

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

RAÍSSA MARTINS AMADEO

**AVALIAÇÃO DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE UNIFLOR-PR COM BASE
NO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS (IQR)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2015

RAÍSSA MARTINS AMADEO

**AVALIAÇÃO DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE UNIFLOR-PR COM BASE
NO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS (IQR)**

Trabalho de Conclusão de curso, apresentado ao Departamento Acadêmico de Ambiental (DAAMB), do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Campo Mourão, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Medeiros Corneli.

CAMPO MOURÃO

2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Ambiental - DAAMB
Curso de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE UNIFLOR-PR COM BASE NO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS (IQR)

por

RAÍSSA MARTINS AMADEO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 30 de novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dra. VANESSA MEDEIROS CORNELI

Prof. Dr. RAFAEL MONTANHINI

Prof. Dra. CRISTIANE KREUTZ

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental”

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela sabedoria e por permitir que eu tivesse a oportunidade de possuir graduação a nível superior.

Agradeço a meus amados pais, Luiz Carlos e Vera por toda dedicação, apoio, amor e por dedicarem suas vidas e não medirem esforços para que eu pudesse chegar até aqui.

A meu irmão Thales, pelo companheirismo ao longo da vida e pelos conselhos de irmão mais velho. Ao Cleber, meu companheiro e parceiro, pela ajuda e paciência.

Agradeço a toda a minha família e aos meus amigos pela torcida e orações, em especial às minhas parceiras de república Ana Paula, Ana Clara, Aruani, Laís e Bruna. Aos colegas de sala e de faculdade, pelo companheirismo ao longo desses 5 anos.

A minha orientadora Prof. Dra. Vanessa Medeiros Corneli, pelo voto de confiança, pelo auxílio, paciência e dedicação no decorrer deste trabalho, e também à banca examinadora Prof. Dra. Cristiane Kreutz e Prof. Dr. Rafael Montanhini pelas sugestões e contribuições.

Agradeço ao pessoal do Aterro Sanitário de Uniflor-PR, Lydia e Jorge que me receberam de portas abertas e auxiliaram na concretização deste trabalho, sempre prestativos.

A todos que, de alguma maneira, contribuíram nessa etapa da minha vida.

RESUMO

AMADEO, R. M. **AVALIAÇÃO DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE UNIFLOR-PR COM BASE NO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS (IQR)**. 2015. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

A revolução industrial impulsionou o êxodo rural, acarretando em um acelerado e desordenado processo de urbanização. O crescimento das cidades e o aprimoramento das atividades antrópicas, proporcionaram um significativo aumento na geração de resíduos sólidos que se transformaram em um grande problema para a gestão pública. Considerando que o descarte incorreto pode causar desequilíbrio ambiental, contaminar os recursos hídricos, o solo e atmosfera, causando danos ao meio ambiente e a saúde pública, este trabalho tem por finalidade realizar um diagnóstico da qualidade da área de disposição final de resíduos sólidos urbanos do município de Uniflor- PR. Para isso, foram realizadas visitas *in-loco* na área do aterro sanitário e à prefeitura do município para observações, coleta de dados e análises de documentos referentes ao local de estudo e a gestão de resíduos. Também foi utilizado o Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) – nova proposta, desenvolvido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) no ano de 2013. Tal ferramenta é composta por sete itens de pontuação, a saber: estrutura de apoio, frente de trabalho, taludes e bermas, superfície superior, estrutura de proteção ambiental, outras informações e características da área. Os subítem avaliados como suficientes foram isolamento físico, isolamento visual, drenagem de chorume, drenagem definitiva de águas pluviais e drenagem de gases. Os subítem avaliados como adequados foram acesso à frente de descargas, dimensões da frente de trabalho, compactação dos resíduos, dimensões e inclinações dos taludes e bermas e proteção vegetal. Os subítem avaliados como Não/Raros foram afloramento de chorume, presença de catadores, queima de resíduo, ocorrência de moscas e odores, presença de aves e animais e recebimento de resíduos não autorizados. Os subítem considerados inadequados/ insuficientes foram portaria, balança e vigilância, recobrimento dos resíduos, nivelamento da superfície, homogeneidade da cobertura, drenagem provisória de águas pluviais, monitoramento geotécnico. A nota final atribuída ao aterro foi 7,5 enquadrando suas condições como adequadas, visto que notas de 0 a 7 são classificadas como inadequadas e de 7,1 a 10 são adequadas.

