

PLANO DE ENCERRAMENTO

ATERRO SANITÁRIO DE IBAITI, PARANÁ



Eng. Sanitarista e Ambiental Elizeo Renosto
CREA SC: 1539378
Responsável Técnico

IBAITI

2022

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização e acessos ao aterro sanitário de Ibaiti, Paraná.	6
Figura 2 - Limites da área do terreno e ocupação para disposição dos resíduos.	7
Figura 3 - Instalações da Coopersoli.	8
Figura 4 - Instalações da Coopersoli.	8
Figura 5 - Instalações da Coopersoli.	9
Figura 6 - Ortofoto Georreferenciada apresentando em detalhes a área do aterro sanitário.	11
Figura 7 – Levantamento topográfico: Modelo Digital de Terreno.	13
Figura 8 - Análise cronológica da área do Aterro Sanitário de Ibaiti, Paraná.	14
Figura 9 - Local do aterro sanitário a ser encerrado, e seu entorno.	17
Figura 10 - Local do aterro sanitário a ser encerrado, e seu entorno.	17
Figura 11 - Local do aterro sanitário com cercamento.	22
Figura 12 - Local do aterro sanitário com cercamento.	22

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
1. INFORMAÇÕES CADASTRAIS	5
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	5
2.1. DADOS DO MUNICÍPIO.....	5
2.2. LOCALIZAÇÃO.....	6
2.3. INSTALAÇÕES DE APOIO	7
2.4. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA	9
2.5. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA.....	10
2.6. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO AEROFOTOGRAMÉTRICO	10
2.6.1. Aerolevantamento.....	10
2.6.2. Ortofoto georreferenciada	11
2.6.3. Modelo digital de superfície (MDS)	12
2.6.4. Modelo digital de terreno (MDT).....	12
3. CARACTERIZAÇÃO DO ENTORNO	13
4. HISTÓRICO DA ÁREA.....	14
4.1. EVOLUÇÃO DA ÁREA.....	14
4.2. TIPOS DE RESÍDUOS DEPOSITADOS	15
4.3. ESTUDOS E LEVANTAMENTOS ANTERIORES.....	15
5. DIGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA	16
5.1. ANÁLISES QUÍMICAS	18
5.2. POÇOS DE MONITORAMENTO	18
6. AÇÕES DE CONTROLE AMBIENTAL	19
7. MONITORAMENTO AMBIENTAL	23
8. USO FUTURO DA ÁREA.....	23
9. CRONOGRAMA DE ENCERRAMENTO E RECUPERAÇÃO DA ÁREA .	24
10. ESTIMATIVA DE CUSTOS.....	24
REFERÊNCIAS.....	26
ANEXOS.....	27

APRESENTAÇÃO

O presente plano visa atender o item 05 do objeto do Contrato nº 09/2021 (Pregão presencial nº 01/2021, Processo nº 09/2021) que trata do plano de encerramento de áreas de disposição de resíduos sólidos urbanos, incluindo o aterro sanitário do município de Ibaiti, Paraná. O aterro teve encerramento das atividades no ano de 2012. Entretanto a Licença de Operação nº 2160 (Anexo I), possuía validade até o ano de 2005.

O Plano de Encerramento do Aterro Sanitário de Ibaiti contempla as ações necessárias para o correto encerramento das atividades operacionais do empreendimento e sua inter-relação com as demandas envolvidas; o diagnóstico da situação atual e a configuração preconizada para encerramento; além da definição das atividades necessárias ao condicionamento da cobertura final com solo e vegetação, monitoramento de águas subterrâneas e definição do uso futuro da área.

As atividades de encerramento do Aterro Sanitário de Ibaiti devem ser embasadas nas legislações vigentes com o objetivo de manter as condições ambientais em um nível de atendimento de conformidades.

- Portaria IAP nº 260 de 26 de novembro de 2014 – Define os documentos, projetos e estudos ambientais exigidos nas etapas de licenciamento ambiental de aterros sanitários no Estado do PR.
- Resolução CEMA nº 86 de 02 de abril de 2013 – Estabelece diretrizes e critérios orientadores para o licenciamento e outorga, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários, visando o controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e dá outras providências.
- Resolução CEMA nº 94 de 04 de novembro de 2014 – Estabelece diretrizes e critérios orientadores para o licenciamento e outorga, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários.

