118 apresenta, de maneira esquemática, a solução de selagem de topo e



restauração do *topsoil* a ser utilizada na área da célula após o encerramento do recebimento de resíduos.

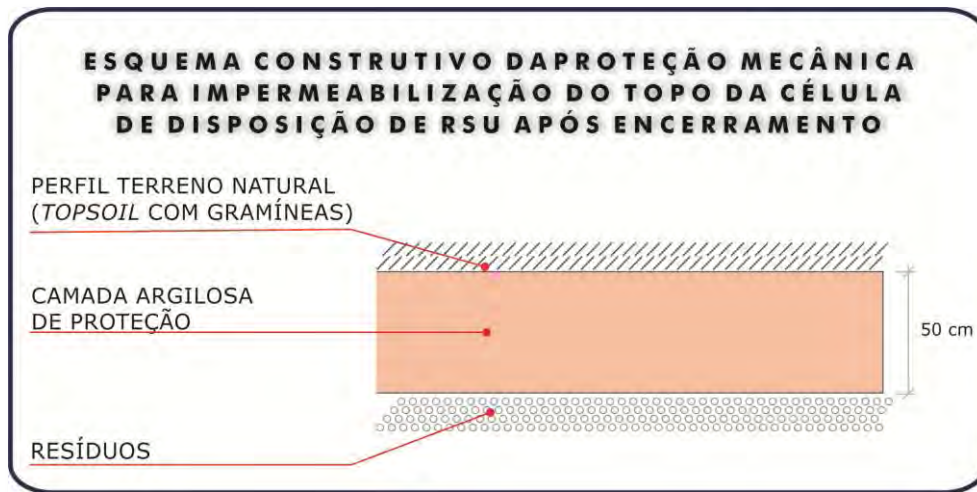


Figura 118 - Esquema construtivo proposto para impermeabilização do topo das células de disposição de resíduos sólidos urbanos.

15.14.6 - Implantação Final dos Queimadores no Topo dos Drenos de Gases

Esta ação corresponderá à implantação, no topo dos drenos de gases finalizados de uma cobertura metálica cônica denominada queimador de biogás (*flare*), que evitará a entrada das águas pluviais nas tubulações. A atividade se restringirá aos últimos drenos da Célula 2 de disposição de resíduos, bem como, após vistoria específica, à substituição daqueles ainda não instalados ou seriamente danificados distribuídos na superfície e bermas da Célula 1.

15.14.7 - Vistoria de Obras de Encerramento

Este procedimento buscará identificar a ocorrência de erosões localizadas e de "declividades negativas", que porventura tenham restado dos processos de retificação, compactação e implantação da cobertura impermeabilizada, provavelmente devida às deformações dos maciços das células. Caso sejam identificados focos de erosão ou fraturas na cobertura, serão efetuadas as obras necessárias de correção, até a plena selagem de toda a superfície.

15.14.8 - Proposição de Dispositivos de Drenagem Complementares

Caso ocorram eventuais surgências de percolados nas superfícies externas dos taludes das células, serão implementadas drenagens forçadas para conduzir os percolados até os sistemas de drenagem principal e, posteriormente, ao sistema de tratamento.

15.14.9 - Revegetação da Área do Topo da Célula

O processo de revegetação do topo da célula será realizado com espécies de gramíneas e



leguminosas, o que é o tipicamente indicado para a cobertura final da célula de disposição de resíduos, conforme será descrito em continuação.

ESCOLHA DAS ESPÉCIES

As espécies vegetais indicadas para a revegetação da área do empreendimento devem apresentar as seguintes características:

- Capacidade de estabelecer uma rápida cobertura do solo e taludes, promovendo o estancamento de processos erosivos;
- Capacidade de promover a reestruturação do solo, fixação de nitrogênio atmosférico e o acréscimo de matéria orgânica;
- Aspectos relacionados às florações (coloração, vistosidade, perfume, presença de néctar), frutificação e estética geral das espécies, visando ao tratamento paisagístico e atração da fauna silvestre;
- Espécies nativas adaptadas às condições físicas e climáticas da área;
- Espécies trepadeiras para revestimento de taludes rochosos e efeitos paisagísticos;
- Dinâmica sucessional, com ênfase em espécies pioneiras heliófitas, características de estágios iniciais de regeneração da flora.

ESPÉCIES INDICADAS PARA COBERTURA DO SOLO

Para o rápido estabelecimento de uma cobertura vegetal e controle de processos erosivos são indicadas espécies herbáceas de rápido crescimento e adaptadas às condições edafoclimáticas da área em processo de reabilitação.

As gramíneas estoloníferas e rizomatosas, com abundante sistema radicular, que se renova constantemente, acrescentando matéria orgânica e melhorando a estrutura do solo, são indicadas porque promovem a cobertura inicial e contém os processos erosivos.

As leguminosas também apresentam capacidade de reestruturação do solo, além de promoverem a fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico, melhorando as condições de fertilidade. Assim, as gramíneas devem ser consorciadas às leguminosas no estabelecimento inicial da vegetação, promovendo uma rápida cobertura e a proteção do solo.

A semeadura de espécies herbáceas deverá ser realizada imediatamente após a distribuição da camada fértil do solo e/ou substrato orgânico nas áreas em reabilitação, quando tiverem sido efetuadas a calagem e adubação corretiva.

As espécies herbáceas de cobertura do solo (gramíneas e leguminosas) indicadas para o empreendimento são relacionadas no Quadro 30 abaixo.



Quadro 30 - Espécies de gramíneas e leguminosas recomendadas para a cobertura do solo da célula após encerramento. Fonte: ABG ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE (2007).

Espécie (Nome Popular)	Período Anual	Solo Recomendado	Época da Semeadura	Sementes (kg/ha)	Ciclo
Azevém	Inverno	argiloso/franco	mar./maio	20 - 25	Anual
Aveia	Inverno	argiloso/franco	mar./jul.	60 - 90	Anual
Ervilhaca	Inverno	argiloso/franco	mar./maio	40 - 50	Anual
Cornichão	Inverno	argiloso/franco	mar./maio	08/out	Perene
Sorgo	Verão	arg/fran/aren	out./jan.	20 - 25	Anual
Milheto	Verão	arg/fran/aren	set./jan.	20 - 25	Anual
Pensacola	Verão	arg/franco	ago./nov.	25 - 30	Perene
Capim Ramirez	Verão	arg/fran/aren	set./dez	15 - 18	Perene
Pangola	Verão	arg/fran/aren	set./dez	12 mudas/m ²	Perene
<i>Brachiaria</i>	Verão	fran/aren	set./nov.	08/out	Perene
Capim bermuda	Verão	arg/fran/aren	set./mar.	20 - 25	Perene
Feijão de porco	Verão	arg/franco	set./dez	06/ago	Anual
Soja perene	Verão	arg/fran/aren	set./dez	06/ago	Anual
Lab lab	Verão	arg/fran/aren	set./dez	25 - 30	Anual
Capim de Rhodes	Verão	fran/aren	set./out.	08/out	Perene

PLANTIO DAS ESPÉCIES HERBÁCEAS

O plantio destas espécies deverá ser efetuado por mudas ou sementeira a lanço, imediatamente após a distribuição da camada fértil do solo proveniente da frente de lavra, posteriormente à aplicação de calcário e adubação corretiva.

A sementeira de espécies herbáceas será efetuada em toda a área em processo de recuperação. A sementeira deverá ser efetuada em condições adequadas de umidade do substrato, preferencialmente em dias chuvosos. As gramíneas devem ser consorciadas às leguminosas, estas previamente inoculadas por rizóbio específico, estimulando-se a fixação biológica de nitrogênio e o aumento da fertilidade.

Recomenda-se que as espécies herbáceas sejam consorciadas com espécies perenes, visando à cobertura permanente do solo.

15.14.10 - Inspeções de Verificação e Acompanhamento

Periodicamente, com frequência semanal deverá ser realizada vistoria de inspeção no perímetro, topo, taludes e laterais da etapa da célula cuja ocupação foi finalizada, com intuito de observar feições do tipo:

- Ravinas, voçorocas e superfícies de rastejamento ou deslizamento nos taludes e bermas;
- Trincas na camada de cobertura de argila que comprometam a selagem do



maciço;

- Pontos com eventual exposição superficial de RSU por cobertura muito delgada ou inadequadamente construída;
- Pontos com ocorrência de vazamentos superficiais de chorume;
- Locais com acumulação de gás e excesso de odor em superfície;
- Pontos com estabelecimento de linhas de fluxo de águas pluviais fora do sistema de drenagem;
- Focos de ocorrência de fogo ou fumaça;
- Outras feições que possam comprometer a estabilidade e segurança do maciço de resíduos.

No caso de identificação de alguma ou mais de uma dessas feições, deverá ser identificado o local, preferencialmente com registros fotográficos e comunicado tanto o operador do aterro quanto o administrador do Contrato junto à Prefeitura Municipal, para que sejam providenciados os reparos e adequações no menor prazo possível.

15.15 - PROGRAMA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO PARA PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA, EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA E UTILIZAÇÃO DE EPIS

O Programa de Emergências descrito a seguir para operação do aterro sanitário foi elaborado em conformidade ao que consta no item 5.4.2 da Norma da ABNT NBR 13896-1997 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação e será pormenorizado em continuidade.

15.15.1 - Escopo do Programa

O Programa de Emergência tem por objetivo minimizar as consequências de acidentes que venham, porventura, ocorrer na área de trabalho. O Programa será instrumentalizado por ações prontamente efetuadas, definidas para cada tipo de acidente previsto. Para isso, deverá garantir que seja estabelecida uma comunicação eficiente e coordenada entre o pessoal que irá atuar em caso de emergência, e que todos estejam cientes do papel que vão desempenhar e de sua importância.

Este Programa vai definir o escopo de atuação de uma Brigada de Emergência, que deverá estar apta a efetuar ações que minimizem as consequências de ocorrências imprevistas danosas, aqui denominadas acidentes, em especial as que requererem ações prontas, denominadas emergências.

A seguir estão descritos equipamentos e pessoal que serão envolvidos no escopo do Programa.



15.15.2 - Estimativa de Equipamentos e Instalações

Estima-se que sejam utilizados os seguintes equipamentos e instalações para a operação do aterro sanitário:

- Escavadeira Hidráulica com pelo menos 17 toneladas;
- Trator de Esteira com pelo menos 21 toneladas;
- Caminhão com caçamba basculante trucado;
- Veículo de apoio à Operação.

15.15.2.1 - Mão de obra Envolvida na Operação

Estima-se uma equipe de 08 pessoas envolvidas na operação da área, conforme apresentado no Quadro 31 que segue:

Quadro 31 - Mão de obra alocada para a operação do aterro sanitário. Fonte: GK ENGENHARIA, 2022.

Equipe	Quantidade
Engenheiro Civil	1
Engenheiro Ambiental ou Sanitarista e Ambiental	1
Operador de Máquina 1	1
Operador de Máquina 2	1
Operador de Balança e Recepção 1	1
Operador de Balança e Recepção 2	1
Auxiliar Serviços Gerais 1	1
Auxiliar Serviços Gerais 2	1
TOTAL	8

Os trabalhos se desenvolvem em turno administrativo normal, de segunda a sábado.

15.15.2.2 - Produtos Químicos Envolvidos

Para atingir os fins a que este trabalho se propôs, foram identificados produtos com maiores possibilidades de serem utilizados na operação da área ou de ocorrerem naturalmente. O Quadro 32 relaciona esses produtos.

Quadro 32 - Listagem de produtos químicos que podem ser encontrados no aterro sanitário municipal com as respectivas classificações pelo padrão da ONU.

Produto	Nº ONU
Óleo Diesel	1270
Metano (grisu)	1972
Gás Carbônico	1013
Gás Sulfídrico	1053
Ácido Sulfúrico	1830
Ácido Clorídrico (baixa concentração)	1050
Sulfato de Alumínio	1759
Cloro	1017

O óleo diesel servirá como combustível do trator de esteiras e da escavadeira. Seu



fornecimento será por meio de bomba instalada em pista construída especialmente para este fim. É um líquido inflamável, com ponto de fulgor de cerca de 60°C, pesado, composto por uma combinação de vários tipos de hidrocarbonetos, aromáticos e alifáticos, e óleo mineral. Pode causar danos à saúde por contato com a pele desprotegida, mas o principal risco é o risco de fogo.

O metano, juntamente com o dióxido de carbono, serão as principais emissões gasosas do aterro. Serão coletados pelos tubos de concreto vazados e canalizados em um fluxo vertical. Na extremidade superior desses tubos serão queimados. No entanto, uma pequena quantidade pode percolar pelo solo do Aterro, em sentido ascendente.

O metano (CH₄) é um gás classificado como asfixiante simples, que desloca o oxigênio do ar, de modo que o monitoramento em termos de segurança pessoal no ambiente deve verificar o teor de oxigênio do ar, o qual deve estar sempre acima de 18% em volume. Esta concentração será medida com o auxílio de um oxímetro. O metano é um gás inflamável, com limites inferior e superior de explosividade na faixa de 5,3% a 15% em volume no ar. Este é seu principal perigo, pois a concentração necessária para causar sufocamento por falta de oxigênio já está bem acima do seu limite inferior de explosividade. O monitoramento nesse sentido poderá ser feito com um explosímetro.

O dióxido de carbono (CO₂) é um gás mais pesado que o ar, que resultará da ação anaeróbica dos micro-organismos no aterro. Não é inflamável, mas é um asfixiante simples, que desloca o oxigênio do ar da mesma forma que o metano. O monitoramento poderá ser efetuado por via indireta, com a avaliação da concentração de oxigênio do ar, que deverá ser sempre superior a 18% em volume.

O gás sulfídrico será uma emissão secundária gasosa do aterro. Também poderá ser coletado e queimado juntamente com o metano, bem como percolar pelo solo. No entanto, além de ser um gás inflamável, também é tóxico. Exposições crônicas causam uma série de distúrbios ligados ao sistema nervoso central (SNC) e exposições agudas podem provocar inconsciência, danos ao SNC e ao cérebro, e morte. Exposição a concentrações acima de 1000 ppm podem causar morte imediata. Seu limite de tolerância é de 8 ppm. O gás tem um baixo limiar de odor, o qual pode ser sentido desde a concentração de 0,001 ppm. No entanto concentrações acima de 13 ppm podem causar amortecimento olfativo, de forma que a pessoa não sentiria o cheiro característico de ovo podre.

O ácido sulfúrico pode ser usado como ajustador de pH, reduzindo-o. Assim, seria utilizado na ETE, misturado à água. Seria utilizado em solução, sendo adicionado por meio de um



tubo Venturi, ou adicionado manualmente, em batelada. Mesmo em solução, poderá emanar vapores em baixas concentrações. Foram reportados, no entanto, alguns casos de câncer de pulmão relacionados com seu uso. Por ser corrosivo, deve ser providenciada proteção respiratória e para a pele em caso de seu manuseio.

Da mesma forma, o ácido clorídrico em solução de baixa concentração, ou ácido muriático, poderá ser utilizado em lugar do ácido sulfúrico, com a mesma função. A utilização seria semelhante à do ácido sulfúrico, com as mesmas características básicas, mas poderá ser considerado menos agressivo, uma vez que seu limite de tolerância segundo a ACGIH é maior que o do ácido sulfúrico e não causa câncer, conforme o observado até agora.

O sulfato de alumínio será usado como floculador, agregando os sólidos leves dispersos na água e causando sua precipitação, de forma que possam ser removidos no decantador. É um produto em forma sólida, na forma de pó, que pode ser adicionado de forma contínua, em solução, ou em batelada. É quimicamente inerte, e seu risco de manuseio decorre do seu estado físico usual, em pó.

A soda em escamas também será usada para ajuste de pH, efetuando sua elevação, ao contrário dos ácidos. É fornecida na forma sólida, e pode ser adicionada em solução ou por batelada. Como neste formato já está hidratada, é moderadamente agressiva, tendo que se tomar cuidado com o contato com a pele.

15.15.2.3 - O Que Será Considerado Emergência

A emergência que será contemplada por este Programa será basicamente uma ocorrência imprevista que acarrete grande risco de dano à saúde, dano ambiental e dano de grande porte a instalações. Assim, as seguintes situações foram consideradas:

Risco à saúde

- Intoxicações por liberações gasosas ou exposição a vapores;
- Queimaduras;
- Atropelamento;
- Queda de altura;
- Choque elétrico;
- Contato com produtos corrosivos;
- Outras lesões graves.

Risco ambiental

- Emissão excessiva de gás metano não queimado;
- Percolação de líquido contaminado para o lençol freático;



- Falha no sistema da ETE.

Risco às instalações

- Incêndio;
- Acidente de trânsito.

15.15.2.4 - Tipos de Emergências

De acordo com o exposto acima, as situações de emergência que podem ocorrer foram subdivididas em grupos, apresentados no Quadro 33 a seguir.

Quadro 33 - Tipos de emergências.