Palavras-chave: Gestão, Saneamento, Aterro sanitário.

ABSTRACT

AMADEO, R. M. **EVALUATION OF THE FINAL DISPOSAL OF URBAN SOLID WASTE AREA IN THE CITY OF UNIFLOR-PR, BASED ON WASTE LANDFILL QUALITY INDEX (IQR)**.2015. 69 p. Work of Course Conclusion (Bachelor of Environmental Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Campo Mourao, 2015.

The industrial revolution boosted the rural exodus, resulting in a rapid and uncontrolled urbanization process. The growth of cities and the improvement of human activities provided a significant increase in the generation of solid waste, which have become a major problem for public management. Considering that the incorrect disposal can cause environmental imbalance, contaminate water resources, soil, atmosphere, and cause damage to the environment and public health, this study aims to perform a quality diagnosis from the final disposal site of urban solid waste in the city of Uniflor- PR. The site and the city hall visitation enabled the collection of data and observation, and the document analysis for the landfill and waste management. Also it was used the Quality of Waste Landfills Index (IQR) - new proposal, developed by the Environmental Company of the State of São Paulo (CETESB) in 2013. This tool consists of seven scoring items, as: support structure, work front, slopes and berms, top surface, environmental protection structure, other information and area characteristics. The sub-items were evaluated as adequate physical isolation, visual isolation, leachate drainage, permanent rainwater drainage and gas drainage. The sub-items were evaluated as adequate access to the front of discharges, dimensions of the work front, compaction of waste, dimensions and inclinations of slopes and berms and plant protection. The sub-items evaluated as No / Very few slurry outcrop, the presence of collectors, waste burning, occurrence of flies and odors, the presence of birds and animals and receiving unauthorized waste. The sub-items considered inadequate / insufficient were concierge, balance and surveillance, waste coating, surface leveling, uniformity of coverage, temporary storm water drainage, geotechnical monitoring. The final score of the landfill was 7.5 framing their conditions as appropriate, as grades 0-7 are classified as inadequate and 7.1 to 10 are suitable.

Keywords: Management, Sanitation, Landfill.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico comparativo da geração e coleta de RSU	16
Figura 2 – Gráfico da destinação adequada e inadequada dos RSU em 2014...	17
Figura 3 – Comparativo da destinação final entre os anos de 2013 e 2014	18
Figura 4 – Esquema de funcionamento de um lixão	26
Figura 5 – Esquema de funcionamento de um aterro controlado	27
Figura 6 – Esquema de funcionamento de um aterro sanitário	27
Figura 7– Localização do município de Uniflor no Paraná	31
Figura 8 – Local de segregação de materiais recicláveis	32
Figura 9 – Vista aérea do Aterro Sanitário de Uniflor (vermelho) e do local de segregação de materiais recicláveis (azul).....	33
Figura 10 – Questionário Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos- nova proposta	34
Figura 11 – Portaria do Aterro de Uniflor	44
Figura 12 – Isolamento físico do Aterro. (A) Portão, (B) Cerca de arame	45
Figura 13 – Isolamento visual do Aterro com espécies arbóreas	46
Figura 14 – Acesso à frente de descarga	46
Figura 15 – Frente de Trabalho	47
Figura 16 – Compactação dos resíduos por trator esteira	48
Figura 17 – Recobrimento dos resíduos	48
Figura 18 – Taludes em boas condições	49
Figura 19 – Proteção vegetal do Talude	50
Figura 20 – Impermeabilização do Aterro	51
Figura 21 – (A) poço de acumulação do chorume, (B) Controle da moto Bomba, (C) Tubo de PVC no interior da vala, (D) Tubo de PVC que encaminha chorume do poço até a vala	52
Figura 22 – Drenagem definitiva de águas pluviais	53
Figura 23 – Dreno de gás	54
Figura 24 – (A) Poço de monitoramento a montante, (B) e (C) Poços de monitoramento a jusante	54
Figura 25 – Corpos hídricos próximos a área do Aterro Sanitário de Uniflor ...	56
Figura 26 – Distância do Aterro Sanitário ao Ribeirão do Fundo	57