1. INFORMAÇÕES CADASTRAIS

Tabela 1 - Identificação do empreendedor

IDENTIFICAÇÃO	
Razão Social: Prefeitura Municipal de Ibaiti	CNPJ: 77.008.068/0001-41
Endereço: Praça dos Três Poderes – Rua Vereador José de Moura Bueno, 23 – Centro – Ibaiti – Paraná	
CEP: 84900-000	Telefone: (43) 3546-7450
Informações do Empreendimento: Aterro sanitário do município de Ibaiti – PR	
Coordenadas geográficas do (latitude/longitude): -23.86911126 / -50.21991067	

Tabela 2 - Identificação da entidade responsável pelo projeto

RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO		
Nome	Formação	Registro de Classe
Elizeo Renosto	Eng. Sanit. Ambiental	CREA SC 1539378

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

2.1. DADOS DO MUNICÍPIO

O povoamento da região onde hoje se localiza o município de Ibaiti, foi iniciado pela formação de um povoado, o Patrimônio do Café, elevado à categoria de distrito policial, pelo Decreto nº 651, de 01/08/1909. O fluxo imigratório que se originou de São Paulo com direção ao Norte do Paraná, foi motivado pelas elevações no preço do café no mercado internacional. Em 1921, pela Lei nº 2008, o Distrito de Barra Bonita foi criado. Pelo Decreto-lei Estadual nº 199, de 30 de dezembro de 1943, o distrito de Barra Bonita passou a denominar-se Ibaiti.

O município de Ibaiti pertence à macrorregião Sul do Brasil, mesorregião Norte Pioneiro Paranaense e microrregião de Ibaiti. O acesso ao município acontece principalmente pela BR-153 e é distante cerca de 334 km da Capital Curitiba. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2020, o município de Ibaiti apresenta uma população estimada de 31.854 habitantes e densidade demográfica de 32,03 hab/km².

2.2. LOCALIZAÇÃO

O aterro sanitário a ser encerrado localiza-se na PR 435, km 1,4, Bairro do Engano, município de Ibaiti, nas seguintes coordenadas geográficas:

Latitude: -23.86911126°

Longitude: -50.21991067°

Está a uma distância aproximada, em linha reta, de 4 Km do centro urbano mais próximo, conforme Figura 1. Seu acesso se dá pela principalmente pela PR-435.

Figura 1 - Localização e acessos ao aterro sanitário de Ibaiti, Paraná.



Fonte: Aquabona, 2022.

A propriedade onde está implantado o aterro possui uma área total de aproximadamente 5,00 ha, sendo destes, segundo a licença de operação, 2,29 ha de área ocupada para disposição dos resíduos. Os limites da propriedade, bem como da área de disposição são apresentados na Figura 2 e no Anexo II.

Figura 2 - Limites da área do terreno e ocupação para disposição dos resíduos.



Fonte: Aquabona, 2022.

2.3. INSTALAÇÕES DE APOIO

As instalações de apoio compreendem estruturas auxiliares com o objetivo de garantir o funcionamento do aterro. Sendo assim, o antigo aterro sanitário de Ibaiti conta com isolamento da área, além de balança para controle dos resíduos, escritório, refeitório

e sanitários, pátio para estocagem de material, estradas internas, água para abastecimento, entre outros, visto que no mesmo terreno, opera uma cooperativa de material reciclado, a Coopersoli. Na Figura 2 mencionada anteriormente, é possível visualizar a área da cooperativa, bem como nas Figuras 3, 4 e 5.

Figura 3 - Instalações da Coopersoli.



Fonte: Aquabona, 2021.

Figura 4 - Instalações da Coopersoli.



Fonte: Aquabona, 2021.

Figura 5 - Instalações da Coopersoli.



Fonte: Aquabona, 2021.

2.4. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA

Segundo informações do Instituto Água e Terra (IAT), na baixada litorânea, Serra do Mar e Primeiro Planalto, encontram-se rochas magmáticas e metamórficas mais antigas, recobertas parcialmente por sedimentos recentes de origem marinha e continental. O Segundo Planalto constitui a faixa de afloramento dos sedimentos paleozóicos da Bacia do Paraná. Sobrepostas a estes sedimentos ocorrem as rochas vulcânicas de idade mesozóica do Grupo Serra Geral, formando o Terceiro Planalto, recobertas por sedimentos cretáceos no noroeste do Estado.

O município localiza-se no Segundo Planalto Paranaense (Planalto do Médio Cinzas), ou Planalto de Ponta Grossa. Esta formação representa o segundo degrau do relevo escalonado do estado.

A área territorial do município está inserida na região sobre o Aquífero Paleozóica Média-Superior, que se caracteriza por ser uma formação de arenitos com diamicititos, argilitos e folhelhos várlicos.

Considerando as regiões hidrográficas brasileiras estabelecidas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, o Paraná está dividido em Região Hidrográfica do Atlântico Sul, do Atlântico Sudeste e do Paraná. A área territorial do município está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio das Cinzas, dessa forma, as características

climatológicas, geológicas e hídricas seguem as descrições relacionadas a esta subdivisão de Bacia no estado do Paraná, além das características vegetais, que estão diretamente relacionadas às condições regionais da bacia.

A Bacia do Rio das Cinzas possui uma área total de 9.645 Km², abrangendo cerca de 5% da área do Estado do Paraná. Principal curso d'água do Norte Pioneiro, o Rio das Cinzas nasce na Serra de Furnas, no Município de Piraí do Sul, a oeste da Escarpa Devoniana e deságua no rio Paranapanema, na divisa dos municípios de Santa Mariana e Itambaracá.