Descrição	Classificação
Lesões graves - conduta geral	Tipo I
Intoxicações gasosas ou por vapores	Tipo II
Atropelamento e queda de altura	Tipo III
Queimaduras e contato com produtos químicos corrosivos	Tipo IV
Choque elétrico	Tipo V
Emissão de gás metano sem queima, sem dano à saúde de funcionário	Tipo VI
Percolação de líquido contaminado para o lençol freático	Tipo VII
Falha no sistema da ETE	Tipo VIII
Incêndio	Tipo IX
Acidente de trânsito	Tipo X

As emergências podem ser caracterizadas como:

LESÕES GRAVES

Seriam aquelas lesões que não se originariam de atropelamentos, quedas de altura, queimaduras por calor ou por produtos químicos, choques elétricos, incêndios e acidentes de trânsito. Teriam origens variadas, como picadas de animais peçonhentos, corpos estranhos oculares, etc.

INTOXICAÇÕES GASOSAS OU POR VAPORES

Podem ocorrer por vapores/gases de cloro ou gás sulfídrico. Não foram reportados casos de efeitos danosos à saúde por intoxicação com metano. A intoxicação por cloro pode se dar no manuseio de bombonas de soluções de ácido muriático ou na operação da ETE. A intoxicação por gás sulfídrico pode se dar por uma emissão anormal do material oriundo do aterro.

ATROPELAMENTO E QUEDA DE ALTURA

As vítimas seriam politraumatizados, necessitando um transporte especial, com maca e imobilização. Os atropelamentos podem ocorrer nas manobras de caminhões que



descarregam as cargas de resíduos, em especial depois da descarga. A queda de altura pode ocorrer na montagem de tubos de "flare" no aterro.

QUEIMADURAS E CONTATO COM PRODUTOS QUÍMICOS CORROSIVOS

As queimaduras podem ocorrer no acendimento dos "flares" do aterro de resíduos, pela pessoa que se aproximar para acendê-los ou por pessoa próxima, desavisada. Os produtos corrosivos que podem causar lesões por contato foram identificados como o ácido muriático e a soda barrilha, umedecida. Ambos os produtos deverão ser manuseados com equipamentos de proteção à pele, como avental de PVC e luvas de PVC ou borracha nitrílica.

CHOQUE ELÉTRICO

Pode ocorrer no contato acidental com equipamentos elétricos ou manutenção de equipamentos usando procedimento equivocado, como por exemplo manutenção em equipamentos ligados.

EMIÇÃO DE GÁS METANO SEM QUEIMA, SEM DANO À SAÚDE DE FUNCIONÁRIO

O gás será oriundo do aterro. Neste caso, o risco principal seria a formação de uma nuvem de gás com potencial de inflamabilidade ou explosividade.

PERCOLAÇÃO DE LÍQUIDO CONTAMINADO PARA O LENÇOL FREÁTICO

A ocorrência teria origem em uma falha mecânica no sistema de impermeabilização da base dos aterros, que possibilitaria a passagem de efluente contaminado dos resíduos diretamente para o nível freático.

FALHA NO SISTEMA DA ETE

A falha prevista é a falta de funcionamento de algum aparelho, como bomba dosadora, aerador, etc. Esta falta teria como consequência a passagem de efluente contaminado para a destinação final.

INCÊNDIO

Podem ocorrer algumas situações de incêndio nas instalações. Além das possibilidades comuns, como incêndio em equipamentos elétricos e veículos, se observou também a chance de ocorrência de incêndio na massa de resíduos depositada no aterro sanitário causada eventualmente por ignição espontânea decorrente do teor de umidade, abafamento e calor. Também o caminhão comboio circulando na área, carregado de óleo diesel, poderá causar este tipo de ocorrência.



ACIDENTE DE TRÂNSITO

Em função das manobras de veículos e equipamentos nas áreas, podem ocorrer acidentes decorrentes de choques entre dois veículos ou decorrentes de quedas de veículos em valas, cavas ou outros locais abertos. Caso haja um acidente com o comboio, sem a ocorrência de incêndio, pode haver vazamento de óleo diesel para o terreno natural.

15.15.2.5 - Plano de Ação

Para o desenvolvimento de uma ação de combate e prevenção deve-se partir inicialmente do preparo do pessoal que vai atender a emergência. A seguir, deve haver a definição de ações de combate e prevenção.

TREINAMENTO DO PESSOAL

As pessoas que vão trabalhar nas instalações do Aterro Sanitário, devido ao pequeno número, deverão ser todas treinadas em pelo menos algum nível. O treinamento mínimo deverá contemplar ações de atendimento, combate e prevenção. Sugere-se que o Supervisor Técnico, o Responsável Técnico e o Supervisor Administrativo sejam treinados para comandar as ações de atendimento a emergências e coordenar as comunicações. Uma proposta breve de programa seria como segue:

MÓDULO I - PARA TODOS OS FUNCIONÁRIOS

- Quais os tipos de emergências que podem ocorrer nas instalações;
- Quais os produtos perigosos à saúde que podem ocorrer no aterro sanitário;
- Quais suas características e riscos, como detectá-los e identificá-los;

MÓDULO II - PARA TODOS OS FUNCIONÁRIOS

- Recursos disponíveis.
- Ações a serem tomadas:
- Ações gerais;
- Ações específicas para diferentes situações ou produtos;
- Comunicações;
- Resgate de pessoas;
- Treinamento prático de primeiros socorros;
- Treinamento de Combate a Incêndio.

MÓDULO III - PARA A SUPERVISORA E O RESPONSÁVEL TÉCNICO

- Coordenação da equipe;



- Comunicações;
- Uso de materiais e equipamentos especiais.

AÇÕES DE PREVENÇÃO E COMBATE

Tratará dos procedimentos técnicos e operacionais para a prevenção de ocorrência de incêndios, bem como o efetivo combate de focos ou eventos de incêndio na eventualidade de existência destes.

AÇÕES DE APROXIMAÇÃO - EMERGÊNCIAS TIPO I

Quando for emitida a informação pelo setor de comunicação ou for dado o alarme, o pessoal que virá atender a emergência, ao chegar ao local, deverá efetuar as seguintes atividades de ordem geral:

- Ter conhecimento de qual o tipo de emergência;
- Verificar qual a direção e velocidade do vento, pela posição da biruta, se envolve produtos químicos e se aproximar com o vento pelas costas, de forma que este ajude a afastar do pessoal dos vapores ou poeiras;
- Afastar qualquer pessoa não envolvida na operação de combate e resgate a uma distância mínima de 100 m do local e sinalizar o local com placas, cones e fitas ou cordas;
- Proibir terminantemente o fumo nas imediações;
- Controlar o trânsito, bloqueando-o ou liberando-o parcialmente a critério da chefia;
- Providenciar o atendimento às vítimas, sua imobilização e remoção se for o caso; o coordenador do atendimento da Brigada de Emergência determinará para onde a vítima deve ser levada.

INTOXICAÇÕES GASOSAS - EMERGÊNCIAS TIPO II

Na eventualidade de ocorrer acidente envolvendo intoxicação de pessoal por emissões gasosas, as ações nesse caso deverão se orientar no seguinte sentido:

- Todas as ações de aproximação descritas anteriormente;
- Vestir o equipamento de proteção correto em função da natureza do gás ou vapor; no caso, como se espera somente asfixiantes simples, o equipamento correto neste caso deverá ser equipamento de suprimento de ar, autônomo, com pressão positiva;
- Remover pessoal inconsciente ou intoxicado para local ventilado;



- Caso a pessoa não se recupere prontamente, aplicar primeiros socorros e solicitar apoio de transporte a centro de atendimento especializado.

ATROPELAMENTO OU QUEDA DE ALTURA - EMERGÊNCIA TIPO III

Na eventualidade de ocorrer este tipo de acidente, as ações serão:

- Efetuar as ações aproximação descritas anteriormente;
- Verificar sinais vitais e a possibilidade de remoção da pessoa;
- Caso necessário, aplicar primeiros socorros, para reanimação e imobilização;
- Se possível em função do estado da pessoa, solicitar transporte e remover a pessoa para atendimento especializado;
- Se não for possível a remoção, solicitar atendimento especializado e aguardar, mantendo os sinais vitais e evitando estado de choque.

QUEIMADURAS E CONTATO COM CORROSIVOS - EMERGÊNCIA TIPO IV

Na eventualidade de ocorrer este tipo de acidente as ações serão:

- Efetuar as ações aproximação descritas anteriormente;
- Vestir o equipamento de proteção adequado;
- Lavar com água abundante, por pelo menos 15 min;
- Não usar pomadas ou outros materiais, como pasta de dentes, borra de café e similares;
- Se possível, em face ao estado da pessoa, transportar para atendimento especializado;
- Se não for possível o transporte, manter os sinais vitais e solicitar transporte especializado.

CHOQUE ELÉTRICO - EMERGÊNCIA TIPO V

Na eventualidade de ocorrer este tipo de acidente as ações serão:

- Efetuar as ações aproximação descritas anteriormente;
- Acionar imediatamente transporte médico;
- Se souber, desligar o equipamento, o disjuntor ou a chave geral da corrente elétrica, se não, chamar imediatamente alguém habilitado para fazê-lo;
- Não tocar na vítima até que a corrente seja interrompida;
- Não tentar retirar uma pessoa presa a um cabo elétrico exposto ao tempo;
- Caso a vítima não esteja respirando, iniciar imediatamente as manobras para parada cardio-respiratória.



EMISSÃO DE GÁS METANO - EMERGÊNCIA TIPO VI

Na eventualidade de ocorrer este tipo de acidente as ações serão:

- Efetuar as ações aproximação descritas anteriormente;
- Efetuar monitoramentos com o explosímetro; se aproximar, sempre a favor do vento, do ponto de emissão somente enquanto as concentrações estiverem em níveis abaixo de 20% do LIE do metano, ou 1%;
- Caso a nuvem de gás esteja com concentrações altas próximo ao limite de propriedade, comunicar as populações a jusante da emissão, na direção do vento;
- Se for o caso, procurar acender novamente o gás somente se em toda a volta do ponto de emissão as concentrações estiverem em níveis abaixo de 20% do LIE do metano, ou 1%;
- Se a emissão não vier de um dos tubos de drenagem vertical, localizar de onde se origina, com o auxílio do explosímetro, e verificar nesse momento as ações a serem tomadas.

PERCOLAÇÃO DE LÍQUIDO CONTAMINADO PARA O LENÇOL FREÁTICO - EMERGÊNCIA TIPO VII

Ressalta-se que em função de o lençol freático estar praticamente isolado, o risco de ser contaminado é muito baixo. Porém, na eventualidade de ocorrerem acidentes deste tipo de acidente as ações serão:

- Efetuar as ações aproximação descritas anteriormente;
- Como a emergência se dará em função do resultado de amostras obtidas de poços de monitoramento, em função desses resultados deve-se avisar as populações a jusante da direção em que segue a contaminação;
- Estudar sistema de bloqueio do avanço da contaminação, por bombeamento do lençol freático através de poços, ou por bloqueio físico (trincheira drenante) com bombeamento subsequente;
- Cobrir a área de onde provém a contaminação com material impermeável e interromper seu uso até que a contaminação esteja definitivamente resolvida.

FALHA NO SISTEMA DA ETE - EMERGÊNCIA TIPO VIII

Na eventualidade de ocorrer este tipo de acidente as ações serão:

- Efetuar as ações aproximação descritas anteriormente;



- Bloquear a saída dos efluentes para a destinação final;
- Bloquear a emissão dos efluentes para a ETE;
- Efetuar tratamento de emergência, com aplicação manual dos reagentes, monitorando as condições físico-químicas do efluente;
- Bombeamento emergencial do volume de percolado para a célula ativa: em caso de situação emergencial de paralisação ou saturação do sistema de tratamento de efluentes, com intuito de evitar transbordamento das lagoas ou emissão de percolado não tratado para o solo ou curso da água será acionada operação de bombeamento do lixiviado para a porção superior da célula de disposição de resíduos ativa mais próxima. Para tanto será utilizada bomba hidráulica e tubulação com bitola e extensão adequadas. Este procedimento será conduzido até a efetiva possibilidade de recepção de percolado pelo sistema de tratamento, de maneira que não mais persistam os riscos antes mencionados. Imediatamente buscar-se-á determinar as causas que originaram o evento e proceder os ajustes necessários; concomitantemente, os fatos serão registrados pelo encarregado. Deve estar disponível bomba adequada para este tipo de serviço.

INCÊNDIO - EMERGÊNCIA TIPO IX

Para esse tipo de acidente, foram consideradas duas possíveis situações de ocorrência: uma, incêndio na massa depositada no aterro, e outra, incêndio em equipamentos elétricos ou eletrônicos. O incêndio na massa de resíduos pode ser causado por ignição espontânea, provocada por abafamento, calor ambiente e umidade, e dará origem a uma combustão com pouca ou nenhuma chama, e fumaça escura.

Para a ocorrência em aterro tem-se as seguintes ações:

- Efetuar as ações aproximação descritas anteriormente;
- Deslocar o trator de lâmina e a escavadeira para o local do incêndio, a favor do vento;
- Com os equipamentos, escavar e expor toda a massa de resíduos que estiver se inflamando;
- Caso o incêndio não se extinguir com essa ação, espalhar o resíduo no piso e passar com o trator por cima dele;
- Caso o incêndio ainda não se extinguir, misturar areia ou terra ao resíduo que estiver se incendiando;
- NÃO aplicar água.



Para incêndio em equipamentos elétrico-eletrônicos, serão tomadas as seguintes providências:

- Se o incêndio for em equipamentos da Gerência de Operações, predominantemente eletrônicos, deve ser usado extintor de gás carbônico (CO₂) para o combate, usando-o conforme o treinamento recebido;
- Desligar o disjuntor ou chave geral do equipamento;
- Se o incêndio for em motores da ETE ou em veículos, usar extintor de pó químico seco para o combate, conforme o treinamento recebido;
- Verificar e analisar a causa do incêndio, e não religar o equipamento até que este tenha sido consertado.

Para incêndio na pista de abastecimento de combustíveis, devem ser tomadas as seguintes providências:

- Comunicar ao Corpo de Bombeiros;
- Procurar apagar o fogo com extintores tipo pó químico seco;
- Caso não seja possível apagar o fogo com os extintores, afastar-se do local pelo menos 200 metros.

ACIDENTES DE TRÂNSITO - EMERGÊNCIA TIPO X

Para este tipo de emergência, deve-se tomar as seguintes providências:

- Efetuar as ações aproximação descritas anteriormente;
- NÃO movimentar a vítima, salvo quando necessário para evitar um dano maior;
- Se for necessário movimentar a vítima, procurar avaliar as condições da coluna, movendo-a o mínimo possível, e removê-la com cuidado, conforme treinamento específico;
- Acionar imediatamente transporte especializado;
- NÃO reduzir fraturas, se houver, mas somente imobilizá-las;
- Providenciar remoção de veículos acidentados, então, se houver necessidade.

Em caso de acidente com derramamento de diesel, tomar as seguintes providências:

- Efetuar as ações aproximação descritas anteriormente;
- Vestir os atendentes com botas, luvas e calças de PVC;
- Abrir uma trincheira para contenção do derramamento de óleo com pás, enxadas e picaretas, evitando que alcancem cursos d'água;
- Manter o local isolado até que o material seja retirado.



15.15.2.6 - Esquema de Comunicação

A comunicação deverá ser pronta e eficiente. Assim, o responsável pelas comunicações deverá ter treinamento especial para questionar a qualquer pessoa que com ele se comunicar e obter, as informações mínimas necessárias para passar ao pessoal de atendimento.

A comunicação da ocorrência de acidente poderá partir da própria equipe que estiver trabalhando no local ou por pessoas que presenciaram o acidente.

A comunicação entre a equipe e o posto deverá ser feita preferencialmente via rádio, que deverá equipar todas as equipes de trabalho no Aterro Sanitário.

A partir do recebimento da comunicação, o encarregado tomará as seguintes providências:

- Avisará o líder da brigada de emergência;
- Fornecerá os detalhes do tipo de acidente, localização, horário, pessoas envolvidas, e outros detalhes necessários para o atendimento;
- Passará essas informações para os atendentes, que serão então liberados para se dirigir ao local;
- Em qualquer caso de derramamento, vazamento, disposição acidental de resíduos não recebíveis, ou outro tipo de acidente, o IMA será comunicado imediatamente após o ocorrido; caso ocorram eventos dessa natureza, serão apresentadas as medidas saneadoras, explicitando as já adotadas.
- Nestes casos, primeiro será efetuada a comunicação ao nº telefônico 193 (Corpo de Bombeiros) e imediatamente será efetuado contato com a Gerência de Emergências e Passivos Ambientais do IMA - SC nos números telefônicos (48) 3665-4152 / (48) 98843-5608 ou (48) 98843-4441.

Dado que diversas fontes podem identificar a ocorrência de um acidente, inúmeras das quais não vinculadas propriamente ao Aterro Sanitário, o fato poderá ser comunicado primeiramente às instituições públicas normalmente conhecidas por tratar de assuntos desta natureza tais como prefeitura municipal, Brigadas do Corpo de Bombeiros, Polícias Rodoviária, Civil ou Militar, entre outros (Quadro 34) para que os responsáveis possam efetuar contato com o Aterro Sanitário.