Figura 27 – Esquema de Localização do Aterro e a distância de corpos hídricos	
.....	57
Figura 28 – Avaliação do IQR para o Aterro de Uniflor	
.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios de avaliação da Estrutura de apoio	35
Quadro 2 – Critérios de avaliação da Frente de Trabalho	36
Quadro 3 – Critérios de Avaliação para Taludes e Bermas	37
Quadro 4 – Critérios de Avaliação para Superfície Superior	38
Quadro 5 – Critérios de avaliação para estrutura de proteção ambiental	39
Quadro 6 – Critérios e avaliação para outras informações	41
Quadro 7 – Critérios de avaliação para características da área	42
Quadro 8 – Classificação das condições do Aterro	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO	14
3.2.1 Lixões ou vazadouros.....	15
3.2.3 Aterros Sanitários	17
3.3 INFRAESTRUTURA BÁSICA DO ATERRO SANITÁRIO	19
3.4 SISTEMAS OPERACIONAIS DE UM ATERRO SANITÁRIO	20
3.4.1 Sistema de Impermeabilização	20
3.4.2 Cobertura dos resíduos	21
3.4.3 Sistema de Drenagem de Chorume e Líquidos Percolados.....	21
3.4.4 Sistema de Tratamento de Líquidos Percolados.....	22
3.4.5 Sistema de Drenagem de Gases	23
3.4.6 Sistema de Drenagem de Águas Pluviais	24
3.4.7 Monitoramento ambiental	24
3.5 PANORAMA ATUAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL	25
3.6 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	28
3.7 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS- IQR.....	29
4 MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	30
4.2 COLETA DE DADOS E METODO DO IQR.....	33
4.2.1 Critérios de Avaliação.....	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO APLICADOS AO ATERRO SANITÁRIO DE UNIFLOR-PR	44
5.1.1 Estrutura de Apoio.....	44
5.1.2 Frente de Trabalho.....	47
5.1.3 Taludes e Bermas	49

5.1.4 Superfície superior	50
5.1.5 Estrutura de Proteção Ambiental.....	51
5.1.6 Outras Informações	55
5.1.7 Características da Área	56
5.2 CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO ATERRO DE UNIFLOR - PR	58
6 CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS.....	64

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a urbanização acelerada das cidades, aliados à revolução tecnológica, tem modificado o estilo de vida e padrão de consumo da sociedade, o que exige que cada vez mais recursos naturais sejam extraídos, proporcionando o aumento da quantidade e da variedade de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados.

Os RSU podem causar danos à saúde humana e ao ecossistema, pois ao se decomporem produzem o gás metano que polui a atmosfera, e o chorume, líquido tóxico capaz de infiltrar e contaminar solo e recursos hídricos. Além destes problemas, ainda podem atrair vetores transmissores de doenças como a leptospirose e a dengue, tornando-se necessário realizar uma correta disposição final destes materiais.

Entre as formas de disposição final dos resíduos estão o lixão, o aterro controlado e o aterro sanitário. As duas primeiras são técnicas não aceitas pela legislação ambiental vigente. Em 2013 58,3% dos RSU gerados no Brasil foram destinados a aterros sanitários. E, 41,7%, que correspondem a 79 mil toneladas diárias, foram encaminhados para lixões ou aterros controlados, os quais não apresentam proteção contra degradação do meio ambiente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2013).

Como medida para atender e melhorar questões de saneamento básico no país, o governo brasileiro publicou em agosto de 2010 a Lei Federal 12.305 que dispõe sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS). Nesta Lei foi estabelecida, entre outros quesitos, a proibição do uso de lixões como forma final de disposição dos RSU, estando sujeito a multas e responder processo por crime ambiental o município que não se adequar.

Muitos municípios encerraram suas atividades em lixões e aterros controlados e investiram na construção de aterros sanitários, o que justifica estudos que tenham por objetivo propor melhorias e averiguar se estas unidades estão em conformidade com as normas exigidas para operação de aterros sanitários.

Neste aspecto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a área de disposição final de RSU do município de Uniflor no Paraná, através do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) proposto pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a área de disposição final de resíduos sólidos urbanos do município de Uniflor no estado do Paraná, de acordo com os requisitos preestabelecidos pelo Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a área de localização do aterro sanitário;
- Avaliar as estruturas de apoio, frente de trabalho, taludes e bermas e superfícies superior do aterro sanitário;
- Avaliar as estruturas de proteção ambiental do aterro sanitário;
- Avaliar as condições gerais de operação do aterro sanitário.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

De acordo com a Lei Federal nº 12.305 (BRASIL, 2010) que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), a definição de resíduos sólidos é:

Matéria, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, e 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 esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Segundo a ABNT NBR 10.004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) resíduos sólidos são materiais no estado sólido e semissólido provenientes das atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, de serviços e de varrições. Também se incluem nessa categoria os lodos oriundos de tratamento de esgoto e gerados em aparelhos de controle da poluição, além de líquidos inviáveis de ser tratados e que, portanto, não podem ser lançados na rede pública de esgoto ou corpos d'água.