2.5. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

O município de Ibaiti possui clima predominantemente Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfa), segundo classificação de Köppen, ou seja, clima temperado chuvoso com verões quentes e úmidos, sem estação seca definida, e geadas são pouco frequentes. A temperatura média varia em torno de 19°C a 21°C. A média anual da umidade relativa do ar gira em torno de 70 a 80%. Os índices pluviométricos anuais variam entre 1.400 mm e 1.600 mm.

2.6. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO AEROFOTOGRAMÉTRICO

O levantamento topográfico através de aerofotogrametria foi executado para obtenção de informações relevantes ao dimensionamento do aterro. Inicialmente foi realizada uma análise visual da área, seguida de um aerolevanteamento com drone para obtenção de peças técnicas, como Modelo Digital de Superfície (MDS), Modelo Digital de Terreno (MDT), nuvem de pontos, e ortofoto georreferenciada com alta resolução de imagem. O levantamento topográfico está apresentado nos Anexos III e IV.

2.6.1. Aerolevanteamento

O aerolevanteamento por drone se trata de uma técnica moderna e eficiente para realização de escaneamentos da superfície com alta precisão e acurácia. Através desta técnica é possível obter produtos como o MDS, MDT, nuvem de pontos e ortofoto georreferenciada, entre outros. Estas ferramentas são capazes de atender as mais diversas demandas, em serviços de topografia, obras, planejamentos estratégicos, estudos ambientais, medições de áreas, entre outras.

2.6.2. Ortofoto georreferenciada

A ortofoto georreferenciada é uma imagem com altíssima definição formada através do processamento digital de múltiplas imagens captadas pelo “drone” durante o sobrevoo. Ela é capaz de apresentar altos níveis de detalhamento da área de estudo. Por ser georreferenciada, cada pixel da imagem contém informações e coordenadas geográficas, desta forma, através dela é possível realizar mensurações com precisão centimétrica, de diversos aspectos. A imagem ortorretificada é considerada atualmente o produto de maior qualidade cartográfica, visto que é mais fiel a realidade e oferece melhores resultados para trabalhos de engenharia. Na Figura 6 é apresentada a ortofoto georreferenciada mostrando as características da área do aterro sanitário a ser ampliado.

Figura 6 - Ortofoto Georreferenciada apresentando em detalhes a área do aterro sanitário.



Fonte: Aquabona, 2022.

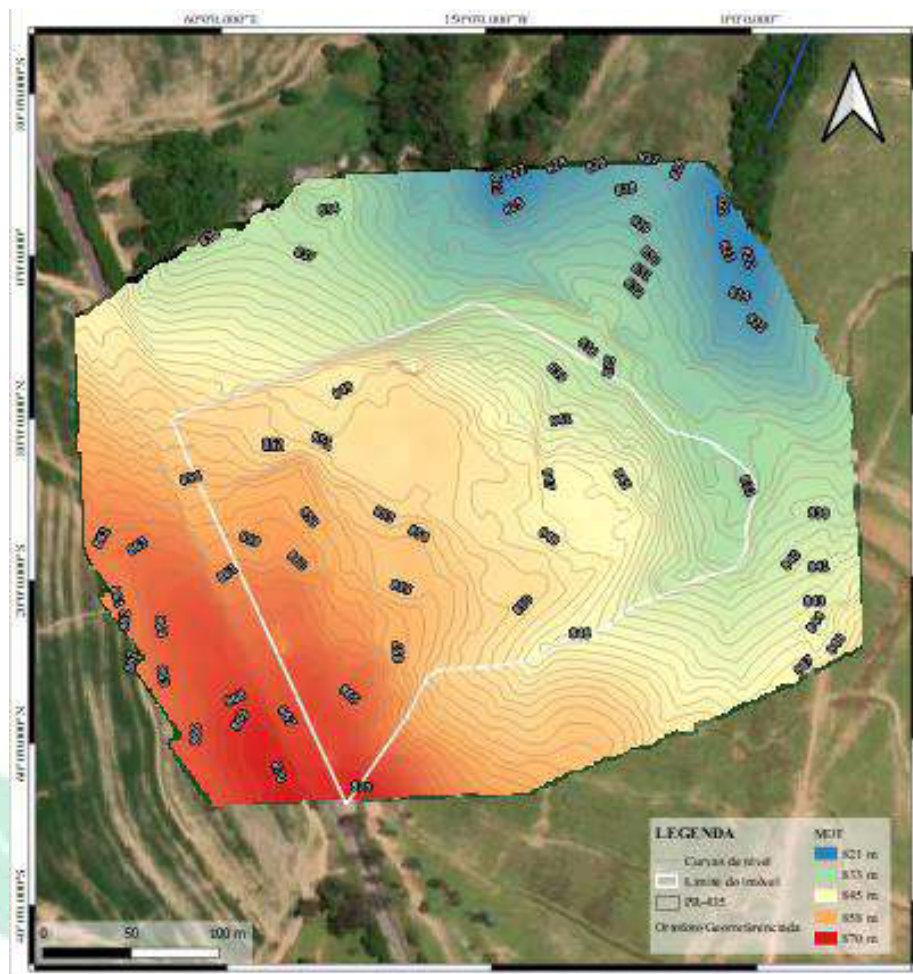
2.6.3. Modelo digital de superfície (MDS)