Quadro 34 - Instituições Públicas localizadas no município de Caçador e região.
Fonte: GK ENGENHARIA, levantamento em 2022.

Instituições Públicas	Contato
Prefeitura Municipal de Caçador - RS	(49) 3666-2400
Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Caçador - RS	(49) 3567-2880
Secretaria de Saúde da Prefeitura Municipal de Caçador - RS	(49) 3561-0900
Polícia Militar	(49) 3561-6920
Delegacia de Polícia Civil	(49) 3563-0240
Batalhão do Corpo de Bombeiros	(49) 3561-6494
Defesa Civil (CIGERD)	(49) 3561 5971
Polícia Rodoviária Estadual	198
Unidade Básica de Saúde Central - Postão	(49) 3561-0927
Hospital Maicé	(49) 3561-2811
Hospital Saint Hill	(49) 3563-6099

15.15.2.7 - Organização

As ações de combate e prevenção de acidentes serão exercidas a partir de um posto fixo. Esse posto será a Gerência de Operações. A Brigada de Emergência será composta por uma equipe, todos funcionários da empresa. Esse pessoal se relacionará de acordo com o seguinte organograma.

15.15.2.8 - Definição de Responsabilidades

Em sequência são definidas as responsabilidades dos participantes:

DO COORDENADOR

O Coordenador da Brigada de Emergência será responsável por:

- Emitir ordens de serviço orientando o pessoal sob seu comando;
- Definir procedimentos necessários ao atendimento a emergências que não tenham sido abrangidos por este Programa, ou que o tenham sido de forma incompleta; de qualquer forma, nenhum procedimento poderá contrariar as disposições técnicas abrangidas neste Programa;
- Dirimir dúvidas de seus comandados e apoiá-los em suas decisões;
- Assumir o comando da situação emergencial ocorrida, e definir atividades;
- Manter-se disponível mesmo fora de horário de trabalho, fornecendo meios de entrar em contato consigo a qualquer tempo, de qualquer modo com fácil e rápida localização;
- Designar e treinar substitutos eventuais, que serão aptos a assumir o comando quando necessário no caso de qualquer impedimento;



- Emitir relatório de atendimento a emergência, quando for o caso, descrevendo o tipo de emergência, sua origem, data e horário, local, pessoas envolvidas, técnicas utilizadas para combate, consequências e danos resultantes, eficiência dos procedimentos adotados, recomendações e observações, e outras informações úteis.
- Arquivar os relatórios preenchidos relativos à ocorrências;
- Receber e emitir mensagens via rádio para as equipes;
- Receber e emitir mensagens para outros órgãos, empresas ou pessoas, e manter estreito contato com os demais integrantes do posto no caso de situações emergenciais;
- Orientar, em situações de emergência, o pessoal que estiver envolvido em seu atendimento.

DOS ATENDENTES

Os atendentes de ocorrências serão responsáveis por:

- Agir no combate e prevenção de acordo com as ações descritas neste Programa, com as ordens do Comandante e de acordo com os procedimentos de atendimento a emergências;
- Assumir o comando da situação de emergência tão logo chegue no local;
- Manter contato frequente com o encarregado de comunicações, relatando as ocorrências e informando o estado da emergência;
- Cessada a emergência, permanecer guardando o local até sua liberação, de acordo com as ordens do comandante;
- No retorno ao serviço, fornecer informações ao Comandante sobre o tipo de emergência, o produto envolvido, se for o caso, situações do local, atuação das pessoas envolvidas, comportamento e adequação do material utilizado, tempo de deslocamento e atendimento, vítimas, causas do acidente, irregularidades verificadas, comunicação, e outras;
- Ao se deslocar em seu ambiente de trabalho normal, observar o ambiente à procura de alguma anormalidade que possa causar um acidente, e, encontrando-a, comunicar ao Comandante;
- Em situações emergenciais, manter um elemento bloqueando o acesso pelo posto de quaisquer veículos, a não ser os expressamente autorizados, ao trecho, desde o reconhecimento do estado de emergência até a decretação de seu final.



DAS DEMAIS PESSOAS ENVOLVIDAS

Na ocorrência de situação de emergência, as pessoas próximas devem se afastar e se manter afastadas, e obedecer às determinações dos atendentes ou do Comandante da Brigada de Emergência.

Esta instrução deve ser dada diretamente ao pessoal que entrar na área, e deve haver sinalização enfatizando esta determinação.

15.15.2.8.1 - Recursos Humanos

A Brigada de Emergência será composta por 03 pessoas, as quais deverão ter as seguintes características:

- Treinamento e experiência de comando;
- Treinamento e experiência em comunicações;
- Treinamento e experiência em combate a incêndio, e atendimento a acidentados (primeiros socorros).

15.15.2.9 - Estratégia de Acesso e Contato com os Recursos Logísticos

Em caso de ocorrência de emergências será precípua o desenvolvimento de uma estratégia objetiva e bem definida de acesso aos recursos logísticos da área e da região para que o tempo de resposta seja mínimo e as ações tenham efetivo sucesso. Para tanto, serão primordiais as seguintes ações:

- Disponibilização geral do nome e telefones de contato do Comandante da Brigada de Emergência e dos componentes
- Endereços, telefones e rotas para deslocamento a hospitais, se necessário, constando pelo menos o Hospital de Pronto Socorro de Porto Alegre, o Hospital Cristo Redentor em Porto Alegre e o hospital local mais próximo;
- Endereços, telefones e contatos com outras pessoas necessárias, como o posto da Polícia Rodoviária e o quartel dos Bombeiros mais próximos.

15.15.2.10 - Recursos Materiais

Os seguintes recursos materiais devem ser alocados para consecução adequada do Programa de Emergência:

MATERIAIS PARA COMBATE A INCÊNDIO

- 2 extintores de incêndio tipo pó químico de 4 kg;
- Para o combate a eventual ocorrência de incêndio na massa de resíduos também



será utilizada a movimentação e cobertura com solo sobre os focos de ocorrência com intuito de reduzir a disponibilidade de oxigênio e conseqüentemente conter a dissipação e promover a extinção das chamas.

MATERIAIS PARA PRIMEIROS SOCORROS

- Maca rígida tipo Salem ou similar;
- Ataduras elásticas;
- Talas de braço, mãos e pernas;
- Tesoura;
- Esparadrapo;
- Soro fisiológico;
- Outros a serem definidos após o treinamento específico.

EQUIPAMENTOS EM GERAL

- 2 linhas telefônicas comuns, sendo que uma deverá ficar preferencialmente desimpedida para comunicação de emergência;
- Material de escritório especial (formulários, adesivos, memorandos, advertências, etc.), adequado à sinalização, comunicação e prevenção de emergências.

EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES DE ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS

Recomenda-se a manutenção na área dos seguintes itens mínimos:

- Protetores faciais: 3 peças;
- Pá, enxada e picareta;
- 3 pares de luvas de PVC, cano médio, e 3 pares de luvas de vaqueta de couro, tipo petroleira;
- 3 pares de botas de PVC, cano médio;
- 2 conjuntos de jaqueta e calça de PVC;
- Corda ou corrente plástica com 100 m de comprimento;
- Cones de sinalização viária: 6 peças;
- Estacas de madeira com 1,20 m: 10 peças;

15.15.2.11 - Treinamento

Toda a equipe que operará as ações no Aterro Sanitário receberá treinamento rotineiro. Esse treinamento será estruturado de maneira a atingir desde o Engenheiro responsável até os auxiliares, passando pela supervisão e operadores de equipamentos. Será dividido nos seguintes módulos:



- Treinamento de Riscos e Informações sobre Materiais e Instalações, com duração mínima de 8 h (Módulo I);
- Treinamento sobre ações a serem tomadas em caso de emergências, com duração mínima de 8 h (Módulo II)
- Treinamento de atendimento a emergências com incêndio e combate a incêndio, com duração mínima de 12 h (Módulo II);
- Treinamento de Primeiros Socorros, teórico e prático, com duração mínima de 12 h (Módulo II);
- Treinamento de procedimentos de comunicação e coordenação, com duração mínima de 4 h (Módulo III);

Além disso, como medidas adicionais de inserção e atualização, será efetuada a reciclagem anual desses treinamentos e serão estabelecidos procedimentos com moradores da região, de modo que estes também possam se comunicar com os postos em caso de acidentes.

15.15.2.12 - Ações Pós-ocorrência Desenvolvidas Com Intuito de Prevenção Futura

Após a ocorrência e o devido atendimento de acidentes e outros tipos de emergências serão desenvolvidas ações com intuito de investigar e entender o ocorrido, com intuito de precaver novas ocorrências desta natureza ou similares.

Neste sentido, o primeiro passo será constituir e efetuar o registro da ocorrência em um documento padrão a ser criado pela Administração do Aterro Sanitário denominado **“Livro de Ocorrências”** onde deverão constar pelo menos os seguintes itens específicos à questão do monitoramento e controle de acidentes e emergências:

- a) Localidade onde ocorreu o acidente ou emergência;
- b) Data;
- c) Responsável pelo comunicado;
- d) Hora da comunicação;
- e) Magnitude estimada a partir das primeiras informações disponíveis (pequena monta, grande monta);
- f) Pessoal responsável imediato pelo atendimento;
- g) Considerações gerais acerca de comprometimentos de infraestrutura, acessos, pessoas, entre outros itens que auxiliem na avaliação da estratégia de resolução do fato.

Quando possível deverão ser obtidos registros fotográficos datados do local do acidente/emergência para contextualização dos fatos e auxílio nas decisões de



gerenciamento que deverão ser tomadas *a posteriori*.

Concomitantemente, deverá ser efetuada a comunicação formal do fato ao Responsável Pelo Programa de Monitoramento Ambiental.

Após o preenchimento do Livro de Ocorrências deverá a equipe disponível efetuar o deslocamento ao local indicado para efetuar o reconhecimento da situação local e promover a comunicação ao Responsável Técnico pelo Programa de Monitoramento, das impressões iniciais acerca da área atingida, extensão da área comprometida pelo acidente, estimativa de volume de solo e/ou rocha envolvidos, comprometimento de acessos, vias, edificações e outras informações úteis como registros fotográficos datados (preferencialmente com GEOTAG, ou seja, etiqueta na própria foto, com as coordenadas) do local, para a avaliação do Responsável Técnico pela operação e dos responsáveis pelo monitoramento ambiental.

Em continuidade deverão ser tomadas as medidas de recuperação necessárias para adequar o local novamente às condições operacionais, bem como deverão ser efetuados os procedimentos de investigação ambiental para verificação de eventual comprometimento do solo ou das águas.

15.15.2.13 - Análise Preliminar de Riscos (APR)

Com intuito de avaliar os riscos relacionados ao empreendimento foi efetuada a APR conforme consta a seguir.

15.15.2.13.1 - Objetivo da Aplicação da APR e Abrangência de Análise

O principal objetivo deste documento é estabelecer uma sistemática para servir de referência para os procedimentos internos do empreendedor em decorrência de liberações acidentais de substâncias perigosas e/ou energia de forma descontrolada, considerados os riscos associados à operação diária do Aterro Sanitário.

15.15.2.13.2 - Descrição do Sistema Analisado, com ênfase em Operação e Manutenção

O Aterro Sanitário constitui um empreendimento de disposição final de resíduos domiciliares urbanos que opera sob uma sequência logicamente encadeada e repetitiva de ações, as quais podem ser visualizadas no fluxograma de processo a seguir relacionado, o qual abrange desde a recepção até a compactação dos resíduos dispostos na célula ativa (Figura 119).

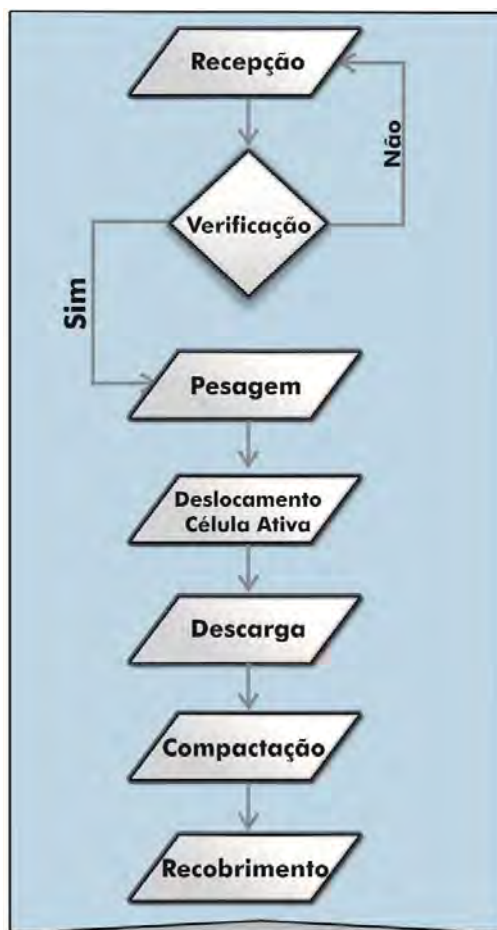


Figura 119 - Fluxograma operacional do processo desde a recepção até a compactação dos resíduos dispostos na célula ativa.

Após o preenchimento completo de uma célula ocorrem procedimentos de encerramento que englobam a regularização do topo e o recobrimento com material impermeável.

Concomitantemente à disposição final ocorre o tratamento dos efluentes para possível alcançar os níveis máximos permitidos pela Legislação vigente previamente à emissão.

15.15.2.13.3 - Metodologia Utilizada e Critérios de Análise

A metodologia utilizada para consecução da APR considerou os seguintes procedimentos:

- Levantamento diagnóstico para identificação de todas as atividades e procedimentos operacionais que podem implicar em risco ambiental;
- Para cada atividade e procedimento operacional que podem implicar em risco ambiental foram avaliados cenários de acidente com as seguintes denominações: extremamente remota, remota, improvável e provável;
- Para cada cenário foram elencadas categorias de severidade das consequências dos cenários;



d) Por fim, foram considerados os sistemas de proteção existentes e os procedimentos de segurança que podem minimizar os riscos para cada atividade e cenário observado.

As categorias de frequências dos cenários usadas em APR foram as seguintes (Quadro 35):

Quadro 35 - Categorias de frequência dos cenários usadas em APR. Fonte: FEPAM - Manual de Análise de Riscos Industriais.

Categoria	Denominação	Descrição
A	Muito Improvável	Cenários que dependam de falhas múltiplas de sistemas de proteção ou ruptura por falha mecânica de vasos de pressão. Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação
B	Improvável	Falhas múltiplas no sistema (humanas e/ou equipamentos) ou rupturas de equipamentos de grande porte. Não esperado de ocorrer durante a vida útil da instalação. Sem registro de ocorrência prévia na instalação
C	Ocasional	A ocorrência do cenário depende de uma única falha (humana ou equipamento)
D	Provável	Esperada uma ocorrência durante a vida útil do sistema.
E	Frequente	Pelo menos uma ocorrência do cenário já registrado no próprio sistema. Esperando ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação

Já as categorias de severidade das consequências dos cenários consideraram os critérios descritos no Quadro 36, a seguir.

Quadro 36 - Categorias de severidade das consequências dos cenários. Fonte: FEPAM - Manual de Análise de Riscos Industriais.

Categoria	Denominação	Descrição/Características
I	Desprezível	Incidentes operacionais que podem causar indisposição ou mal-estar ao pessoal e danos insignificantes ao meio ambiente e equipamentos (facilmente reparáveis e de baixo custo). Sem impactos ambientais.
II	Marginal	Com potencial para causar ferimentos ao pessoal, pequenos danos ao meio ambiente ou equipamentos/instrumentos. Redução significativa da produção. Impactos ambientais restritos ao local da instalação, controlável.
III	Crítica	Com potencial para causar uma ou algumas vítimas fatais ou grandes danos ao meio ambiente ou às instalações. Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe.
IV	Catastrófica	Com potencial para causar várias vítimas fatais. Danos irreparáveis ou impossíveis (custo/ tempo) às instalações.

15.15.2.13.4 - Apresentação das Conclusões Gerais da APR, com os Cenários Identificados

No Quadro 37 consta a listagem dos riscos ambientais e os respectivos cenários de acidentes identificados para o empreendimento em questão. Para cada item foi contemplada na análise a severidade do risco, os sistemas de proteção existentes, bem como os procedimentos de segurança considerados pertinentes para o controle dos riscos.



Quadro 37 - Análise Preliminar de Riscos (APR) do empreendimento Aterro Sanitário.