Ainda de acordo com a ABNT NBR 10.004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) os resíduos são separados em duas classes, perigosos e não perigosos.

Resíduos classe I - Perigosos: São aqueles que apresentam riscos a saúde pública e ao meio ambiente quando gerenciados de forma inadequada, devido a suas propriedades de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade

Resíduos classe II - Não perigosos:

Resíduos classe II A - Não inertes: Não se enquadram na classe I e nem na classe II B. Podem apresentar características de combustibilidade biodegradabilidade ou solubilidade em água.

Resíduos classe II B – Inertes: São os resíduos que em contato com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, não tem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

3.2 FORMAS DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RSU NO SOLO

Entre as formas de disposição final dos resíduos estão o lixão, o aterro controlado e o aterro sanitário.

3.2.1 Lixões ou vazadouros

Os lixões caracterizam-se pelo depósito de resíduos diretamente sobre o solo sem proteção e a céu aberto, acarretando em maus odores, poluição do solo e dos recursos hídricos devido à infiltração do chorume, além de problemas de saúde pública, como consequência da proliferação de vetores de doenças (RAMOS, 2004).

A técnica de lixões (Figura 1) trata-se de uma forma ilegal de disposição onde não há controle e fiscalização quanto aos tipos de resíduos enviados a estes locais, podendo conter os mais diversos materiais, até mesmo rejeitos advindos de serviços de saúde e também das indústrias. Ligados a estes locais também são encontrados catadores e animais, que residem no próprio local (LANZA, 2009).

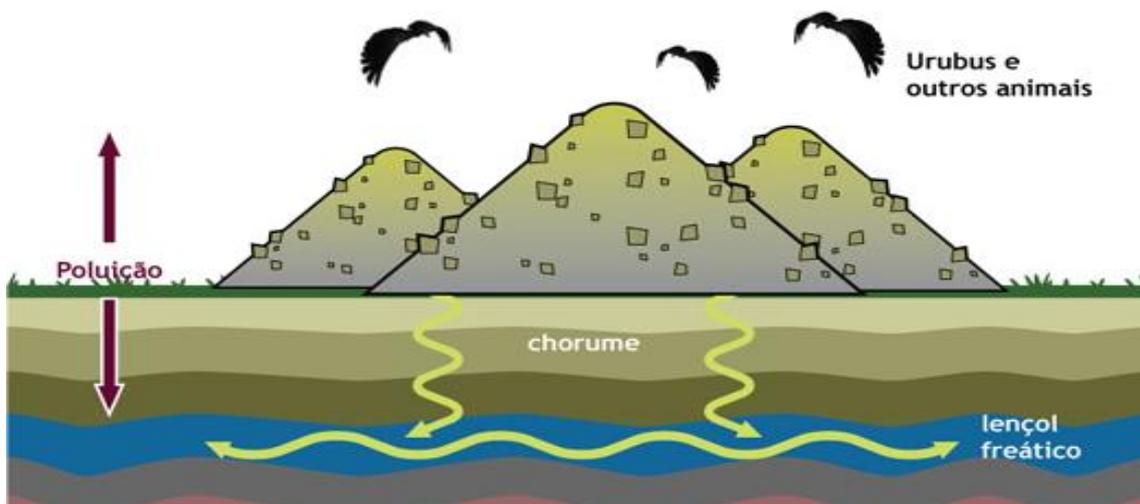


Figura 1: Esquema de funcionamento de um lixão.
Fonte: Gonçalves, 2013

3.2.2 Aterros Controlados

Segundo a ABNT NBR 8849 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985) o aterro controlado é um método que se utiliza de princípios de engenharia para dispor resíduos sólidos urbanos no solo. Ao final de cada jornada de trabalho, os resíduos são confinados por meio uma camada de material inerte, de modo a não causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando conseqüentemente os impactos ambientais provenientes da atividade.