O modelo digital de superfície é a representação das altitudes da superfície topográfica agregada aos elementos geográficos existentes sobre ela, como cobertura vegetal e edificações. Ele é gerado a partir do processamento da nuvem de pontos densa. Pode ser utilizado para armazenamento de dados de altimetria e gerar mapas topográficos, dimensionamentos e cálculos volumétricos.

2.6.4. Modelo digital de terreno (MDT)

O modelo digital de terreno é a representação fidedigna do terreno, e nele são desconsiderados os elementos geográficos, como cobertura vegetal e edificações. O MDT é elaborado a partir do processamento digital do MDS. Com ele é possível realizar análises de corte e aterro, para projeto de estradas e barragens, elaboração de mapas de declividade e apresentação tridimensional, com a mais alta precisão e acurácia encontrada atualmente. Na Figura 7 é apresentado o levantamento topográfico da área de interesse. Nele é possível identificar as curvas de nível do terreno, com variação de cotas em 1 metro. A variação de coloração na imagem representa o MDS, onde a coloração azulada refere-se as áreas com cotas mais baixas, e a coloração vermelha, as cotas mais altas da área de estudo.

Figura 7 – Levantamento topográfico: Modelo Digital de Terreno.



Fonte: Aquabona, 2022.

3. CARACTERIZAÇÃO DO ENTORNO

No entorno da área a ser encerrada, são exercidas algumas atividades como triagem de resíduos sólidos da cooperativa Coopersoli, além de lavoura e pecuária. Em um raio de 1000 metros verificou-se a presença de corpos hídricos e algumas propriedades residenciais, conforme Anexo V.

Quanto ao uso e ocupação do solo, de acordo com a Lei Complementar nº 664, de 20 de dezembro de 2011, que instituiu o Plano Diretor de Ibaiti, e com a Lei Complementar nº 665, de 20 de dezembro de 2011, que dispôs sobre o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo Urbano, o solo do município é destinado para uso industrial, comercial e agrícola, destacando-se a produção cafeeira e também fruticultura.

Segundo a Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR, a cidade de Ibaiti é abastecida pelo Ribeirão Grande (bacia hidrográfica Cinzas) e poço tubular profundo

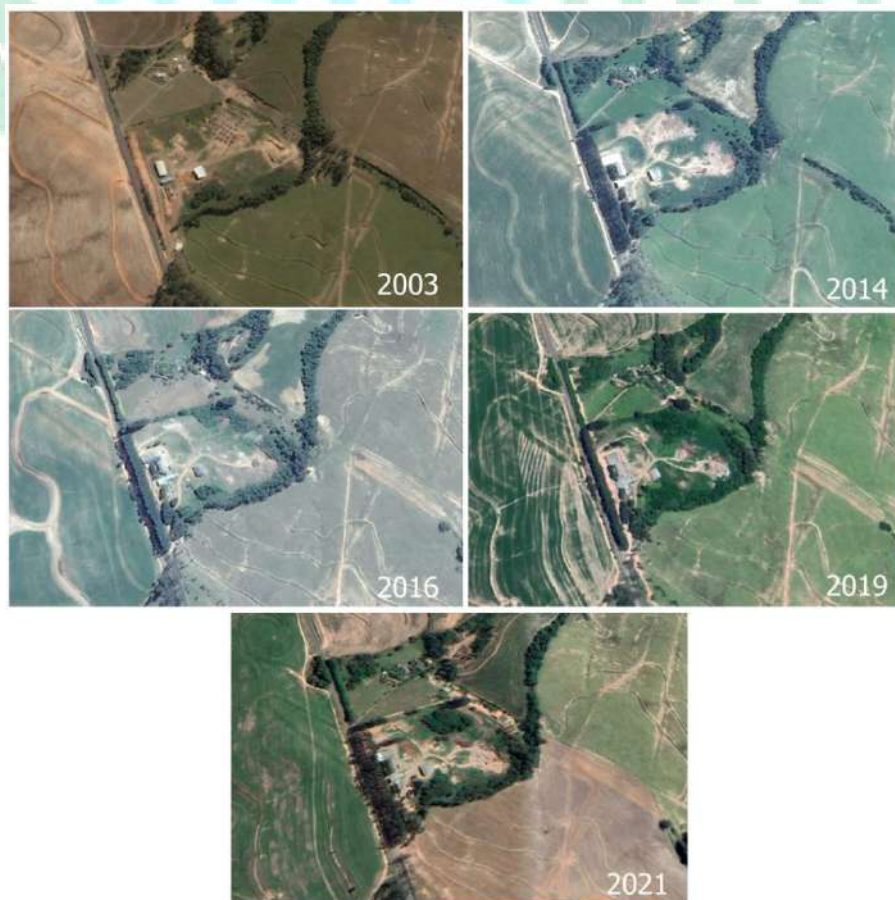
do Aquífero Itararé. O poço situa-se na área urbana e é protegido com revestimento e laje de concreto para evitar alterações na qualidade da água.