Listagem dos Riscos Ambientais	Cenários de Acidente	Severidade	Risco Potencial	Sistemas de Proteção Existentes e Procedimentos de Segurança
Rompimento da geomembrana na base da célula de disposição de resíduos	Extremamente remota	Crítica	Crítico	Cobertura de argila compactada
Rompimento da camada de argila compactada na base da célula de disposição de resíduos	Extremamente remota	Marginal	Sério	Largura bastante considerável e elevada compactação da camada de argila
Rompimento da geomembrana nos taludes laterais da célula de disposição de resíduos	Provável	Marginal	Moderado	Procedimentos adequados de ancoragem e soldagem, correta inclinação dos taludes; troca de áreas rompidas ou comprometidas
Rompimento da geomembrana na base das lagoas de contenção de percolados do sistema de tratamento de efluentes	Provável	Crítica	Sério	Procedimentos adequados de soldagem, correta inclinação dos taludes; troca de áreas rompidas ou comprometidas
Rompimento da geomembrana nos taludes laterais das lagoas de contenção de percolados do sistema de tratamento de efluentes	Provável	Marginal	Moderado	Procedimentos adequados de ancoragem e soldagem, correta inclinação dos taludes; troca de áreas rompidas ou comprometidas
Rompimento e escorregamentos nos taludes laterais das células de disposição de resíduos	Remota	Marginal	Moderado	Cortes e alturas corretos das bermas, correção da superfície do talude, compactação quando necessário
Desmoronamento e/ou escorregamento nas pilhas de resíduos do maciço	Provável	Marginal	Moderado	Compactação progressiva das pilhas de resíduos; acumulação apenas até inclinações e alturas tecnicamente seguras
Rompimento das tubulações do sistema de drenagem de percolados	Remota	Marginal	Sério	Troca imediata e conserto do segmento rompido
Trasbordamento nas lagoas de contenção de percolados	Provável	Crítica	Sério	Bombeamento do volume excedente de percolado e recirculação no maciço de resíduos
Paralisação na unidade de tratamento físico-químico por falta de energia	Remota	Crítica	Moderado	Utilização de gerador auxiliar
Paralisação na unidade de tratamento físico-químico por falha mecânica	Provável	Crítica	Moderado	Bombeamento do volume excedente de percolado e recirculação no maciço de resíduos
Explosões em bolsões de gás metano acumulado	Improvável	Crítica	Crítico	Inspeção periódica do sistema de drenagem de gases e implantação de novos drenos em locais onde for observado aumento do risco
Incêndios em bolsões de gás metano acumulado	Improvável	Crítica	Crítico	Isolamento da área do entorno, contato com o Batalhão do Corpo de Bombeiros, disponibilidade de material inerte para cobertura dos resíduos, brigada de incêndio aterro sanitário treinada e disponível
Incêndios no maciço de resíduos sólidos	Improvável	Crítica	Crítico	Isolamento da área do entorno, disponibilidade de material inerte para cobertura dos resíduos, contato com o Batalhão do Corpo de Bombeiros, brigada de incêndio aterro sanitário treinada e disponível
Acidentes de tráfego com os caminhões transportadores de resíduos	Improvável	Marginal	Moderado	Manutenção da sinalização do acesso principal e vias internas de serviço, treinamento dos motoristas credenciados, observação visual das condições operacionais dos caminhões transportadores quando da passagem pela balança de pesagem
Acidentes de operação com os equipamentos de manejo dos resíduos	Provável	Marginal	Moderado	Manutenção mecânica periódica dos equipamentos, garantia da capacidade de tráfego e da sinalização do acesso principal e vias internas de serviço, treinamento dos motoristas credenciados, observação visual das condições operacionais dos equipamentos, operação nas cargas de trabalho e horários compatíveis com as especificações técnicas dos equipamentos



Listagem dos Riscos Ambientais	Cenários de Acidente	Severidade	Risco Potencial	Sistemas de Proteção Existentes e Procedimentos de Segurança
Impossibilidade de descarga dos resíduos sólidos no Aterro Sanitário por más condições do acesso principal	Improvável	Marginal	Menor	Aviso aos clientes para que não enviem cargas de resíduos ao aterro
Atropelamento de pessoas por equipamentos ou caminhões transportadores de resíduos	Improvável	Insignificante	Moderado	Manutenção da sinalização do acesso principal e vias internas de serviço, treinamento dos motoristas credenciados, observação visual das condições operacionais dos caminhões transportadores quando da passagem pela balança de pesagem
Afogamento de animais nas lagoas de contenção do sistema de tratamento de percolados	Improvável	Insignificante	Menor	Manutenção das cercas perimetrais das lagoas do sistema de tratamento de percolados
Contaminação do solo por líquidos percolados oriundos das células de disposição de resíduos	Provável	Crítica	Sério	Remoção do solo contaminado e disposição na célula de disposição de resíduos ativa
Contaminação das águas superficiais por líquidos percolados oriundos das células de disposição de resíduos	Improvável	Crítica	Sério	Encerrar o mais rápido possível a fonte ativa de emissão de percolado, conter a área de vazamento com material terrígeno compactado, remoção do solo contaminado e disposição na célula de disposição de resíduos ativa, destinar o efluente para a área de tratamento do aterro
Contaminação das águas subterrâneas por líquidos percolados oriundos das células de disposição de resíduos	Extremamente remota	Crítica	Sério	Encerrar o mais rápido possível a fonte ativa de emissão de percolado, efetuar o bombeamento do freático com bomba especial, destinar o efluente para a área de tratamento do aterro
Intoxicação de pessoas e animais por fumaça e gases tóxicos gerados por incêndios nas células de disposição de resíduos	Extremamente remota	Crítica	Sério	Encaminhar as pessoas e animais afetados por gases para atendimento em unidade de saúde da região e clínicas veterinárias
Intoxicação de pessoas e animais por fumaça e gases tóxicos gerados por explosões nas células de disposição de resíduos	Extremamente remota	Crítica	Sério	Encaminhar as pessoas e animais afetados por gases para atendimento em unidade de saúde da região e clínicas veterinárias
Incêndio florestal ocasionado por raio	Improvável	Marginal	Sério	Disponibilidade de extintores conforme PPCI, contato com o Batalhão do Corpo de Bombeiros, brigada de incêndio aterro sanitário treinada e disponível
Incêndio florestal ocasionado pelo calor solar	Improvável	Marginal	Sério	Disponibilidade de extintores conforme PPCI, contato com o Batalhão do Corpo de Bombeiros, brigada de incêndio aterro sanitário treinada e disponível
Incêndio ocasionado por curto-circuito no prédio administrativo ou na ETE	Remota	Marginal	Sério	Disponibilidade de extintores conforme PPCI, contato com o Batalhão do Corpo de Bombeiros, brigada de incêndio aterro sanitário treinada e disponível



A partir da análise do Quadro 37 conclui-se que o empreendimento Aterro Sanitário Municipal apresenta alguns riscos que devem ser monitorados com maior detalhe, especialmente no que diz respeito ao rompimento de membranas laterais, obstrução de drenos de gás e incapacidade de tratamento dos efluentes gerados. Para esses itens, a experiência já adquirida nos anos de operação no local, indica que o rompimento de membranas pode ser rapidamente sanado, visto que há equipamentos, equipe e materiais permanentemente disponíveis no local do empreendimento para reparos rápidos e adequados a esta situação. Quanto ao tratamento de efluentes, com a implantação do sistema físico-químico e o adequado dimensionamento das lagoas de contenção espera-se que não mais ocorram problemas neste sentido, os quais estão normalmente relacionados ao período invernal quando podem ocorrer chuvas intensas e persistentes.

15.15.3 - Uso de EPIs Pelos Trabalhadores do Aterro Sanitário e Operações Associadas

Os principais equipamentos de proteção individual recomendados para os trabalhadores do Aterro Sanitário e operações associadas são os seguintes:

- Luvas de Proteção: a Luva de Proteção utilizada pelos profissionais de resíduos sólidos deve oferecer resistência contra cortes e perfurações. Um ótimo exemplo disso é a Luva de Malha com revestimento Nitrílico - um EPI resistente e confortável, que não prejudica o manuseio de materiais.
- Botinas de Segurança: as botinas são importantes para promover uma barreira entre o colaborador e o contaminante. Além disso, possuindo uma biqueira adequada, protege também de quedas de objetos, perfurações, etc.
- Vestimenta de Segurança: é o EPI que protege o corpo inteiro, também conhecido como Macacão de Segurança. Muito utilizado pelos profissionais de que caminham sobre as células de resíduos.
- Capacete para proteção contra impactos de objetos;
- Óculos de proteção contra impactos de partículas em especial no manuseio de produtos químicos;
- Protetor auditivo circum-auricular ou de inserção para operadores de máquinas e equipamentos pesados;
- Colete refletor quando circular por áreas com trânsito de máquinas pesadas ou caminhões coletores-compactadores de resíduos.



16 - PLANO DE MONITORAMENTO GEOAMBIENTAL

Este tópico trata dos Programas que comporão o Plano de Monitoramento Geoambiental da área do aterro sanitário no período operacional ativo restante.

16.1 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RUÍDOS, POLUIÇÃO E ODORES NA FASE DE OPERAÇÃO

O monitoramento dos impactos resultantes dos ruídos oriundos da operação e trânsito de máquinas, veículos e equipamentos na área interna do aterro sanitário, bem como a eventual geração de partículas no ambiente (poluição atmosférica) e vazamentos será o objeto deste Programa. Associada, também constará a avaliação periódica da ocorrência de odores vinculada principalmente à degradação da fração orgânica dos resíduos dispostos em célula.

Os níveis de pressão sonora (ruídos) decorrentes da atividade desenvolvida no local deverão estar em conformidade com os parâmetros preconizados na Resolução CONAMA n° 001/1990³ e NBR 10.151/00⁴.

Para tanto, são propostas as seguintes ações:

- Verificação periódica do atendimento às manutenções veiculares e de máquinas e equipamentos exigíveis e recomendadas pelos fabricantes para todos os itens em operação no aterro sanitário;
- Inspeção visual em veículos, máquinas e equipamentos para identificação de vazamentos;
- Inspeção visual para observação da condição da fumaça expelida pelos veículos, máquinas e equipamentos para identificação de fumaça preta;
- Verificação da condição de veículos, máquinas e equipamentos para observação de ruídos excessivos relacionados às operações;
- Realização de inspeção perimetral ao longo da célula ativa e célula encerrada para identificação da ocorrência de zonas com odores desagradáveis além do recomendado.

No caso de identificação de inconformidades estão inseridas neste Programa as seguintes ações corretivas e adequações:

- Para itens cujas manutenções regulares de veículos, máquinas e equipamentos

³ RESOLUÇÃO CONAMA n° 1, de 8 de março de 1990 Publicada no DOU n° 63, de 2 de abril de 1990, Seção 1, página 6408. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.

⁴ ABNT/NBR 10151/2000. Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento.



estejam fora do prazo ou quilometragem recomendado pelos fabricantes realizar a respectiva manutenção;

- Para os veículos, máquinas e equipamentos onde for identificada a ocorrência de vazamentos providenciar o devido reparo e manutenção;
- Para veículos, máquinas e equipamentos onde houver ocorrida a identificação de emissão de fumaça preta providenciar o devido reparo e manutenção;
- Para veículos, máquinas e equipamentos cuja observação indicar ocorrência de ruídos excessivos relacionados às operações providenciar o devido reparo e manutenção;
- No caso de identificação de odores desagradáveis além do recomendado será realizada a inspeção detalhada da célula para verificação de quais drenos e queimadores de gases estão com funcionamento aquém do desejado, bem como se a área de disposição da célula ativa está excessivamente grande. Em ambos os casos deverá ser programada a readequação, por meio de reparo, substituição ou ampliação da drenagem de gases e cobertura da área de disposição ativa.

16.2 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE EFLUENTES E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O monitoramento ambiental da área do aterro sanitário deverá seguir os ditames da Licença de Operação vigente, para os efluentes pré e pós-tratamento e para as águas subterrâneas, conforme segue:

Quadro 38 - Parâmetros e frequência de monitoramento da qualidade do tratamento de efluentes.

Parâmetro Analítico	Frequência
pH	Análises Mensais
DBO	Análises Mensais
DQO	Análises Mensais
Nitrogênio Amoniacal	Análises Mensais
Nitrito	Análises Mensais
Nitrato	Análises Mensais
Arsênio	Análises Semestrais
Cádmio	Análises Semestrais
Chumbo	Análises Semestrais
Cianeto	Análises Semestrais
Cobre	Análises Semestrais
Cromo Hexavalente	Análises Semestrais
Ferro	Análises Semestrais
Fenóis	Análises Semestrais
Manganês	Análises Semestrais
Mercúrio	Análises Semestrais
Escherichia Coli	Análises Semestrais



Quadro 39 - Parâmetros e frequência de monitoramento da qualidade do tratamento de das águas subterrâneas.

Parâmetro Analítico	Frequência
pH	Análises Trimestrais
DBO	Análises Trimestrais
DQO	Análises Trimestrais
Nitrato	Análises Trimestrais
Nitrito	Análises Trimestrais
Alumínio	Análises Trimestrais
Cádmio	Análises Anuais
Bário	Análises Anuais
Chumbo	Análises Anuais
Cobre	Análises Anuais
Cromo	Análises Anuais
Ferro	Análises Anuais
Manganês	Análises Anuais
Mercurio	Análises Anuais
Níquel	Análises Anuais
Zinco	Análises Anuais
Cloreto	Análises Anuais
Sulfato	Análises Anuais
Fenóis	Análises Anuais
Cianeto	Análises Anuais
Coliformes Termotolerantes	Análises Anuais

16.3 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO DAS DEFORMAÇÕES DAS BERMAS E TALUDES NA FASE DE OPERAÇÃO

Adicionalmente ao monitoramento das águas subterrâneas e efluentes, para o monitoramento geotécnico do maciço durante a fase de operação serão utilizados marcos superficiais (instalados no aterro durante a fase de operação) juntamente com marcos fixos, irremovíveis, implantados fora da área do Aterro Sanitário (referência de nível e posição relativa). A partir daí são observados, por levantamento topográfico, os deslocamentos horizontais e verticais (recalques) dos marcos superficiais. Portanto, a diferença de nível entre o marco superficial (dentro da célula) e o marco fixo (fora da célula), representa o recalque do maciço.

Na Figura 120, abaixo relacionada, consta o corte esquemático dos marcos superficiais que deverão ser instalados no maciço de resíduos do aterro.

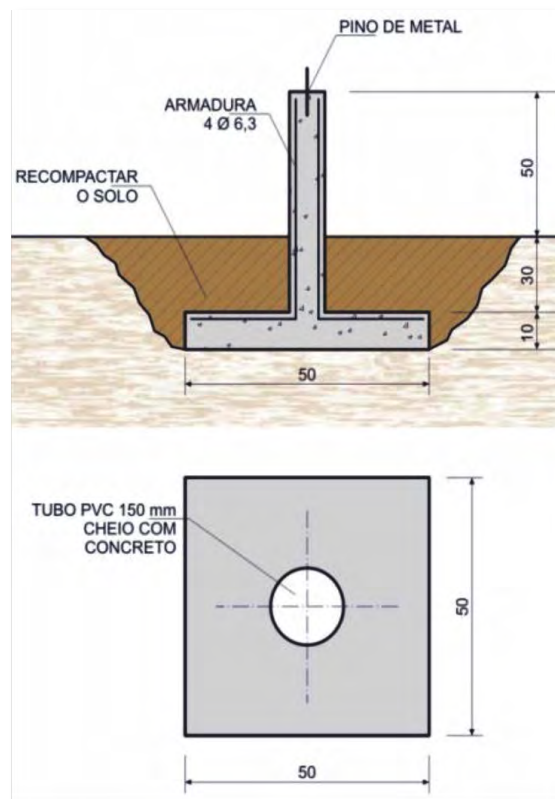


Figura 120 - Corte esquemático do marco superficial.

Ressalta-se que os marcos superficiais devem ser instalados na medida em que os taludes vão sendo finalizados totalmente sobre a camada impermeabilizante superior. Os marcos são constituídos de concreto com armação de 4 barras de 6,3 mm. A estrutura tem dimensão quadrada de 50x50 cm e altura de 10cm. No centro geométrico está localizado o tubo vertical de PVC de 150 mm com 80 cm de altura, preenchido com concreto e com pino metálico em sua ponta. O marco deve ser enterrado 40 cm no solo (marco fixo) ou maciço de RSU (marco superficial) para que o tubo vertical fique 50 cm acima do nível do solo. Os marcos devem ser devidamente identificados com as marcações MF para marco fixo e MS para marco superficial, em numeral conforme indicado em projeto.

Para apoio ao levantamento topográfico deverão ser implantados pelo menos três marcos topográficos físicos no entorno maior da área de monitoramento, os quais serão sequencialmente ocupados ao longo das campanhas de medição.

Recomenda-se a realização de campanhas trimestrais de medição do posicionamento dos marcos de controle, em vista das boas condições de estabilidade geotécnica identificadas nas bermas e taludes na fase de diagnóstico e, mensalmente, caso sejam identificadas feições deformacionais de monta em alguma das campanhas realizadas.

Adicionalmente, poderão ser implementados outros Programas ou ações específicas de controle e monitoramento caso seja verificada a necessidade de um maior detalhamento do



comportamento destas ou de outras variáveis ambientais.