Nos aterros controlados (Figura 2) não ocorre impermeabilização de base, o que pode influenciar na qualidade das águas subterrâneas e do solo, além disso, o aterro controlado não contém tratamento de percolato ou coleta e queima do gás gerado. (LANZA; CARVALHO, 2006).

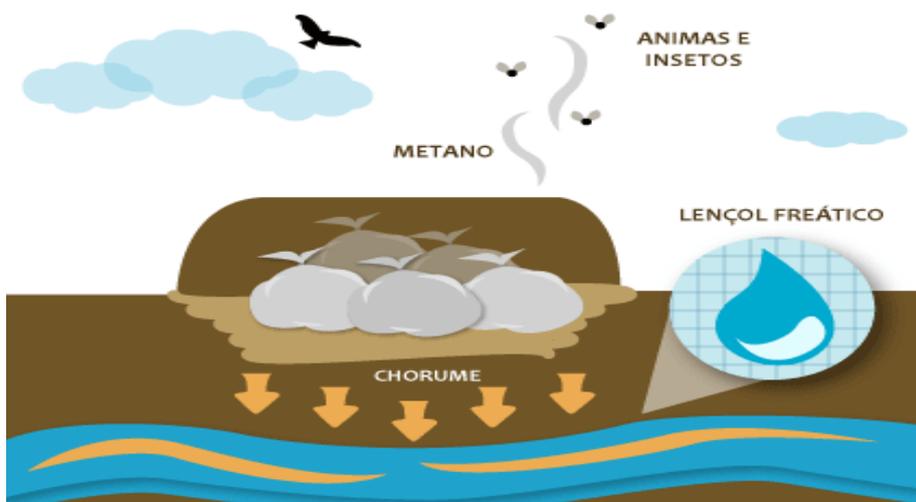


Figura 2: Esquema de funcionamento de um aterro controlado
Fonte: Adaptado de Martins/ EcoD, (2010).

3.2.3 Aterros Sanitários

De acordo com a NBR 8419 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992) aterros sanitários (Figura 3) são técnicas de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, utilizando métodos de engenharia para minimizar os impactos ambientais, como confina-los à menor área possível, reduzi-los ao menor volume permissível e cobri-los com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho visando minimizar os impactos ambientais e danos à saúde pública e à sua segurança.

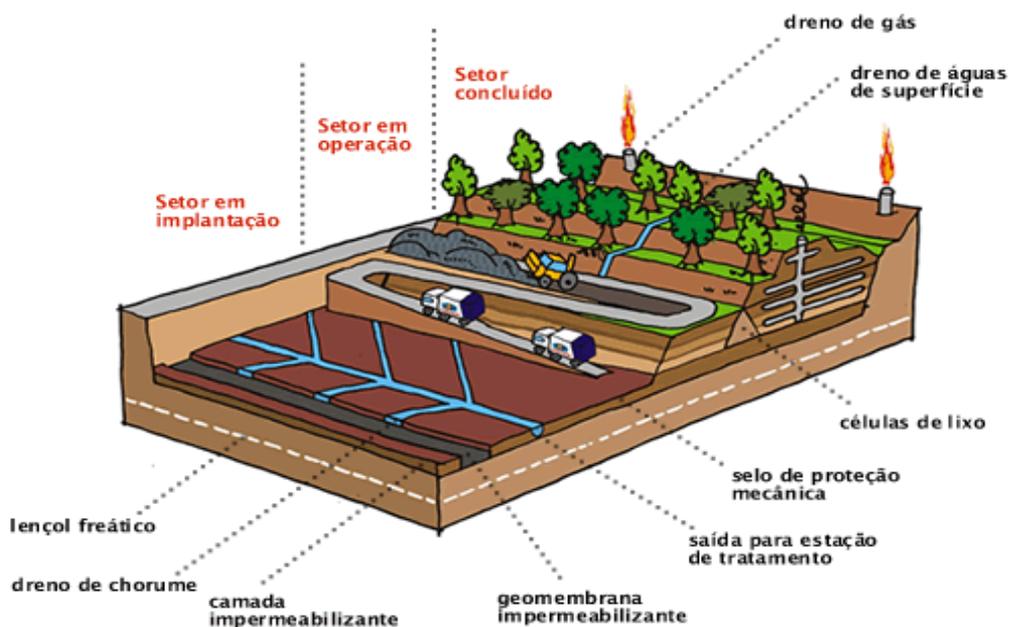


Figura 3: Esquema de funcionamento de um aterro sanitário
 Fonte: Vina, 2014

É necessário avaliar as probabilidades de impactos locais e sobre a área de influência do empreendimento, a fim de mitigá-los. Assim, o aterro sanitário deve conter todos os sistemas de proteção ambiental, tais como impermeabilização de base e laterais; recobrimento diário e cobertura final; coleta e drenagem de líquidos percolados; coleta e tratamentos dos gases; drenagem superficial; sistema de tratamento de líquidos percolados e monitoramento. (LANZA; CARVALHO, 2006)