4. HISTÓRICO DA ÁREA

4.1. EVOLUÇÃO DA ÁREA

O aterro sanitário de Ibaiti foi projetado em 2001, tendo sua última licença de operação renovada no ano de 2003, com validade até 2005. Entretanto o aterro sanitário encerrou suas atividades de disposição de resíduos sólidos no ano de 2012. Na Figura 8 é apresentada uma análise cronológica da área, sendo possível verificar a sequência de ocupação do aterro, com o crescimento de vegetação em cima dos resíduos depositados. No entanto, nos anos de 2016 e 2021 observa-se que a área vem sendo ocupada para disposição irregular de resíduos, principalmente de varrição, poda e construção civil. Além disso, nota-se que inicialmente, em 2003 existia aproximadamente 40% do total necessário de cortina vegetal, e atualmente totaliza cerca de 80%.

Figura 8 - Análise cronológica da área do Aterro Sanitário de Ibaiti, Paraná.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2021.

4.2. TIPOS DE RESÍDUOS DEPOSITADOS

Segundo a última licença renovada (LO nº 2.160), mensalmente eram dispostos no aterro sanitário, 413,70 m² de resíduos não recicláveis, como borracha, isopor, tecidos, entre outros.

4.3. ESTUDOS E LEVANTAMENTOS ANTERIORES

Em solicitação a Prefeitura Municipal de Ibaiti, não foram localizados estudos anteriores, referentes a esta área de disposição final de resíduos. Localizando-se apenas a LO nº 2.160, mencionada anteriormente.

Em solicitação ao Instituto Água e Terra (IAT) do Paraná, foi localizado o projeto executivo do aterro sanitário, o qual data 2001. Segundo o projeto, o aterro era utilizado em forma de valas, escavadas em etapas, com deposição diária de resíduos, os quais eram compactados e cobertos em períodos semanais, a fim de reduzir o custo operacional.

Para a disposição de resíduos domiciliares foram projetadas 13 valas, resultando em um volume total disponível para a disposição de resíduos de 52.533,12 m³, com vida útil estimada em 8 anos e 9 meses. Já para a disposição de resíduos de serviços de saúde, foram projetadas 45 valas, resultando em um volume total de 954.45,00 m³, com vida útil estimada em 34 anos e 9 meses.

Segundo o projeto, a incompatibilidade entre a vida útil das valas de resíduos de saúde e as valas de resíduos domiciliares, deve-se ao fato de que a área proposta para implantação do aterramento dos resíduos de saúde em projeto, trata-se de um espaço residual no layout de implantação do aterro, onde inviabilizaria projetar valas para resíduo domiciliar, dado as suas pequenas dimensões. Entretanto, o projeto previa a execução de apenas uma vala para resíduo de saúde, sendo que as demais seriam implantadas durante a operação do aterro, conforme necessidade, sem prejuízos de espaço para ocupação das valas para resíduo domiciliares, cuja demanda é maior.

O projeto do aterro previa bacia provisória de coleta de chorume, e um sistema de coleta e recirculação de chorume, constituído de drenos de brita, implantados no fundo das valas, e rede de tubos em PVC, os quais deveriam levar o chorume drenado até o poço de captação, para armazenamento provisório. Previa-se também um sistema de recirculação dentro das valas, através de tubulação de PVC perfurada, para distribuir homogeneamente o chorume, pela superfície dos resíduos, no interior das valas.

Além disso, estava previsto um sistema de drenagem de águas superficiais, composto por canaletas escavadas no solo, revestidas com grama em leivas, para auxiliar o escoamento superficial internamente a área do aterro, direcionando o fluxo para o sistema de drenagem principal, constituído de canaletas em concreto simples, responsáveis por direcionar o fluxo até as bacias de retenção. Entre os itens previstos, está também a o isolamento da área do aterro, o qual conta, além da cortina vegetal, com uma cerca de arame farpado.

Segundo o projeto, não há um sistema de drenagem de gás, visto que as valas projetadas possuem capacidade de acondicionar pequenas quantidades de resíduos, havendo uma produção insignificante de gases, os quais são liberados para a atmosfera.