16.4 - PROGRAMA DE LEVANTAMENTO GRAVIMÉTRICO DOS RESÍDUOS URBANOS MUNICIPAIS

A execução de estudos gravimétricos no âmbito do município é importante para a melhoria da coleta seletiva e coleta convencional de resíduos. Com a realização de estudos dessa natureza, a pelo menos cada 03 anos, serão geradas informações úteis acerca das tipologias de resíduos geradas por bairro e os respectivos volumes, o que auxiliará na definição de melhores rotas, frequências de coleta e eventuais campanhas de conscientização e educação ambiental, tudo com foco na gestão mais adequada dos RSU.

Para que sejam obtidos dados mais consistentes, recomenda-se que sejam realizados os estudos gravimétricos a cada trimestre do ano, em janeiro, março, julho e dezembro, com intuito de capturar melhor as variações sazonais associadas aos hábitos da população em cada estação do ano.

Também correlaciona-se este Programa com a vida útil do aterro sanitário, tendo em vista que a redução da disposição final de resíduos, se houver um aumento na coleta de resíduos associada à coleta seletiva, aumenta proporcionalmente o período de uso do empreendimento.

17 - PLANO DE MONITORAMENTO DO ENCERRAMENTO DA ÁREA NA FASE PÓS-OPERACIONAL

Após a finalização da capacidade operativa da área de disposição final de RSU no Aterro Sanitário deverão ser conduzidos Programas específicos para acompanhamento da qualidade ambiental ao longo do desenvolvimento dessa etapa, por um período de pelo menos 10 anos (nos termos da Norma Técnica da ABNT NBR 15.849 de 2010 - Resíduos sólidos urbanos - Aterros sanitários de pequeno porte - Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento), ou conforme for definido pelo órgão ambiental no processo de licenciamento ambiental do encerramento do empreendimento.

Ao menos os seguintes Programas deverão ser observados e conduzidos:

17.1 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E EFLUENTES DURANTE A FASE PÓS-OPERACIONAL

Essa fase será alcançada quando for alcançado o estágio de saturação (completação) da última célula e se desenvolverá ao longo do período necessário para que os produtos gerados pela degradação dos resíduos sejam considerados equilibrados em termos físico-químicos com o meio circundante o que, em termos temporais, deve alcançar um período



máximo de 10 anos após o final da disposição de resíduos na última célula.

Para essa fase, serão mantidos o monitoramento para os efluentes pré e pós-tratamento e para as águas subterrâneas, conforme parâmetros e frequências abaixo relacionadas.

Importante destacar que o operador do aterro sanitário deve registrar o nível do lençol freático a cada coleta realizada

Quadro 40 - Parâmetros e frequência de monitoramento da qualidade do tratamento de efluentes.

Parâmetro Analítico	Frequência
pH	Análises Semestrais
DBO	Análises Semestrais
DQO	Análises Semestrais
Nitrogênio Amoniacal	Análises Semestrais
Nitrito	Análises Semestrais
Nitrato	Análises Semestrais
Arsênio	Análises Semestrais
Cádmio	Análises Semestrais
Chumbo	Análises Semestrais
Cianeto	Análises Semestrais
Cobre	Análises Semestrais
Cromo Hexavalente	Análises Semestrais
Ferro	Análises Semestrais
Fenóis	Análises Semestrais
Manganês	Análises Semestrais
Mercúrio	Análises Semestrais
Escherichia Coli	Análises Semestrais

Quadro 41 - Parâmetros e frequência de monitoramento da qualidade do tratamento de das águas subterrâneas.

Parâmetro Analítico	Frequência
pH	Análises Anuais
DBO	Análises Anuais
DQO	Análises Anuais
Nitrato	Análises Anuais
Nitrito	Análises Anuais
Alumínio	Análises Anuais
Cádmio	Análises Anuais
Bário	Análises Anuais
Chumbo	Análises Anuais
Cobre	Análises Anuais
Cromo	Análises Anuais
Ferro	Análises Anuais
Manganês	Análises Anuais
Mercúrio	Análises Anuais
Níquel	Análises Anuais
Zinco	Análises Anuais
Cloreto	Análises Anuais
Sulfato	Análises Anuais
Fenóis	Análises Anuais
Cianeto	Análises Anuais
Coliformes Termotolerantes	Análises Anuais



17.2 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO DAS DEFORMAÇÕES DAS BERMAS E TALUDES NA FASE DE ENCERRAMENTO E PÓS-OPERAÇÃO

Para o monitoramento geotécnico do maciço na fase de encerramento e pós-operação serão utilizados marcos superficiais (instalados no aterro durante a fase de operação) juntamente com marcos fixos, irremovíveis, implantados fora da área do aterro (referência de nível e posição relativa). A partir daí são observados, por levantamento topográfico, os deslocamentos horizontais e verticais (recalques) dos marcos superficiais. Portanto, a diferença de nível entre o marco superficial (dentro da célula) e o marco fixo (fora da célula), representa o recalque do maciço.

Para apoio ao levantamento topográfico deverão ser considerados pelo menos três marcos topográficos físicos no entorno maior da área de monitoramento, os quais serão sequencialmente ocupados ao longo das campanhas de medição.

Recomenda-se a realização de campanhas semestrais de medição do posicionamento dos marcos de controle, em vista das boas condições de estabilidade geotécnica identificadas nas bermas e taludes na fase de diagnóstico e, mensalmente, caso sejam identificadas feições deformacionais de monta em alguma das campanhas realizadas.

Adicionalmente, poderão ser implementados outros Programas ou ações específicas de controle e monitoramento caso seja verificada a necessidade de um maior detalhamento do comportamento destas ou de outras variáveis ambientais.

17.3 - PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DAS CERCAS PERIMETRAIS

As cercas que definem o perímetro do Aterro Sanitário deverão ser vistoriadas semestralmente para avaliação das condições operacionais, visto que oferecem segurança necessária contra a entrada de pessoas e animais nas áreas das células encerradas. Caso sejam identificados danos, deverá ser efetuada a comunicação ao encarregado para que proceda aos consertos ou substituições necessárias. Eventualmente, no caso de roubos ou danos de grande monta, uma vez identificados, será imediatamente solicitado ao encarregado que proceda as correções necessárias.

18 - CRONOGRAMA FÍSICO DE IMPLANTAÇÃO

Em continuidade, no Quadro 42, consta o Cronograma Físico plausível para a execução das principais atividades concernentes à ampliação e operação do Aterro Sanitário Municipal de Caçador - SC.



19 - USO FUTURO DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO

A área das células encerradas será mantida com cobertura vegetal de gramíneas até ser progressivamente incorporada à paisagem que predomina na região. Mesmo sem outro uso proposto, conforme já mencionado, deverá ser mantida a sinalização e o isolamento após o encerramento, com intuito de garantir a integridade da gleba contra invasões e usos inadequados.

20 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Considerados os estudos, projetos e levantamentos realizados ao longo da consecução do Contrato em apreço, podem ser relatadas as seguintes conclusões e recomendações:

- O Aterro Sanitário de Caçador está situado em uma área plenamente adequada para a realização das atividades correlatas à disposição final de resíduos sólidos urbanos;
- A gleba de interesse já tem atividades associadas à operação desta natureza a cerca de 20 anos;
- Não há possibilidade de grande avanço na área além do compartimento destinado à abertura de células já existentes e para uma única ampliação, em vista da topografia desfavorável, ocorrência de ampla vegetação florestal preservada e recursos hídricos nas outras porções do terreno;
- Em termos executivos, o Aterro Sanitário de Caçador opera atualmente sob condições adequadas consideradas as condicionantes da LO vigente e também a efetiva infraestrutura e porte do empreendimento em si;
- O Projeto em questão visa o desenvolvimento adequado das ações para utilização plena do local até o esgotamento da vida útil, considerando também o período pós-operação e encerramento;
- Os serviços em apreço obtiveram como principal resultado a possibilidade de utilização do espaço físico ainda disponível na gleba por um período de aproximadamente 05 anos corridos, contados da data de outubro de 2022, ou seja, até outubro de 2027;
- Após o encerramento da capacidade de disposição de resíduos sólidos urbanos no local, será necessário proceder o monitoramento ambiental continuado até que sejam considerados estabilizados os parâmetros dos poços de monitoramento do entorno, bem como seja considerado estabilizado o efluente em condições de atendimento dos parâmetros da legislação vigente, sem tratamento;



- Como medidas mais prementes na área recomenda-se a implantação de uma nova lagoa de contenção de efluentes a ser adicionada aos elementos componentes da ETE existente, a implantação da próxima célula de disposição de resíduos (última a operar no aterro) denominada célula 2 e o cercamento da porção sudoeste da área, atualmente sem proteção alguma contra a invasão por pessoas e animais.
- Necessário citar que há uma área de divisa onde há um Projeto de Permuta em curso com troca de 2.323,75 m² de área entre a Prefeitura Municipal e o proprietário lindeiro na face noroeste da Matrícula. Tal Projeto deve ser devidamente aprovado para dar embasamento legal à situação consolidada de ocupação existente e assim efetuar a plena regularização fundiária da área;
- Há também uma área de aproximadamente 800 metros quadrados na face norte-oeste de divisa considerados os limites do imóvel que contém o empreendimento, onde ocorreu a supressão de vegetação florestal nativa, para a qual deve-se buscar identificar os responsáveis e, caso o procedimento tenha ocorrido sem o devido licenciamento ambiental, aplicar as sanções legais cabíveis;
- Também necessário ajustar com a operadora atual do aterro sanitário questões que foram levantadas durante a etapa de diagnóstico, relativamente à propriedade da balança, edificação relacionada às atividades de recepção e pesagem construída pela atual operadora, portão de acesso instalado pela atual operadora e depósito também construído pela atual operadora, elementos que foram, segundo a operadora atual, implantados por esta para possibilitar a adequada operação do empreendimento;
- Necessário esclarecer, por fim, a qual ente cabe o pagamento a Licença de Operação - Renovação junto ao órgão ambiental, procedimento que, segundo a operadora atual, tem sido realizado por esta em nome da Prefeitura Municipal de Caçador.



21 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS E CONSULTADAS

ALMEIDA, R. G., 2012. Estudo da Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares Urbanos do Município de Caçador SC, à Partir da Caracterização Física e Composição Gravimétrica. Ignis, Caçador, v. 1, n. 1, jan./jun. 2012.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. Conceitos básicos de resíduos sólidos. São Carlos: EESC/USP, 1999.

BISHOP, A. W.; MORGENSTERN, N. Stability Coefficients for Earth Slopes. Géotechnique, London, v.10, n. 4, p.164-169, 1960.

CAMPOS, R. F. F. & BORGA, T., 2015. Geração de Resíduos Recicláveis no Município de Caçador - SC. Ignis, Caçador, v.4, n.1, p. 24-38, jan./dez. 2015.

CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM, 2018. LIXO MUNICIPAL: MANUAL DE GERENCIAMENTO INTEGRADO / COORDENAÇÃO GERAL. André Vilhena. - 4. ed. - São Paulo (SP): CEMPRE.

CIRSURES - Consórcio Intermunicipal de Resíduos Sólidos Urbanos da Região Sul. 2015. Relatório de Operação do Aterro Sanitário de Urussanga - SC, 107 p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. 1979. NORMA TÉCNICA L9.061. Determinação do grau de enegrecimento da fumaça emitida por fontes estacionárias otimizando a escala de Ringelmann reduzida: método de ensaio, 3p.

CONDER (Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia) - BA. Manual de Operação de Aterros Sanitários.

DAS, B. M. (2007). Fundamentos de Engenharia Geotécnica. 6 ed., Thomson Learning, São Paulo, SP, Brasil, 562 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. NORMA DNIT 016 - ES. Drenagem - Drenos Subsuperficiais - Especificação de Serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2006a, 9p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. NORMA DNIT 093 - EM. Tubo Dreno Corrugado de Polietileno de Alta Densidade PEAD Para Drenagem Rodoviária - Especificação de material - Rio de Janeiro: IPR, 2006b, 10p.

FUNDAÇÃO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE ROESSLER (FEPAM - RS). Instruções Técnicas Para a Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos.

FUNDAÇÃO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE ROESSLER (FEPAM - RS), 2016. Manual de Análise de Riscos Industriais, 50p.



- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA), 2004. Orientações técnicas para apresentação de projetos de resíduos sólidos urbano, Fundação Nacional de Saúde. - Brasília, 2004, 46 p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. 1995. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. 1ª ed. São Paulo, 278 p.
- MACCAFERRI AMÉRICA LATINA. 2009. Soluções Maccaferri Para Sistemas de Proteção Ambiental. Catálogo Técnico, 20 p.
- MACIEL, F. J., 2003. Estudo da geração, percolação e emissão de gases no aterro de resíduos sólidos da Muribeca/PE. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 173 p.
- MARANGON; M., 1998. Parâmetros dos Solos para Cálculo de Fundações. Disponível em [https://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/GF03-Par%
c3%a2metros-dos-Solos-para-C%
c3%a1lculo-de-Funda%
c3%a7%
c3%b5es.pdf](https://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/GF03-Par%c3%a2metros-dos-Solos-para-C%c3%a1lculo-de-Funda%c3%a7%c3%b5es.pdf).
- MARQUES, A. C. M., 2001. Compactação e Compressibilidade de Resíduos Sólidos Urbanos, Vol. I. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 267 p.
- MEIOESTE AMBIENTAL, 2022a. Relatório Técnico de Cumprimento das Condicionantes da Licença Ambiental de Operação do Aterro Sanitário de Caçador - SC, 303 p.
- MEIOESTE AMBIENTAL, 2022b. Planilhas de Recepção e Pesagem de Resíduos no Aterro Sanitário de Caçador. Relatório Interno.
- NOTUS SERVIÇOS DE ENGENHARIA S/C, 2014. Versão Final do Plano de Saneamento Básico de Caçador - PMSB - 1ª Revisão do PMSB - Contrato 015/2013, 339 p.
- NUVOLARI, A. et. al. 2003. Esgoto Sanitário - Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola, 1º ed., São Paulo (SP), Edgard Blucher, 520 p.
- PEDROSA - MACEDO, J. H. (Coordenador), 1993. Pragas Florestais do Sul do Brasil - IPEF/SIF, 112 p.
- ROCHA, E. M. R. 2005. Desempenho de um Sistema de Lagoas de Estabilização na Redução da Carga Orgânica do Percolado Gerado no Aterro de Muribeca (PE). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife (PE), 151 p.
- SANTA CATARINA (ESTADO). Plano estadual de resíduos sólidos de Santa Catarina: Contrato administrativo n. 012/2016./ Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, Diretoria de Saneamento e Meio Ambiente. Florianópolis: SDS, 2018.
- SINGH, S. & MURPHY, B. 1990. Evaluation of the Stability of Sanitary Landfills, em Geotechnics of Waste Fills - Theory and Practice, ed. A. Landva and G. Knowles (West



Conshohocken, PA: ASTM International, 1990), 240-258.

TOZETTO, C. M., 2008. Modelagem Matemática de Aterros Sanitários com a Simulação Hidrológica da Geração de Lixiviado: Estudo de Caso do Aterro Sanitário de Curitiba. Dissertação apresentada como pré-requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, 156 p.

VAN BEERS, W. F. J. Some homographs for the calculation of drain spacings. Wageningen: International Institute for Land Reclamation and Improvement, 1965. 48p.

VELASQUES, F. *et al.*. Usinas de triagem, compostagem e tratamento de chorume: uma opção econômica e sustentável. Rev. Augustus, Rio de Janeiro, v.20/nº39, p. 65-75 - jan./jun. 2015.



22 - ANEXOS

Anexo I - Anotações de Responsabilidade Técnica.

Anexo II - Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) - Processamento do Marco BASERTK.25.08 Utilizado Para Correção Diferencial e Georreferenciamento dos Pontos de Controle de Campo do Levantamento com GNSS de Precisão Topográfica.

Anexo III - Mosaico Aerofotogramétrico da Área do Aterro Sanitário Municipal de Caçador/SC.

Anexo IV - Mapa Topográfico e Planialtimétrico das Áreas de Ocupação da Célula do Aterro Sanitário.

Anexo V - Distribuição e Abrangência das Etapas Consecutivas de Preenchimento e Ocupação da Célula 2.

Anexo VI - Planta da Conformação Final Prevista Para o Maciço de Resíduos Após Esgotamento da Capacidade de Disposição Final nas Células.

Anexo VII - Planta Com a Proposição dos Serviços de Escavação e Terraplenagem Propostos Para o Nivelamento das Bases das Etapas de Ocupação da Célula 2.

Anexo VIII - Planta Com a Distribuição das Áreas de Corte e Aterro Propostos Para o Nivelamento das Bases das Etapas de Ocupação da Célula 2.

Anexo IX - Planta do Projeto com a Descrição da Impermeabilização de Base da Célula 2 de Disposição de Resíduos.

Anexo X - Planta da Distribuição dos Elementos Constituintes dos Sistemas de Drenagem de Chorume/Percolado e Biogás.

Anexo XI - Planta Baixa com Detalhes da Estação de Tratamento de Efluentes - ETE.