No método de disposição de aterros sanitários, ao contrário de lixões e aterros controlados, existe controle sobre os resíduos recebidos. Estes devem estar classificados como resíduos classe II – não inertes segundo a classificação da NBR 10.004/2004 da ABNT, sendo eles resíduos sólidos urbanos de origem domiciliar e comercial; resíduos dos serviços de capina, varrição, poda e raspagem; resíduos de gradeamento, desarenação e lodos desidratados das Estações de Tratamento de Esgoto; resíduos desidratados de veículos limpa-fossas; resíduos desidratados de Estações de Tratamento de Água e resíduos sólidos provenientes de indústrias, comércio ou outras origens (LANZA; CARVALHO, 2006).

3.3 INFRAESTRUTURA BÁSICA DO ATERRO SANITÁRIO

De acordo com Lanza, Carvalho (2006), a infraestrutura básica de um aterro sanitário deve ser constituída pelos seguintes itens:

- Guarita/Portaria: Possui a finalidade de receber, inspecionar e controlar a entrada e saída de caminhões de lixo e outros veículos no aterro.
- Balança: Realiza a pesagem dos caminhões coletores para obter-se controle sobre o volume de resíduos diários e mensais dispostos no aterro.
- Isolamento: Cerca e portão que circundam totalmente a área do aterro a fim de impedir a entrada de animais e pessoas não autorizadas.
- Sinalização: Informativa das unidades e de advertência nos locais de risco.
- Cinturão verde: Espécies arbóreas plantadas no perímetro da área do aterro, formando uma cerca viva.
- Acessos: Vias internas e externas que permitem acesso à área do aterro sob qualquer condição climática.
- Iluminação e eletricidade: Acesso a energia elétrica para funcionamentos dos equipamentos e atividades noturnas, se necessário.
- Comunicação: Acesso à rede de telefonia fixa, celular ou rádio para comunicação interna e externa.
- Abastecimento de água: Ligação à rede pública de abastecimento de água para uso nas instalações de apoio e para umedecimento das vias de acesso.
- Instalações de apoio operacional: Prédio administrativo. Deve conter escritório, refeitório, copa, instalações sanitárias e vestiários.
- Área de disposição final de resíduos: local destinado ao aterramento dos resíduos, contendo sistemas de impermeabilização de base e das laterais e de drenagens de chorume, de águas pluviais e de gases em conformidade com as normas técnicas e ambientais vigentes.

- Sistema de tratamento de chorume: Visa o atendimento dos padrões de lançamento de efluentes em cursos d'água por meio de sistema de tratamento dos líquidos percolados do aterro.
- Instrumentos de monitoramento: Poços de monitoramento de águas subterrâneas e medidores de vazão, piezômetros e medidores de recalque horizontais e verticais.

3.4 SISTEMAS OPERACIONAIS DE UM ATERRO SANITÁRIO

3.4.1 Sistema de Impermeabilização

O sistema de impermeabilização de base e laterais tem como função impedir que o chorume e outras substâncias tóxicas geradas a partir da decomposição da matéria orgânica infiltrem, evitando a contaminação do solo e águas subterrâneas.

Este sistema depende dos aspectos geológicos/ geotécnicos, hidrogeológicos da área de implantação do aterro e suas peculiaridades, objetivando vedar a área contra escoamento dos fluidos durante e após a vida útil do aterro, tendo como requisitos básicos ser estanque, durável e possuir resistência mecânica e química (BORGATTO, 2006).

A NBR 13896 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997) define impermeabilização como assentamento de camadas de materiais, sejam eles de origem natural ou artificial, que impeçam ou diminuam significativamente a infiltração dos líquidos percolados provenientes da decomposição da massa de resíduos.

A camada impermeabilizante deverá ser composta de solo argiloso de baixa permeabilidade ou geomembrana sintética com espessuras adequadas para que seu desempenho seja mais eficiente (BORGATTO, 2006).