O projeto executivo não apresenta nenhum tipo de sistema de monitoramento de águas subterrâneas, entretanto no layout de implantação é apresentado um poço de monitoramento.

5. DIGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA

Em visita ao local, observou-se que ainda são depositados na área, de forma irregular, resíduos de poda, varrição e entulho. O local possui cercamento, no entanto não foi encontrado nenhum poço de monitoramento de água subterrânea. Além disso, também não foi identificado o sistema de drenagem superficial, o qual consta no projeto do aterro. A cortina vegetal existente no entorno da área não é uniforme, havendo falhas em alguns pontos. Nas Figuras 9 e 10 é possível observar o local.

Figura 9 - Local do aterro sanitário a ser encerrado, e seu entorno.



Fonte: Aquabona, 2021.

Figura 10 - Local do aterro sanitário a ser encerrado, e seu entorno.



Fonte: Aquabona, 2021.

Verificou-se que o local era utilizado como aterro sanitário, recebendo resíduos de diversos tipos.

Segundo o projeto do aterro sanitário de Ibaiti, o local foi construído com sistemas de controles ambientais, de acordo com as normas vigentes, como os sistemas de drenagem de percolado (lixiviado) e de águas pluviais. Entretanto, o aterro não conta com um sistema de drenagem de gás e nem poços de monitoramento de água subterrânea. Além disso, eventuais falhas na operação e construção do aterro podem possibilitar a ocorrência de contaminação. Sendo assim, são aconselháveis as construções de poços de monitoramento de águas subterrânea e a realização de análises periódicas quanto a qualidade da água e do solo.

5.1. ANÁLISES QUÍMICAS

Para o encerramento das atividades do aterro, foi realizado um diagnóstico da área, determinando pontos para coleta de amostras de água (Anexo VI) e solo (Anexo VII), as quais devem ser submetidas a análises laboratoriais para a determinação de parâmetros de qualidade. Com isso, um relatório deve ser emitido por profissional qualificado.

Os parâmetros sugeridos para a análise de solo e água subterrânea e superficial são: coliformes totais, *Escherichia coli*, DBO₅, DQO, ferro, manganês, OD, pH, sólidos sedimentáveis, turbidez, zinco e chumbo.

A coleta de amostras, bem como as análises, deve ser feita semestralmente através de poços de monitoramento, por profissional qualificado.

5.2. POÇOS DE MONITORAMENTO

Os poços devem ser instalados conforme NBR 15.495-1/2007, versão corrigida 2:2009, os quais devem ser mantidos em boas condições, de forma que a qualquer tempo seja possível a coleta de amostras de água subterrânea.

Devem ser instalados 5 poços de monitoramento na área do aterro. Destes, 4 poços devem ser instalados a jusante (posicionados transversalmente ao fluxo subterrâneo) das áreas de disposição final de rejeitos; e 1 poço de monitoramento a montante do local de disposição dos resíduos, sendo considerado o poço testemunha, que deverá possibilitar que a qualidade original da água subterrânea seja avaliada. A localização dos poços é descrita na Tabela 3, além do Anexo VI.

Tabela 3 - Coordenadas geográficas dos poços de monitoramento.

Poço	Latitude	Longitude
1	579371,000	7359874,000
2	579366,000	7360116,000
3	579561,000	7360045,000
4	579435,000	7360159,000
5	579454,000	7359966,000

Fonte: Aquabona, 2022.

Segundo a NBR 15495-1: 2007, o DN mínimo dos poços deve ser de 50 mm, permitindo assim a introdução e retirada dos instrumentos de amostragem. Assim os poços de monitoramento deverão ser revestidos com tubos lisos de PVC geomecânico de no mínimo 50 mm de diâmetro, e filtros de mesmo material, com abertura das ranhuras apropriadas à granulometria do perfil de solo/sedimentos, conforme caracterizado nas sondagens de reconhecimento geológico/hidrogeológico as quais devem ser realizadas no local.

A instalação desses poços deverá ser executada por profissional habilitado, o qual deverá apresentar o relatório Conclusivo de Implantação de Poços de Monitoramento do Aquífero Freático contendo a descrição detalhada dos perfis litológicos e construtivos de cada poço instalado.

As análises de água subterrânea devem ser realizadas afim de verificar se estão de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 396 de 2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

6. AÇÕES DE CONTROLE AMBIENTAL

Os cuidados pós-encerramento são necessários até que o local já não represente uma ameaça à saúde humana e ao meio ambiente, ou seja, até que a massa de resíduos se estabilize e se torne inerte, sem produção de chorume. Para isso o aterro deverá contemplar um sistema básico de drenagem e tratamento de chorume, manutenção da cortina vegetal, cobertura dos resíduos/área e isolamento da área.

Recomenda-se a instalação de um sistema de drenagem superficial, das águas que tendem a escoar para a área do aterro, bem como das águas que se precipitam diretamente sobre a área. Sua finalidade principal é desviar a incidência das águas sobre a massa de

resíduos para dar condições de operação e minimizar a sua percolação através dos materiais. Além disso, o sistema de drenagem superficial evita que ocorra erosão na área.