Anexo XII - Planta da Distribuição dos Elementos Constituintes do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais.

Anexo XIII - Distribuição das Cercas de Isolamento e Áreas de Implantação de Cortina Vegetal Complementar no Entorno do Perímetro do Empreendimento.

Anexo XIV - Planta Baixa com a Distribuição dos Principais Elementos de Projeto e Estruturas Associadas ao Aterro Sanitário.



23 - ANEXOS DIGITAIS GEORREFERENCIADOS

O Relatório Técnico tem os seguintes arquivos digitais georreferenciados em formato .kmz (compatível com o aplicativo Google Earth) como documentação técnica complementar:

- 1 - Geofotoalbum com os registros fotográficos mais relevantes obtidos durante a realização dos trabalhos de campo;
- 2 - Limite da gleba;
- 3 - Ortomosaico produzido pelo levantamento com drone multirrotor;
- 4 - Topografia - curvas de nível com equidistância vertical de 01 metro;
- 5 - Limite da célula 2 com as 4 etapas previstas de construção.



ANEXOS



Anexo I - Anotações de Responsabilidade Técnica.



**Anexo II - Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)
- Processamento do Marco BASERTK.25.08 Utilizado Para
Correção Diferencial e Georreferenciamento dos Pontos de
Controle de Campo do Levantamento com GNSS de Precisão
Topográfica.**



Anexo III - Mosaico Aerofotogramétrico da Área do Aterro Sanitário Municipal de Caçador/SC.



Anexo IV - Mapa Topográfico e Planialtimétrico das Áreas de Ocupação da Célula do Aterro Sanitário.



Anexo V - Distribuição e Abrangência das Etapas Consecutivas de Preenchimento e Ocupação da Célula 2.



**Anexo VI - Planta da Conformação Final Prevista Para o Maciço
de Resíduos Após Esgotamento da Capacidade de Disposição
Final nas Células.**



**Anexo VII - Planta Com a Proposição dos Serviços de Escavação
e Terraplenagem Propostos Para o Nivelamento das Bases das
Etapas de Ocupação da Célula 2.**



Anexo VIII - Planta Com a Distribuição das Áreas de Corte e Aterro Propostos Para o Nivelamento das Bases das Etapas de Ocupação da Célula 2.



**Anexo IX - Planta do Projeto com a Descrição da
Impermeabilização de Base da Célula 2 de Disposição de
Resíduos.**



Anexo X - Planta da Distribuição dos Elementos Constituintes dos Sistemas de Drenagem de Chorume/Percolado e Biogás.



Anexo XI - Planta Baixa com Detalhes da Estação de Tratamento de Efluentes - ETE.



Anexo XII - Planta da Distribuição dos Elementos Constituintes do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais.



Anexo XIII - Distribuição das Cercas de Isolamento e Áreas de Implantação de Cortina Vegetal Complementar no Entorno do Perímetro do Empreendimento.



**Anexo XIV - Planta Baixa com a Distribuição dos Principais
Elementos de Projeto e Estruturas Associadas ao Aterro
Sanitário.**



Relatório de Fiscalização RF-RSU-DF-CAÇADOR-004/2023



Acompanhe via internet em <https://aris.1doc.com.br/atendimento/> usando o código:
739.116.825.985.987.083

MEIO OESTE AMBIENTAL

andrefelipekleine@hotmail.com

CC

COFIS - Coordenadoria de Fiscalização

Município

Município de Caçador

prefeito@cacador.sc.gov.br

3 setores envolvidos

ESCH COFIS AFIS

27/04/2023 09:29

Relatório de Fiscalização

Gerenciamento de Resíduos Sólidos

INTRODUÇÃO

A Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS), por meio de sua equipe técnica, realizou no dia **20 de abril de 2023** a fiscalização programada no Aterro Sanitário localizado no Município de **Caçador**, que é operado pela **Meio Oeste Ambiental**.

A fiscalização teve como objetivo verificar se a unidade está de acordo com a Resolução Normativa/ARIS nº 002/2011, art. 3º, incisos I a IV:

I - verificar as condições, os instrumentos, as instalações e os procedimentos utilizados pelo prestador de serviços;

II - zelar para que a prestação dos serviços se faça de forma adequada;

III - verificar as condições da prestação dos serviços dos sistemas fiscalizados, no que se refere ao atendimento aos usuários e;

IV - identificar os pontos de não conformidade com as exigências da legislação aplicável.

A abertura da fiscalização ocorreu na Unidade de Disposição final, onde, além da equipe técnica da ARIS, estiveram presentes a Sra. Andréa Marafon, bióloga da Prefeitura de Caçador e o Sr. André Kleine, engenheiro da Meio Oeste Ambiental.

A fiscalização foi realizada pela Eng. Sanitarista e Ambiental Francine Caldart.

ENQUADRAMENTO LEGAL

O Aterro Sanitário fiscalizado atende municípios consorciados à ARIS através de respectiva(s) Lei(s) Municipal(ais) listada(s) abaixo.

Tabela: Relação de municípios consorciados à ARIS e respectivas leis de ingresso que são atendidos pelo Aterro Sanitário Fiscalizado.

MUNICÍPIO	LEI DE INGRESSO À ARIS
Caçador	Lei Municipal Nº 2.655/2009, aprovada em 6 de novembro de 2009

Os trabalhos de fiscalização e regulação dos municípios consorciados à ARIS estão amparados, principalmente, nas seguintes legislações vigentes:

Tabela: Principais leis, decretos, resoluções e portarias que norteiam às fiscalizações realizadas pela ARIS.

LEGISLAÇÃO	DESCRIÇÃO
Lei Federal nº 11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico e dá outras providências.
Decreto Federal nº 7.217/2010	Regulamenta a Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.
Lei Federal nº 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
Decreto Federal nº 7.404/2010	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 357/2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 396/2008	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 430/2011	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.
Resolução ARIS nº 004/2012	Procedimentos de Consultas e Reclamações dos Usuários dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, Coleta, Transporte e Disposição Final de Resíduos, Limpeza Urbana e Sistema de Drenagem.

IDENTIFICAÇÃO

Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS):

Rua General Bitencourt, no 1.885, 12º andar, Bairro Estreito. Florianópolis/SC.

CEP: 88.070-800.

Fone: (48) 3954-9100.

Prestador de Serviços:

Meioeste Ambiental LTDA

Escritório

Rua Conselheiro Mafra, 708, Caçador/SC

CEP: 89.500-000

Fone (49) 3563.2517

Unidade de disposição final

Rodovia SC 303, KM 08, S/N, Caçador/SC

CEP: 89.500-000

RELATÓRIO DE INFORMAÇÕES DO SISARIS - MÓDULO RESÍDUOS SÓLIDOS

Em análise ao Sistema de Informação sobre Saneamento da ARIS (SISARIS), no seu módulo Resíduos Sólidos, **não há** informações sistemáticas lançadas sobre a quantidade de Resíduos Sólidos recebidos mensalmente no Aterro Sanitário fiscalizado. Os últimos dados cadastrados são referentes ao ano de 2017.

UNIDADE DE DISPOSIÇÃO FINAL

O aterro recebe resíduos orgânicos e rejeitos da triagem. A unidade de triagem não está junto ao aterro e é realizada por uma cooperativa. O aterro recebe uma quantidade inferior a 35 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos. O aterro possui base impermeabilizada com manta PEAD e drenagem de base que conduz os percolados até o sistema de tratamento. Todos os resíduos que entram na área do aterro são pesados, para fins de controle de cargas. Os efluentes são tratados inicialmente por meio de lagoas e posteriormente por tratamento físico-químico seguido de carvão ativado, sendo então lançados em uma vala que conduz até um corpo receptor (Conforme descrito na LAO n. 936/2023).

CONSTATAÇÕES

Item fiscalizado 10.561 - Aterro Sanitário (Município de Caçador)

Aterro Sanitário

Aterro Sanitário



Endereço: Caçador, SC, Brasil. . **Cidade:** Caçador, Santa Catarina

Dados técnicos de localização: lat=-10.94142, long=-51.75133, accuracy=3.9

Data de início da fiscalização 20/04/2023

Data de término da fiscalização 20/04/2023

Constatações (Aterro Sanitário)

[ATE-00] Inexiste controle e operação, principalmente sobre a entrada e saída de caminhões no local NÃO

[ATE-01] Os acessos internos e externos estão desprotegidos e mantidos de maneira que não permite a utilização sob quaisquer condições climáticas NÃO

[ATE-01] Fotos de ATE-01



Foto 1 - Área interna da unidade



Foto 2 - Portão da unidade

[ATE-02] Inexiste cerca isolando a área em operação NÃO

[ATE-04] Não possui controle do acesso de pessoas estranhas NÃO

[ATE-05] Existem pessoas que frequentam o local sem permissão (catadores, por exemplo) NÃO

[ATE-06] Inexiste balança de pesagem ou outro método que mensure os resíduos na entrada NÃO

[ATE-06] Observações sobre ATE-06 Os veículos são pesados na chegada do aterro e são pesados novamente

após o descarregamento do rejeito. A última calibração da balança foi em agosto de 2021.

[ATE-06] Fotos de ATE-06



Foto 1 - Balança



Foto 2 - Bancada da balança



Foto 3 - Escritório



Foto 4 - Balança

[ATE-08] Inexiste rede de energia que possibilite iluminação noturna para as atividades

SIM

[ATE-08] Observações sobre ATE-08

O aterro não possui iluminação noturna

[ATE-09] Inexistem dispositivos de proteção contra o vento nas frentes de operação, quando necessário.

NÃO

[ATE-09] Fotos de ATE-09



Foto 1 - Cortina verde



Foto 2 - Cortina verde

[ATE-10] Inexistem dispositivos para manter aves e animais afastados do aterro

SIM

[ATE-10] Observações sobre ATE-10

Segundo o eng. responsável pelo aterro, foi utilizado dispositivos sonoros porém as aves continuavam presentes no aterro.

[ATE-10] Fotos de ATE-10



Foto 1 - Presença de aves no aterro



Foto 2 - Presença de aves no aterro

[ATE-11] Existem aves e/ou animais no aterro sanitário

SIM

[ATE-12] Inexiste registro de operação do aterro

NÃO

[ATE-13] No recebimento (registro de operação do aterro), não são registrados os dados quanto à origem dos resíduos

NÃO

[ATE-14] No recebimento (registro de operação do aterro), não são registrados os dados quanto ao peso dos resíduos

NÃO

[ATE-16] Inexiste veículo adequado para desmonte, espalhamento e compactação das pilhas de resíduos

NÃO

[ATE-16] Fotos de ATE-16



Foto 1 - Veículo do aterro

[ATE-17] Não é feito o recobrimento dos resíduos a cada jornada de trabalho

SIM

[ATE-17] Observações sobre ATE-17

Segundo o eng. responsável pelo aterro sanitário, o recobrimento é realizado a cada 3-4 dias.

[ATE-18] Quando esgotada a capacidade da célula, não é colocada camada de argila compactada

NÃO

[ATE-19] Após a camada de argila, não é colocada camada de terra e/ou são plantadas gramíneas

SIM

[ATE-19] Fotos de ATE-19



Foto 1 - Célula encerrada com gramíneas



Foto 2 - Parte da célula não possui gramíneas



Foto 3 - Ausência de gramíneas no talude

[ATE-20] O sistema de desvio de águas superficiais da área do aterro não opera adequadamente

SIM

[ATE-20] Observações sobre ATE-20

Não foi possível identificar se o líquido acumulado na célula em operação era somente água pluvial ou chorume do aterro, visto que no dia anterior à fiscalização houve precipitação de chuva.

[ATE-20] Fotos de ATE-20



Foto 1 - Acúmulo de líquido na célula em operação



Foto 2 - Acúmulo de líquido na célula em operação



Foto 3 - Acúmulo de líquido na célula em operação



Foto 4 - Drenagem de água superficial



Foto 5 - Sistema de drenagem de água superficial



Foto 6 - Sistema de drenagem de água superficial

[ATE-21] Inexiste camada de impermeabilização da base do aterro

NÃO

[ATE-21] Fotos de ATE-21



Foto 1 - Geomeбранas a serem colocadas



Foto 2 - Geomembranda sendo colocada na nova célula de operação

[ATE-22] Inexiste sistema de drenagem do líquido percolado internamente no aterro

NÃO

[ATE-23] O tratamento e destino final dado ao líquido percolado internamente é inadequado

SIM

[ATE-23] Observações sobre ATE-23

O sistema de tratamento do efluente não possui medidor de vazão, contudo o eng. responsável informou que a vazão do sistema é entorno de 2 m³/h. A dosagem dos produtos é fixa e não é alterada conforme a vazão do sistema. A limpeza da lagoa de decantação é realizada em média a cada 3 meses. A troca do carvão ativado é realizada a cada 2

meses. O lodo retirado da lagoa e o carvão ativado utilizado são incorporados no maciço do aterro. O efluente tratado é lançado com tubulação superficial em um ponto, enquanto na licença ambiental de operação consta que o lançamento será por valas até o corpo receptor.

[ATE-23] Fotos de ATE-23



Foto 1 - Lagoa aeróbia



Foto 2 - Unidade de tratamento físico-químico



Foto 3 - Dosador de sulfato de alumínio



Foto 4 - Tina de sulfato de alumínio



Foto 5 - Bomba dosadora



Foto 6 - Cone imhoff



Foto 7 - Tinas de coleta de água da chuva



Foto 8 - Flocculador



Foto 9 - Lagoa para decantação do lodo



Foto 10 - Tanques de sulfato de alumínio



Foto 11 - Filtros de carvão ativado



Foto 12 - Filtros de carvão ativado



Foto 13 - Lagoa de estabilização



Foto 14 - Local para destino final do efluente tratado



Foto 15 - Local para destino final do efluente tratado



Foto 16 - Lagoa anaeróbia



Foto 17 - Lagoa anaeróbia



Foto 18 - Lagoa aeróbia



Foto 19 - Caixa de passagem entre as lagoas



Foto 20 - Impermeabilização das lagoas



Foto 21 - Caixa de passagem entre as lagoas

[ATE-24] Inexiste sistema de drenagem dos gases gerados internamente no aterro

NÃO

[ATE-24] Observações sobre ATE-24

Ao total, são 57 drenos de gases no aterro.

[ATE-24] Fotos de ATE-24



Foto 1 - Dreno de gases

Observações Gerais

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Durante a fiscalização foram constatadas as seguintes não conformidades:

- [ATE-08] Inexiste rede de energia que possibilite iluminação noturna para as atividades;
- [ATE-10] Inexistem dispositivos para manter aves e animais afastados do aterro;
- [ATE-11] Existem aves e/ou animais no aterro sanitário;
- [ATE-17] Não é feito o recobrimento dos resíduos a cada jornada de trabalho;
- [ATE-19] Após a camada de argila, não é colocada camada de terra e/ou são plantadas gramíneas;
- [ATE-20] O sistema de desvio de águas superficiais da área do aterro não opera adequadamente;
- [ATE-23] O tratamento e destino final dado ao líquido percolado internamente é inadequado.
 - Na LAO n. 936/2023, o IMA estabelece no item 6.11 que "Em um prazo de 120 dias, apresentar um plano de ação e melhorias que deverão ser implementadas na estação de tratamento de efluentes, a fim de atender aos parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA 430/2011 e CONSEMA 181/2021". A análise do

efluente tratado enviada pelo prestador, referente ao mês de abril de 2023, aponta o resultado do parâmetro de nitrogênio amoniacal fora do permitido pela legislação.

Os seguintes documentos/informações foram solicitados ao prestador:

- Licença Ambiental de Operação:
 - O prestador encaminhou a LAO n. 936/2023.
- Certificado da calibração da balança;
 - O prestador encaminhou o recibo de pagamento da calibração da balança em agosto de 2021.
- Quantidade de drenos de gases no aterro;
 - O prestador informou que o aterro possui 57 drenos de gases.
- Monitoramento geotécnico do aterro;
 - O prestador informou que o monitoramento geotécnico do aterro é realizado através de levantamento topográfico e acompanhamento do escoamento do chorume.
- Últimas análises do tratamento de efluentes e poços de monitoramento.
 - O prestador encaminhou a análise do tratamento do efluente referente ao mês de abril de 2023, onde o resultado do parâmetro de nitrogênio amoniacal está fora do permitido pela legislação. O prestador também encaminhou a análise do monitoramento dos poços, onde o poço de monitoramento 05 apresentou resultado para o Nitrato fora do permitido pela legislação.

Os apontamentos deste Relatório de Fiscalização devem ser considerados pelo prestador de serviços a fim de orientar as melhorias a serem executadas no sistema.

O prestador de serviços deve manter cópia do presente Relatório de Fiscalização junto ao escritório local, à disposição para consulta pública dos usuários.

Remete-se cópia do Presente Relatório de Fiscalização ao Prefeito do Município de **Caçador** e ao Prestador, estando este disponível para consulta pública no site da ARIS.