3.4.2 Cobertura dos resíduos

A cobertura dos resíduos tem por finalidade proteger a superfície da célula, diminuir a taxa de formação de percolados, eliminar a proliferação de vetores, diminuir a exalação de odores, impossibilitar a catação, facilitar o tráfego de veículos, eliminar a queima de resíduos e saída descontrolada de biogás (BOCCHIGLIERI, 2010).

Existem dois tipos de cobertura, a cobertura diária, com camada de 15 a 20 cm de espessura de terra ou material inerte com o objetivo de impedir o arraste de materiais, evitar a disseminação de odores e a proliferação de vetores, e a cobertura final, realizada com cerca de 60 cm de argila, quando saturada a capacidade da plataforma do aterro. Após recobrimento é recomendado o plantio de gramíneas nos taludes definitivos e platôs, a fim de evitar erosões (LANZA; CARVALHO, 2006).

3.4.3 Sistema de Drenagem de Chorume e Líquidos Percolados

O chorume é conhecido como a fração líquida que percola através da massa de resíduos aterrada, carregando materiais dissolvidos ou suspensos, constituindo-se através da decomposição dos resíduos por fontes externas, tais como sistemas de drenagem superficial, chuva, lençol freático e nascentes (IWAI, 2005).

A finalidade deste sistema de drenagem é a condução do chorume e outros líquidos para áreas de tratamento ou recirculação, a fim de se evitar formação de lâmina de líquido e aumento de pressão sobre a massa de resíduos no interior do aterro (FARIA, 2002)

De acordo com especificações da ABNT NBR 13896 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997) o sistema de drenagem de percolado deve ser construído de material resistente ao resíduo e ao líquido percolado, e a pressões originárias da estrutura total do aterro e dos equipamentos utilizados em sua operação.

O bom funcionamento do sistema de drenagem interna, é fundamental para a estabilidade do aterro, sendo necessário que a drenagem de percolados esteja inserida entre os resíduos, as redes e caixas de passagens que conduzem os percolados ao sistema de tratamento estejam sempre desobstruídas e sejam rigorosamente monitoradas (LANZA; CARVALHO, 2006).

3.4.4 Sistema de Tratamento de Líquidos Percolados

Atualmente são comumente empregados os seguintes tratamentos nos aterros sanitários: recirculação ou irrigação, lagoas de estabilização, tratamento químico, filtro biológico ou tratamento em estação de tratamento de esgoto (ARDENGHI, 2013).

As lagoas anaeróbias são unidades primárias em um sistema de tratamento de lagoas, operando com altas cargas orgânicas, baseando-se na digestão anaeróbia para degradar a matéria orgânica. As lagoas facultativas são ambientes onde ocorrem processos anaeróbicos e aeróbicos, realizados por algas e bactérias, que estabilizam a matéria orgânica presente (LANZA; CARVALHO, 2006).

Após o tratamento no sistema convencional, o efluente tratado deverá ser encaminhado para uma lagoa de acumulação, onde permanecerá por determinado período, para que possa ser lançado em curso d'água, dando início a um processo natural, conhecido como autodepuração (LANZA; CARVALHO, 2006).

Para aterros de pequeno porte deve ser implantado um sistema de coleta e recirculação de chorume, com a finalidade de preservar o lençol freático de qualquer contaminação, por menor que venha a ser. O sistema é constituído de drenos de brita, implantados no fundo da vala e rede de tubos em PVC, que levarão o chorume drenado até um poço de captação para posteriormente ser efetuada a recirculação dentro das valas existentes, onde será implantada tubulação de PVC perfurada manualmente, que distribuirá

homogeneamente o chorume, pela superfície da vala (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005).

Dentre as vantagens da recirculação do chorume, podem ser citadas: Aceleração na estabilização biológica do aterro sanitário; redução consistente dos componentes orgânicos do chorume; redução volumétrica do chorume pela evapotranspiração; retarda o tempo de implantação inicial do sistema de tratamento de chorume e reduz os custos do sistema de tratamento de chorume. (HAMADA et al, 2004)

3.4.5 Sistema de Drenagem de Gases

A função deste sistema de drenagem é evitar que os gases provenientes da decomposição da massa de resíduos orgânica, denominados de biogás, migrem através de meios porosos do subsolo e se acumulem em redes de esgotos, fossas, poços e sob edificações próximas a área do aterro. Os principais gases que compõem o biogás, gerados a partir da decomposição dos resíduos orgânicos são o metano (CH₄) e o dióxido de carbono (CO₂), entre tanto, outros gases podem ser encontrados nos aterros sanitários, como o amoníaco (NH₃), monóxido de carbono (CO), hidrogênio (H₂), sulfeto de hidrogênio (H₂S), nitrogênio (N₂) e oxigênio (O₂) (BORBA, 2006).