Com o auxílio de uma retroescavadeira, deverão ser construídas canaletas de 40 cm x 40 cm, acompanhando a declividade natural do terreno, de no mínimo 1%, de forma a garantir boas condições de escoamento pluvial e a durabilidade do sistema. As canaletas devem ser revestidas com meia-cana de concreto de DN 400 mm. A água coletada deve escoar por um dissipador de energia com escada d'água, realizando assim a dissipação energética dessas águas, até uma tubulação emissária, que conduzirá a água até o corpo emissário mais próximo. O sistema é apresentado no Anexo VIII.

O aterro do município de Ibaiti conta com um sistema de coleta e tratamento de lixiviado, com a finalidade de preservar o lençol freático de qualquer contaminação. O sistema é constituído por drenos que direcionam o lixiviado para uma lagoa de estabilização (Anexo II). Com o objetivo de manter esse sistema em boas condições, deve-se realizar semestralmente a manutenção das lagoas de estabilização, por meio da análise de amostras de lixiviado.

Os resíduos de poda, varrição e entulho que estão dispostos no local devem ser espalhados na área identificada (em vermelho) no Anexo IX. Após, recomenda-se a compactação destes com uma camada de 0,20 m de solo argiloso, utilizando-se rolo compactador acoplado ao trator, ou outro equipamento similar. Em seguida, deverá ser adicionada uma camada de 0,10 m de solo orgânico para o estabelecimento das gramíneas, as quais deverão recobrir a área indicada no Anexo IX, de forma a conter o lixiviamento do solo por meio do escoamento das águas superficiais.

Com o objetivo de mitigar o efeito de borda na vegetação adjacente e colaborar com o isolamento da área, da forma mais natural possível, está previsto a manutenção e complementação da cortina vegetal, já existente no local, afim de preencher espaços que apresentem a ausência de vegetação, conforme o Anexo IX. A cortina vegetal tem a finalidade de controlar as emissões atmosféricas e os odores, reduzir o impacto visual para áreas do entorno, e agir sobre a incidência dos ventos às erosões. Ainda funciona como filtro, absorvendo parcelas de determinados gases, proporcionando retenção física parcial do material particulado emitido. A composição da cortina vegetal deverá ser da seguinte forma:

- espécie extrato superior: Eucaliptos-cidró (*Corymbia citriodora*);
- espécie extrato inferior: Sansão do campo (*Mimosa caesalpinifolia*);

- 2 linhas de árvores, com as mudas de extrato superior distando-se 2,0 m entre si, e intercalando-se entre as mesmas mudas de extrato inferior, em distância igual a 2,0 m desta;
- a primeira linha, que será externa, próxima à cerca, deverá ser composta por Sansão do campo (*Mimosa caesalpinifolia*), plantadas com espaçamento entre mudas de 0,30 m;
- a segunda linha deverá ser formada pelo plantio de Eucaliptos-cidró (*Corymbia citriodora*), com espaçamento na linha entre mudas de 2,0 m;
- as mudas de Sansão do Campo deverão ser plantadas com 0,80 m e as mudas de Eucaliptos-cidró serão plantadas com 0,30 m de altura.

A área do aterro de Ibaiti é cercada com tela de alambrado por toda a sua extensão, como é possível observar nas Figuras 11 e 12. Dessa forma, os portões e as cercas devem ser mantidos em perfeitas condições impedindo não só o acesso de pessoas não autorizadas e animais, mas também o descarte inadequado de resíduos no local, mesmo após o encerramento de suas atividades. Além disso, deve-se instalar um portão e uma cerca de forma a separar a área onde há as células de disposição de resíduos e a Coopersoli, conforme os Anexos VI e VII. Ainda, deverão ser instaladas placas informando o encerramento do aterro e orientando a proibição da entrada de pessoas não autorizadas no local.

Figura 11 - Local do aterro sanitário com cercamento.



Fonte: Aquabona, 2021.

Figura 12 - Local do aterro sanitário com cercamento.



Fonte: Aquabona, 2021.

7. MONITORAMENTO AMBIENTAL

Como forma de monitoramento ambiental, sugere-se que sejam feitas semestralmente, análises de água subterrânea, de solo e chorume, além de manutenções estruturais dos sistemas de drenagem e tratamento de lixiviado, cercamento, portão e cortina vegetal. Os parâmetros sugeridos para a análise de solo e água subterrânea e superficial são: coliformes totais, *Escherichia coli*, DBO₅, DQO, ferro, manganês, OD, pH, sólidos sedimentáveis, turbidez, zinco e chumbo.