—
Francine Caldart

Engenheira Sanitarista e Ambiental

francine@aris.sc.gov.br

Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento - ARIS

(49) 3319-3232 (Escritório Chapecó)

(48) 3954-9100 (Sede Florianópolis)

(editado 12 vezes - última modificação:)

Analises Abril 23.pdf (76,75 KB)	0 downloads
Analises Abril 23 entrada.pdf (74,58 KB)	0 downloads
BALANCA ATERRO.pdf (572,11 KB)	0 downloads
LIC 271445 ATERRO SANITARIO MUNICIPAL.pdf (53,80 KB)	0 downloads
Poco 1 fevereiro 23.pdf (68,02 KB)	0 downloads
Poco 3 fevereiro 23.pdf (67,86 KB)	0 downloads
Poco 5 fevereiro 23.pdf (68,02 KB)	0 downloads

[TAF.pdf](#) (440,95 KB)

0 downloads

[Ticket balanca.jpg](#) (85,99 KB)

0 downloads

Quem já visualizou?

2 ou mais pessoas

**Tramitação 1-
004/2023**

10/05/2023 10:53

(Encaminhado)

Francine C. **ESCH****COFIS - Coordena...**

CC

Segue relatório operacional.

—
Francine Caldart*Engenheira Sanitarista e Ambiental**francine@aris.sc.gov.br**Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento - ARIS**(49) 3319-3232 (Escritório Chapecó)**(48) 3954-9100 (Sede Florianópolis)*

Quem já visualizou?

2 ou mais pessoas

**Tramitação 2-
004/2023**

10/05/2023 14:27

(Encaminhado)

Willian G. **COFIS****AFIS - Apoio Fis...***A/C Larissa W.*

CC

Para atualização dos controles.

—
Willian J. Goetten*Coordenador de Fiscalização***Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento - ARIS***willian@aris.sc.gov.br**(48) 3954- 9100**www.aris.sc.gov.br*

Quem já visualizou?

1 pessoa

ARIS - Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento - General Liberato Bittencourt, 1885A - Andar 12 Estreito. CEP 88070-800 •

1Doc • www.1doc.com.br

Impresso em 10/05/2023 14:39:29 por Larissa Walzburiech - Apoio Fiscalização

"Quer você acredite que consiga fazer uma coisa ou não, você está certo." - *Henry Ford***1Doc**

LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO

Nº 936/2023

O Instituto do Meio Ambiente - IMA, no uso de suas atribuições que lhe são conferidas pelo inciso I do artigo 7º da Lei Estadual Nº 14.675 de 2009, com base no processo de licenciamento ambiental nº RSU/00009/CRP e parecer técnico nº 8061/2022, concede a presente **LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO** à:

Empreendedor

NOME:	MUNICÍPIO DE CAÇADOR				
ENDEREÇO:	AV. SANTA CATARINA, 195, CENTRO,				
CEP:	89500-000	MUNICÍPIO:	CAÇADOR	ESTADO:	SC
CPF/CNPJ:	83.074.302/0001-31				

Para Atividade de

ATIVIDADE:	34.41.10 - DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS URBANOS EM ATERROS SANITÁRIOS				
EMPREENHIMENTO:	PREFEITURA MUNICIPAL DE CAÇADOR - DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS				

Localizada em

ENDEREÇO:	RODOVIA SC 135, S/N, INTERIOR, KM 08				
CEP:	89500-000	MUNICÍPIO:	CAÇADOR	ESTADO:	SC
COORDENADA PLANA:	UTM X 496500 - UTM Y 7033650				

Da operação

A presente Licença, concebida com base nas informações apresentadas pelo interessado, declara a **viabilidade de operação** do empreendimento, equipamento ou atividade, quanto aos aspectos ambientais, e não dispensa nem substitui alvarás ou certidões de qualquer natureza, exigidas pela Legislação Federal, Estadual ou Municipal.

Condições gerais

- I. Quaisquer alterações nas especificações dos elementos apresentados no procedimento de licenciamento ambiental deverão ser precedidas de anuência do IMA.
- II. O IMA, mediante decisão motivada, poderá modificar as condições de validade, suspender ou cancelar a presente licença, caso ocorra:
 - Omissão ou falsa descrição de informações que subsidiaram a expedição da presente licença;
 - A superveniência de graves riscos ambientais e/ou de saúde pública;
 - Violação ou inadequação de quaisquer condições de validade da licença ou normas legais.
- III. A publicidade desta licença deve ocorrer conforme Lei Estadual 14.675/09, artigo 42.
- IV. Retificações e recurso administrativo relativos a presente licença devem ser encaminhados ao IMA no prazo de 20 (vinte) dias contados da data de comunicação de expedição da presente licença.

Prazo de validade

(48) meses, a contar da data 24/03/2023



Verifique a veracidade das informações usando o QRcode ao lado ou acessando o endereço web abaixo:

http://consultas.ima.sc.gov.br/licenca/lic_digital_form

FCEI: 607395

CÓDIGO: 271445



Condições de validade

1 - Descrição do empreendimento

Operação de um aterro sanitário que recebe uma quantidade inferior a 35 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos. O aterro possui base impermeabilizada com manta PEAD e drenagem de base que conduz os percolados até o sistema de tratamento.

Todos os resíduos que entram na área do aterro são pesados, para fins de controle de cargas.

Os efluentes são tratados inicialmente por meio de lagoas e posteriormente por tratamento físico-químico seguido de carvão ativado, sendo então lançados em uma vala que conduz até um corpo receptor.

Conforme estudo geológico, a área destinado ao aterro é constituída predominantemente por solos argilosos.

O imóvel está inserido na zona rural do município da Caçador, inscrito no Cartório de Registro de Imóveis de Caçador sob matrícula nº 16.924 e nº 16.923, com área de 129.313,00 m² e 57.275,00 m², respectivamente.

2 - Aspectos florestais

Existência e uso de área de preservação permanente (APP): De acordo com o mapa apresentado, a área útil do aterro não está em APP.

Autorização de Corte de vegetação (AuC): Não aplicável.

Espécies da flora e/ou fauna ameaçadas de extinção: Não informado.

Reserva legal: O imóvel possui inscrição no CAR, registro nº SC-4203006-5B79.707B.9940.4CA0.ACE2.2745.D7AB.D6D2.

Área verde: Não aplicável.

3 - Controles ambientais

3.1 - Base do aterro impermeabilizada com manta PEAD.

3.2 - Sistema de drenagem dos percolados instalados na base do aterro.

3.3 - Sistema de drenagem de águas pluviais instalados em diversos pontos, evitando assim a entrada de água da chuva dentro da área do aterro.

3.4 - Sistema de drenagem dos gases oriundos da degradação dos resíduos, com posterior queima dos mesmos.

3.5 - Tratamento de efluentes:

Lagoa Anaeróbia I;

Lagoa Anaeróbia II;

Lagoa Facultativa;

Tratamento físico-químico, com adição de coagulante e posterior separação por decantação;

Tratamento complementar por meio de carvão ativado.

3.6 - Poços de monitoramento de águas subterrâneas, sendo 3 a jusante e 1 a montante.

4 - Programas ambientais

4.1 - Programa de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas;

4.2 - Programa de monitoramento dos efluentes do sistema de tratamento;

4.3 - Monitoramento da recuperação ambiental das células já encerradas.

5 - Medidas compensatórias

Compensação pelo uso de APP: Não aplicável.

Compensação pelo Corte da Mata Atlântica: Não aplicável

Compensação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC): Não aplicável.

6 - Condições específicas

6.1 - Deverão obrigatoriamente ser respeitadas as áreas de preservação permanente, em atendimento à Lei Federal 12.651/12.

6.2 - Os níveis de pressão sonora (ruídos) decorrentes da atividade desenvolvida no local deverão estar em conformidade com os parâmetros preconizados na Resolução CONAMA nº 001/90 e NBR 10.151/00.

6.3 - O responsável pelo aterro deve projetar, construir, operar e manter um sistema de desvio de águas superficiais da área do aterro capaz de suportar uma chuva de pico de cinco anos.

6.4 - O sistema de drenagem de água não contaminada deve ser inspecionado regularmente e obrigatoriamente após precipitações pluviométricas intensas, com a finalidade de manter, repor e/ou desassorear.

6.5 - Realizar diariamente a vistoria no sistema de detecção de vazamento de líquido percolado (dreno testemunho).

6.6 - Todo aterro deve ser projetado de maneira a minimizar as emissões gasosas e promover a captação e tratamento adequado das eventuais emanações.

6.7 - Em caso de acidentes, devem ser tomadas, coordenadamente, medidas que minimizem ou restrinjam os possíveis efeitos danosos decorrentes. Tal sequência de procedimentos deve estar

discriminada no Plano de Emergência, cujo conteúdo deve atender ao disposto na BRR 13.896/97.
6.8 - Nas células encerradas deverá ser implementado o projeto e construção da cobertura final, de forma a minimizar a infiltração de água na célula, exigir pouca manutenção, não estar sujeita a erosão, acomodar assentamento sem fratura e possuir um coeficiente de permeabilidade inferior ao solo natural da área do aterro.
6.9- Toda documentação referente ao empreendimento de processo nº RSU/00009/CRP que venha a ser protocolada no IMA deverá ser feita em formato digital e referenciado o processo SGP-e nº FATMA 44294/2014.

6.10 - Com relação ao monitoramento, ENVIAR ANUALMENTE AO IMA, os seguintes relatórios:

6.10.1 Laudo com indicação clara e conclusiva de que o efluente do sistema de tratamento atende ou não ao estabelecido na Resolução CONAMA 430/2011 e CONSEMA 181/2021, ou outra legislação que regulamenta os padrões de lançamento de efluentes que venha a ser editada após a emissão desta licença.

Frequência mensal

Efluente bruto: DBO.

Efluente tratado: pH, materiais sedimentáveis, óleos minerais, óleos vegetais e gorduras animais, DBO, DQO e Escherichia coli.

Frequência semestral

Efluente tratado: todos os parâmetros inorgânicos constantes na Tabela I do art. 16, inciso II da Resolução CONAMA 430/2011.

6.10.2 A empresa deverá realizar semestralmente análise da água dos poços de monitoramento e apresentar laudo com indicação clara e conclusiva acerca do atendimento dos padrões estabelecidos na Resolução CONAMA 420/2009. Os parâmetros a serem avaliados são todos os parâmetros inorgânicos do Anexo II da Resolução CONAMA nº 420/2009. Registrar o nível do lençol freático a cada coleta realizada. Obs: quando algum parâmetro estiver fora dos limites estabelecidos na legislação, deve-se aumentar a frequência de análises e elaborar um relatório a fim de investigar a origem da contaminação.

6.10.3 As coletas e análises devem ser realizadas por laboratórios reconhecidos pelo IMA, conforme Decreto Estadual nº 3.754/2010. Não serão aceitos, para qualquer fim, documentos, laudos, certificados de análises, pareceres ou relatórios provenientes de laboratórios não reconhecidos.

6.10.4 Deve ser prevista medição do recalque e estabilidade do solo durante a operação e após a conclusão do empreendimento, com indicação do método de medição adotado (NBR 8419/1992). Instalar e monitorar os marcos topográficos e placas de recalque, com objetivo de evitar a ocorrência de escorregamentos;

6.10.5 O transporte de resíduos deverá ser realizado junto ao sistema MTR do IMA conforme portarias vigentes, devendo ser apresentadas ao IMA as Declarações de Movimentação de Resíduos e Rejeitos (DMR) e os Certificados de Destinação Final (CDF) anualmente em janeiro.

6.10.6 Conforme artigo 6º da Portaria IMA/SC nº 232/2021 publicada em 20/12/2021, o empreendimento deve elaborar mensalmente Declaração de Movimentação de Resíduos Sólidos Urbanos (DMRSU) exclusivamente por meio do Sistema MTR do IMA.

6.10.7 Somente é autorizada a disposição no aterro de resíduos que sejam classificados como Classe II conforme ABNT NBR 10004. Não podem ser dispostos resíduos perigosos que, em função de suas características (inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade) apresentem risco à saúde pública e ao meio ambiente (Resíduos Classe I conforme ABNT NBR 10004). Tais resíduos devem ser encaminhados para tratamento/disposição final local externo devidamente licenciado. Além disso, resíduos da construção civil também não podem ser dispostos no aterro, conforme dispõe a Resolução CONAMA nº 307/2002.

6.11 - Em um prazo de 120 dias, apresentar um plano de ação e melhorias que deverão ser implementadas na estação de tratamento de efluentes, a fim de atender aos parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA 430/2011 e CONSEMA 181/2021.

6.12 Os caminhões utilizados no transporte de resíduos só deverão ser higienizados na área licenciada do aterro, podendo este efluente ser incorporado na massa do aterro.

Documentos em anexo

Nada consta.

Observações

- I. Aplicam-se as restrições contidas no procedimento de Licenciamento Ambiental e na Legislação Ambiental em vigor.
- II. Aplicam-se as condições de validade expressas neste documento e seus anexos.
- III. Esta licença não autoriza o corte ou supressão de árvores, florestas ou qualquer forma de vegetação da Mata Atlântica.
- IV. Cópia da presente licença deverá ser exposta em local visível do empreendimento.
- V. De acordo com o artigo 40, Inciso III, parágrafo 4 da Lei Estadual 14.675/09, a renovação desta Licença Ambiental de Operação - LAO deverá ser requerida com antecedência mínima de 120 (cento e vinte) dias da expiração de seu prazo de validade, fixado na respectiva licença ambiental.
- VI. Havendo alteração dos atos constitutivos do empreendimento, cópia da documentação deve ser apresentada ao IMA sob pena do empreendedor acima identificado continuar sendo responsável pela atividade / empreendimento licenciado por este documento.

OBRA: AMPLIAÇÃO E OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL DE CAÇADOR - SC

LOCAL: RODOVIA SC 135 - CAÇADOR/SC

DATA: 08 DE AGOSTO DE 2023

OBS.: Os quantitativos foram levantados e informados pela equipe projetista

Todos os materiais postos e executados no local da obra com mobilização e frete incluso

ORÇAMENTO SEM DESONERAÇÃO

Enc. Soc. Sem Desoneração:	114,71% h
BDI p/ obra saneamento - Sem Desoner.	24,84%
BDI Dif. - Aluguel de máq e equipamentos	15,28%

ITEM	CÓDIGO	REFER.	DESCRIÇÃO	N° DE EVENTOS	FREQ.	QTDE.	UN.	CUSTO UN S/BDI (R\$)	PREÇO UN. (R\$)	PREÇO TOTAL (60 MESES)
01 MÃO DE OBRA OPERACIONAL 2.919.313,58										
1.1	SINAPI	100305	Engenheiro Civil ou Sanitarista e Ambiental*	60	mês	80,00	H	114,76	143,26	687.648,00
1.2	SINAPI	90776	Coordenador e Operador de Balança*	60	mês	190,66	H	38,73	48,35	553.104,66
1.3	SINAPI	88281	Motorista/operador de caminhão*	60	mês	147,33	H	34,65	43,25	382.321,35
1.4	SINAPI	88252	Auxiliar de serviços gerais (frente de serviço)*	60	mês	147,33	H	22,61	28,22	249.459,16
1.5	SINAPI	88294	Operador de Máquinas (Escavadeira hidráulica, Trator esteira, e similares)*	60	mês	190,66	H	30,94	38,62	441.797,35
1.6	SINAPI	90776	Operador de ETE*	60	mês	190,66	H	38,73	48,35	553.104,66
1.7	COMP	031	Equipe de topografia* incluso relatório mensal - monitoramento geotécnico	60	mês	8,00	H	86,58	108,08	51.878,40
02 MAQUINAS E EQUIPAMENTOS 5.306.090,94										
2.1	SINAPI	5631A	Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 0,80 m3, peso operacional 17 t, potencia bruta 111hp - Sem motorista	60	mês	104,00	CHP	164,56	189,70	1.183.728,00
2.2	SINAPI	5632A	Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 0,80 m3, peso operacional 17 t, potencia bruta 111 hp - Sem motorista	60	mês	66,60	CHI	52,75	60,81	242.996,76
2.3	SINAPI	5851A	Trator de esteiras, potência 150 hp, peso operacional 16,7 t, com roda motriz elevada e lâmina 3,18 m3 - Sem motorista	60	mês	104,00	CHP	213,98	246,67	1.539.220,80
2.4	COMP	5853A	Trator de esteiras, potência 150 hp, peso operacional 16,7 t, com roda motriz elevada e lâmina 3,18 m3 - Sem motorista	60	mês	66,60	CHI	55,21	63,64	254.305,44
2.5	SINAPI	91386A	Caminhão basculante 10 m3, trucado cabine simples, peso bruto total 23.000 kg, carga útil máxima 15.935 kg, distância entre eixos 4,80 m, potência 230 cv inclusive caçamba metálica - Sem motorista	60	mês	136,50	CHP	204,45	235,68	1.930.219,20
2.6	SINAPI	91387A	Caminhão basculante 10 m3, trucado cabine simples, peso bruto total 23.000 kg, carga útil máxima 15.935 kg, distância entre eixos 4,80 m, potência 230 cv inclusive caçamba metálica - Sem motorista	60	mês	34,10	CHI	36,95	42,59	87.139,14
2.7	SINAPI	5901A	Caminhão pipa 10.000 l trucado, peso bruto total 23.000 kg, carga útil máxima 15.935 kg, inclusive tanque de aço para transporte de água - chp diurno sem motorista	30	bimestre	8,00	CHP	247,52	285,34	68.481,60
03 SERVIÇOS E INSUMOS GERAIS DA OPERAÇÃO 155.338,79										
3.1	COMP	001	Roçadeira costal - 1,40 kW - Operação, inclusive combustível com manutenção a cada 6 meses	10	semestre	2,00	UN.	568,14	709,26	14.185,20
3.2	COMP	003	Manutenção preventiva e corretiva da Bomba de Recalque	60	mês	2,00	UN.	58,76	73,35	8.802,00
3.3	COMP	004	Manutenção preventiva e corretiva da Bomba Dosadora	60	mês	1,00	UN.	20,19	25,20	1.512,00
3.4	COMP	MEDIA HISTORICA	Consumo de Energia Elétrica	60	mês	90,00	KWH	0,68	0,85	4.590,00
3.5	COMP	MEDIA HISTORICA	Abastecimento de Água	60	mês	1,00	UN.	50,00	62,42	3.745,20
3.6	COMP	007	Aferição da Balança	5	ano	1,00	UN.	680,00	848,91	4.244,55
3.7	COMP	008	Manutenção da Balança	60	mês	1,00	UN.	400,00	499,36	29.961,60
3.8	COMP	MEDIA HISTORICA	Acesso Internet banda larga ponto remoto em área rural	60	mês	1,00	Plano mensal	222,50	277,76	16.665,60
3.9	COMP	010	Câmera de monitoramento 24h inteligente Full HD Wi-Fi Armazenamento MicroSD Mínimo 8GB/ Máximo 256GB (Classe 10)² Zoom digital 16x Alcance IR Aproximadamente 30 m Alcance Holofote Aproximadamente 25 m - Fornecimento, instalação e operação	1	mês	3,00	UN.	842,27	1.051,48	3.154,44
3.10	COMP	011	Manutenção das Câmeras de Monitoramento e Segurança Patrimonial	60	mês	1,00	UN.	130,77	163,25	9.795,00