8. USO FUTURO DA ÁREA

O uso futuro da área, após o encerramento do recebimento de resíduos, deverá ser compatibilizado com as demais atividades do aterro sanitário que continuarão sendo realizadas, como o tratamento do lixiviado, atividades de monitoramento ambiental e da Cooperativa de reciclagem Coopersoli. Dessa forma, após o encerramento das atividades no aterro sanitário, sugere-se a recuperação da área através do reflorestamento controlado do local, com mudas de árvores nativas, através de um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD).

9. CRONOGRAMA DE ENCERRAMENTO E RECUPERAÇÃO DA ÁREA

Para o encerramento das atividades, foi desenvolvido um cronograma de execução, apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Cronograma de atividades a serem executadas para o encerramento do aterro sanitário de Ibaiti, Paraná.

ATIVIDADES	MESES					
	1	2	3	4	5	6
Manutenção da cerca da área	x					
Manutenção e complementação da cortina vegetal	x					
Instalação dos poços de monitoramento		x				
Instalação do sistema de drenagem pluvial		x				
Espalhamento dos resíduos			x			
Cobertura com solo vegetal			x			
Plantio de gramíneas			x			
Cercamento da área				x		
Instalação de placas sinalizadoras				x		
Manutenção do sistema de tratamento de drenagem de lixiviado					x	x
Monitoramento de águas subterrâneas*						x
Monitoramento do solo*						x

*O monitoramento de águas subterrâneas e do solo deverá ser realizado semestralmente até que o local já não represente uma ameaça à saúde humana e ao meio ambiente. Fonte: Aquabona, 2022.

10. ESTIMATIVA DE CUSTOS

Para realização das ações, foram estimados alguns custos necessários, com base no SINAPI – PR 02/2022 e alguns valores de mercado. Além disso, para as análises de água e solo, os custos podem variar conforme o laboratório a qual serão encaminhadas.

Quadro 2 - Orçamento do encerramento do aterro sanitário de Ibiti.

ITEM	CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
1		ENCERRAMENTO				
1.1	98522	Alambrado em mourões de concreto, com tela de arame galvanizado (inclusive mureta de concreto)	m	260,00	R\$ 161,59	R\$ 42.013,40
1.2	Mercado	Mudas de Sansão do campo (<i>Mimosa caesalpinhiifolia</i>)	un	634,00	R\$ 2,95	R\$ 1.870,30
1.3	Mercado	Mudas de Eucaliptos-cidrô (<i>Corymbia citriodora</i>)	un	98,00	R\$ 4,96	R\$ 486,08
1.4	Mercado	Poços de monitoramento	un	5,00	R\$ 4.370,00	R\$ 21.850,00
1.5	90105	Escavação mecanizada de caneleta	m³	98,88	R\$ 32,19	R\$ 3.182,95
1.6	7745	Tubo de concreto DN 400 mm	m	291,00	R\$ 66,66	R\$ 19.398,06
1.7	102991	Calha meia cana pré-moldada de concreto, DN 400 mm - fornecimento e instalação	m	327,00	R\$ 33,69	R\$ 11.016,63
1.8	97935	Caixa de passagem retangular (60 cm x 100 cm x 120 cm) - drenagem de águas pluviais	un.	3,00	R\$ 580,60	R\$ 1.741,80
1.9		DISSIPADOR DE ENERGIA	un.	1,00		
1.9.1	98679	Piso cimentado	m²	50,00	R\$ 32,96	R\$ 1.648,00
1.9.2	97086	Formas de madeira	m²	20,00	R\$ 129,92	R\$ 2.598,40
1.10	96385	Execução e compactação de aterro com solo predominantemente argiloso	m³	1751,11	R\$ 10,64	R\$ 18.631,81
1.11	7253	Terra vegetal (a granel)	m³	875,55	R\$ 177,85	R\$ 155.716,57
1.12	3322	Gramma esmeralda ou são carlos ou curitibana, em placas	m²	8755,56	R\$ 9,25	R\$ 80.988,93
1.13	101205	Portão com mourões de madeira roliça, D=11cm, com 5 fios de arame farpado nº 14 classe 250, sem dobradiça - fornecimento e instalação	m	4,00	R\$ 41,57	R\$ 166,28
1.14	42438	Placa orientativa, 2m x 1m, em tubos de aço carbono, pintura no processo eletrostatístico	un	1,00	R\$ 2.053,01	R\$ 2.053,01
TOTAL						R\$ 363.362,22

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE - CEMA. **Resolução CEMA nº 86**, de 02 de abril de 2013. Diretrizes e critérios orientadores para o licenciamento e outorga, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários.

_____. **Resolução CEMA nº 94**, de 04 de novembro de 2014 – Diretrizes e critérios orientadores para o licenciamento e outorga, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Conheça as cidades e estados do Brasil**. c2017. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 5 jul. 2021.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Portaria IAP nº 260**, de 26 de novembro de 2014. Documentos, projetos e estudos ambientais exigidos nas etapas de licenciamento ambiental de aterros sanitários no Estado do PR.