OBRA: AMPLIAÇÃO E OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL DE CAÇADOR - SC

LOCAL: RODOVIA SC 135 - CAÇADOR/SC

DATA: 08 DE AGOSTO DE 2023

OBS.: Os quantitativos foram levantados e informados pela equipe projetista

Todos os materiais postos e executados no local da obra com mobilização e frete incluso

ORÇAMENTO SEM DESONERAÇÃO	
----------------------------------	--

Enc. Soc. Sem Desoneração:	114,71% h
BDI p/ obra saneamento - Sem Desoner.	24,84%
BDI Dif. - Aluguel de máq e equipamentos	15,28%

ITEM	CÓDIGO	REFER.	DESCRIÇÃO	N° DE EVENTOS	FREQ.	QTDE.	UN.	CUSTO UN S/BDI (R\$)	PREÇO UN. (R\$)	PREÇO TOTAL (60 MESES)
3.11	SINAPI	92106	Limpeza e Remoção do Lodo do Decantador e Lagoas (aproximadamente 10m³ por evento) com caminhão HIDROVACUO para limpeza a sucção com tanque de 12000litros e potencia de 230CV	20	trimestre	8,00	CHP	293,80	366,77	58.683,20
04 MATERIAIS DE USO GERAL 27.904,80										
4.1	COMP	012	Aquisição de Bobina de Papel Para Emissão de Tickets de Pesagem	60	mês	4,00	UN.	5,25	6,55	1.572,00
4.2	COMP	013	Ferramentas de Uso Geral, Hidráulicas, elétricas e Zeladoria	60	mês	1,00	kit	113,19	141,30	8.478,00
4.3	COMP	014	Materiais de Limpeza e Higiene	60	mês	1,00	kit	238,37	297,58	17.854,80
05 MATERIAIS CONSTRUTIVOS 1.693.479,65										
5.1	COMP	015 - 44508A	Geomembrana Lisa - Manta Termoplastica, PEAD e=1,5 mm Instalada com Testes de Estanqueidade Para Construção da Nova Célula - Fornecimento e execução	1	quinquênio	12.200,00	M2	35,30	44,06	537.532,00
5.2	SINAPI	102712	Geotêxtil, Resistência a tração de 9 kN/m (RT - 09), instalado em drenos e/ou Para Contenção Revestimento de Tubulações Para Construção da Nova Célula - Fornecimento e execução	1	quinquênio	228,00	M2	9,86	12,30	2.804,40
5.3	SINAPI	016 - 102707A	Tubo Concreto Ponta e Bolsa Perfurado Para Dreno de Gás D=20 cm Para Construção da Nova Célula, Exclusive brita, tela soldada e manta geotextil - Fornecimento e execução	1	quinquênio	115,60	M2	35,28	44,04	5.091,02
5.4	COMP	017 - 102683A	Tubo Concreto Perfurado na geratriz superior Para Dreno de Chorume Eixo Principal D=20cm envolto geotextil e em dreno de brita, com seção transversal de L=1,0m e 0,60m de altura - para Construção da Nova Célula - Fornecimento e execução	1	quinquênio	180,00	M	109,31	136,46	24.562,80
5.5	COMP	018 - 102690A	Tudo Dreno PEAD D=100mm, perfurado, envolto em geotextil e em Brita, com seção de 0,40x0,40m, Para Segmentos Laterais da Drenagem Espinha de Peixe Para Construção da Nova Célula - Fornecimento e execução	1	quinquênio	470,00	M	42,55	53,11	24.961,70
5.6	COMP	019	Tela Soldada Galvanizada Malha 5 x 15 cm, Fio 2,30 mm, Altura 1,00 m, Rolo com 25 m Para Envolvimento Drenos de Gás da Nova Célula	1	quinquênio	110,00	M2	27,24	34,00	3.740,00
5.7	SINAPI	102989	Canaleta Meia Cana de Concreto D=20 cm Para Drenagem Pluvial de Bermas e Taludes Para Construção da Nova Célula	1	quinquênio	2.493,00	M	30,18	37,67	93.911,31
5.8	SINAPI	102992	Canaleta Meia Cana de Concreto D=50 cm Para Dreno Principal Perimetral Para Construção da Nova Célula	1	quinquênio	290,00	M	66,35	82,83	24.020,70
5.9	SINAPI-I	1379	Saco Cimento de 50kg Para Argamassa Aplicada em Obras de Apoio e Complementares Para Construção da Nova Célula	5	ano	30,00	SC	0,80	0,99	148,50
5.10	SINAPI-I	370	Areia Para Argamassa Aplicada em Obras de Apoio e Complementares Para Construção da Nova Célula	5	ano	15,00	M3	135,00	168,53	12.639,75
5.11	SINAPI-I	4720	Brita Para Argamassa Aplicada em Obras de Apoio e Complementares Para Construção da Nova Célula	5	ano	15,00	M3	123,46	154,12	11.559,00
5.12	COMP	020 - 98522A	Fornecimento de Alambrado com mourões de concreto h=3,0m distantes a cada 2,50m e Tela h=2,5m, com malha 5x5 e fio 12 galvanizado, exclusive mão de obra	1	quinquênio	177,00	M3	116,17	145,02	25.668,54

OBRA: AMPLIAÇÃO E OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL DE CAÇADOR - SC
LOCAL: RODOVIA SC 135 - CAÇADOR/SC
DATA: 08 DE AGOSTO DE 2023
OBS.: Os quantitativos foram levantados e informados pela equipe projetista

Todos os materiais postos e executados no local da obra com mobilização e frete incluso
ORÇAMENTO SEM DESONERAÇÃO

Enc. Soc. Sem Desoneração:	114,71% h
BDI p/ obra saneamento - Sem Desoner.	24,84%
BDI Dif. - Aluguel de máq e equipamentos	15,28%

ITEM	CÓDIGO	REFER.	DESCRIÇÃO	N° DE EVENTOS	FREQ.	QTDE.	UN.	CUSTO UN S/BDI (R\$)	PREÇO UN. (R\$)	PREÇO TOTAL (60 MESES)
5.13	COMP	021 - 98522A	Mão de obra para implantação de Alamedado com mourões de concreto h=3,0m distantes a cada 2,50m e Tela h=2,5m, com malha 5x5 e fio 12 galvanizado	1	quinquênio	177,00	M	60,88	76,00	13.452,00
5.14	COMP	022 - 101189A	Fornecimento de insumos para cerca com mourões de concreto h=3,0m espaçados a cada 3,0m e 5 fios de arame farpado núm 14 classe 250, exclusive mão de obra	1	quinquênio	1.553,00	M	38,10	47,56	73.860,68
5.15	COMP	023 - 101189A	Mão de obra para instalação de cerca com mourões de concreto h=3,0m espaçados a cada 3,0m e 5 fios de arame farpado núm 14 classe 250	1	quinquênio	1.553,00	M	28,61	35,71	55.457,63
5.16	COMP	024	Queimador Para Dreno de Gases com tubo de aço galvanizado protegido com tinta epóxi	1	quinquênio	19,00	UN.	158,57	197,95	3.761,05
5.17	SINAPI	98510	Plantio e Manutenção de Mudanças Para Implantação da Cortina Vegetal, mudas com h mín. = 2,0m - incluindo cova para plantio, preparo e correção do solo	1	quinquênio	2.000,00	UN.	63,39	79,13	158.260,00
5.18	SINAPI	98504	Plantio de grama em leiva (batatais/esmeralda/são carlos)	1	quinquênio	8.000,00	M2	13,05	16,29	130.320,00
5.19	SINAPI-I	4730	Pedra Britada Basáltica ou granítica Tamanho Rachão Para Preenchimento de Drenos, incluso frete	1	quinquênio	160,00	M3	100,51	125,47	20.075,20
5.20	SINAPI-I	4718	Pedra Britada Basáltica ou Granítica Tamanho nº 2 Para Revestimento de Acessos Internos, incluso frete	1	quinquênio	358,00	M3	107,50	134,20	48.043,60
5.21	COMP	015 - 44508A	Geomembrana Lisa - Manta Termoplástica, PEAD e=1,5 mm Instalada com Testes de Estanqueidade Para manutenção da operação - Fornecimento e execução	1	quinquênio	1.180,00	M2	35,30	44,06	51.990,80
5.22	SINAPI	102712	Geotêxtil, Resistência a tração de 9 kN/m (RT - 09), instalado em drenos e/ou Para Contenção Revestimento de Tubulações Para Manutenção da operação - Fornecimento e execução	1	quinquênio	22,80	M2	9,86	12,30	280,44
5.23	SINAPI	017 - 102707A	Tubo Concreto Perfurado na geratriz superior Para Dreno de Chorume Eixo Principal D=20cm envolto geotêxtil e em dreno de brita, com seção transversal de L=1,0m e 0,60m de altura - para manutenção da operação	1	quinquênio	23,12	M	109,31	136,46	3.154,96
5.24	COMP	018 - 102690A	Tudo Dreno PEAD D=100mm, perfurado, envolto em geotêxtil e em Brita, com seção de 0,40x0,40m, Para Segmentos Laterais da Drenagem Espinha de Peixe Para manutenção da operação	1	quinquênio	47,00	M	42,55	53,11	2.496,17
5.25	SINAPI	102992	Canaleta Meia Cana de Concreto D=50 cm Para Drenagem Pluvial de Bermas e Taludes Para Manutenção da Operação	60	mês	10,00	M	66,35	82,83	49.698,00
5.26	SINAPI	102989	Canaleta Meia Cana de Concreto D=20 cm Para Dreno Principal Perimetral Para Manutenção da Operação	60	mês	30,00	M	30,18	37,67	67.806,00
5.27	SINAPI-I	4730	Pedra Britada Basáltica ou granítica Tamanho Rachão Para Preenchimento de Drenos para Manutenção da Operação, incluso frete	60	mês	15,00	M3	100,51	125,47	112.923,00
5.28	SINAPI-I	4718	Pedra Britada Basáltica ou Granítica Tamanho nº 2 Para Revestimento de Acessos Internos Para Manutenção da Operação, incluso frete	60	mês	15,00	M3	107,50	134,20	120.780,00
5.29	SINAPI-I	1379	Saco Cimento de 50kg Para Argamassa Aplicada em Obras de Apoio e Complementares Para Manutenção da Operação	5	ano(s)	15,00	SC	0,80	0,99	74,25
5.30	SINAPI-I	370	Areia Para Argamassa Aplicada em Obras de Apoio e Complementares Para Manutenção da Operação, inclusive frete	5	ano(s)	5,00	M3	135,00	168,53	4.213,25

OBRA: AMPLIAÇÃO E OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL DE CAÇADOR - SC

LOCAL: RODOVIA SC 135 - CAÇADOR/SC

DATA: 08 DE AGOSTO DE 2023

OBS.: Os quantitativos foram levantados e informados pela equipe projetista

Todos os materiais postos e executados no local da obra com mobilização e frete incluso

ORÇAMENTO SEM DESONERAÇÃO

Enc. Soc. Sem Desoneração:	114,71% h
BDI p/ obra saneamento - Sem Desoner.	24,84%
BDI Dif. - Aluguel de máq e equipamentos	15,28%

ITEM	CÓDIGO	REFER.	DESCRIÇÃO	N° DE EVENTOS	FREQ.	QTDE.	UN.	CUSTO UN S/BDI (R\$)	PREÇO UN. (R\$)	PREÇO TOTAL (60 MESES)
5.31	SINAPI-I	4720	Brita Para Argamassa Aplicada em Obras de Apoio e Complementares Para Manutenção da Operação	5	ano(s)	5,00	M3	123,46	154,12	3.853,00
5.32	SINAPI	025 - 74209A	Placas Indicativas de Sinalização e Ambientais (0,40x0,50)m	1	mês	35,00	UN.	145,10	181,14	6.339,90
06 EQUIPAMENTOS										5.095,05
6.1	COMP	026	Calha Pashall de garganta W1, em poliéster reforçado com fibra de vidro, instalada em CANALETA Longitudinal de concreto armado com 4,0 metros de comprimento e largura compatível com a calha Hi=60cm, conforme recomendações das normas ISO 9826/2009 e ASTM 1941/2013 e suas atualizações	1	mês	1,00	UN.	4.081,27	5.095,05	5.095,05
07 INSUMOS PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES										228.286,04
7.1	COMP	027	Sulfato de Alumínio	60	mês	2.000,00	KG	0,73	0,91	109.200,00
7.2	COMP	028	Carvão Ativado Granulado	60	mês	50,00	KG	25,00	31,21	93.630,00
7.3	COMP	029	Gel Degradador de Matéria Orgânica	60	mês	25,20	KG	2,00	2,49	3.764,88
7.4	COMP	030	Cloro	60	mês	65,52	KG	2,75	3,43	13.484,02
7.5	SICRO-I	M0344	Cal hidratada	60	mês	231,84	KG	0,48	0,59	8.207,14
08 MONITORAMENTO AMBIENTAL DA OPERAÇÃO										77.929,20
8.1	MERCADO	COTAÇÃO	Análises Laboratoriais Mensais efluentes - com relatório anual	60	mês	60,00	Laudo	350,00	403,48	24.208,80
8.2	MERCADO	COTAÇÃO	Análises Laboratoriais Trimestrais água superficial - com relatório anual	20	trimestre	20,00	Laudo	980,00	1.129,74	22.594,80
8.3	MERCADO	COTAÇÃO	Análises Laboratoriais Semestrais água subterrânea - com relatório anual	10	semestre	10,00	Laudo	2.700,00	3.112,56	31.125,60
09 RENOVAÇÃO E PAGAMENTO DA LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO										17.292,00
9.1	MERCADO	COTAÇÃO	Renovação da Licença Ambiental de Operação	1	quadriênio	1,00	UN.	15.000,00	17.292,00	17.292,00
TOTAL GERAL PARA 60 MESES (R\$/QUINQUÊNIO)										10.430.730,05
PREÇO MÉDIO PARA 12 MESES (R\$/ANO)										2.086.146,01
ESTIMATIVA DE TON / MÊS SEGUNDO ESTUDO (ton)										1.050,00
PREÇO MÉDIO POR TONELADA (R\$ / ton)										165,57

BDI = Bonificação e despesas indiretas
 BDI Dif = Bonificação e despesas indiretas diferenciado, considerado para aluguel de máquinas e equipamentos e afins.
 Orçamento sem desoneração da folha de pagamento considerando a data base SINAPI de Junho/2023 e Sicro 04/2023
 H = Horas de trabalho, efetivamente trabalhadas
 *Encargos sociais e complementares já inclusos no valor da mão de obra, inclusive auxílios, vales alimentação e refeição, Equipamentos de Proteção individuais obrigatórios e ferramental da categoria.
 CHP = Custo horário produtivo (considera o veículo disponível e operando)
 CHI = Custo horário improdutivo (considera o veículo disponível, porém desligado)