A geração de gases é afetada por diversas variáveis, dentre elas a composição de resíduos, o estágio efetivo de decomposição, a natureza dos resíduos, a umidade presente, o estado físico dos resíduos, o potencial hidrogeniônico, a temperatura, os nutrientes, a capacidade tampão e a taxa de oxigenação (CASTILHOS JR et al., 2009).

Para que a migração dos gases seja eficaz, é necessário que existam drenos em determinados pontos do aterro. Os drenos são constituídos por linhas de tubos perfurados, sobrepostos e envoltos por uma camada de brita, que atravessam verticalmente a massa de resíduos aterrados, constituindo uma chaminé. Interligados aos drenos verticais, estão os drenos horizontais e subverticais projetados para facilitar a drenagem e torná-la mais eficiente na massa de resíduo. É recomendado que o gás metano emitido para a atmosfera

seja queimado. Deste modo, o mesmo decompõe-se em CO₂ e água, tornando-se menos agressivo ao meio ambiente (FILHO, 2005).

O biogás resultante da degradação dos resíduos pode ser transformado em energia elétrica, podendo ser utilizada para iluminação e fonte de energia para a própria área do aterro, por exemplo, uma vez que estes gases continuarão a ser produzidos muitos anos após o encerramento do aterro (SOUZA, 2007)

3.4.6 Sistema de Drenagem de Águas Pluviais

O Sistema de Drenagem de águas pluviais tem por finalidade prevenir erosões e a condução dos poluentes, além de evitar que águas superficiais alcancem os resíduos aterrados e aumentem o volume de líquidos percolados. O sistema deve ser constituído por canaletas de berma, descidas de água nos taludes, caixas de passagem, bacias de dissipação, escadas hidráulicas entre outros (TAVARES, 2008).

Dispositivos de drenagens pluviais definitivos devem ser instalados nas plataformas, bermas, taludes e vias de acesso, enquanto nas demais áreas e frente de trabalho devem ser escavadas canaletas de drenagem provisórias. As águas de chuva devem ser drenadas diretamente para os cursos d'água ou bacias de infiltração localizadas dentro da área do aterro, com a condicionante de que não sofram qualquer contaminação no seu percurso (LANZA, CARVALHO; 2006).

3.4.7 Monitoramento ambiental

Considerada como uma etapa de grande importância, o monitoramento tem como objetivo realizar avaliação da influência do aterro sobre o meio

ambiente, considerando a eficiência do plano de recuperação para mitigação de impactos sobre o solo, água e ar (ALBERTE; CARNEIRO; KAN, 2005).

O processo de monitoramento do aterro sanitário é realizado através de uma série de medições de água e solo em campo e ensaios de laboratório a serem realizados periodicamente durante a fase de operação do aterro, e após o seu encerramento por período mínimo de dez anos (LANZA; CARVALHO, 2006).

O monitoramento fornece dados para análise do comportamento de aterros de resíduos sólidos, essenciais ao seu tratamento, manutenção, ou mesmo, possível operação (ALBERTE; CARNEIRO; KAN, 2005).

Devem ser realizados monitoramentos das águas superficiais e subterrâneas, analisando, no mínimo, pH, condutividade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), NO_3 e coliformes fecais. Também devem ser monitorados, o chorume para avaliar a eficiência do tratamento, os resíduos que adentram o aterro, os maciços e dos demais sistemas de drenagem e infraestrutura que compõe o aterro (COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA, 2015).

3.5 PANORAMA ATUAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

A geração total de RSU no Brasil em 2014 foi de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas, o que significou um aumento de 2,9% em relação ao ano de 2013. Tal índice é superior à taxa de crescimento populacional que foi 0,9% no mesmo período. Nesse aspecto, a comparação entre a quantidade gerada de 78.583.405 toneladas e a coletada no mesmo período na quantia de 71.260.045 toneladas indica que 7.323.360 toneladas de RSU deixaram de ser coletadas, tendo destinação ambientalmente inadequada (Figura 4) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2014).

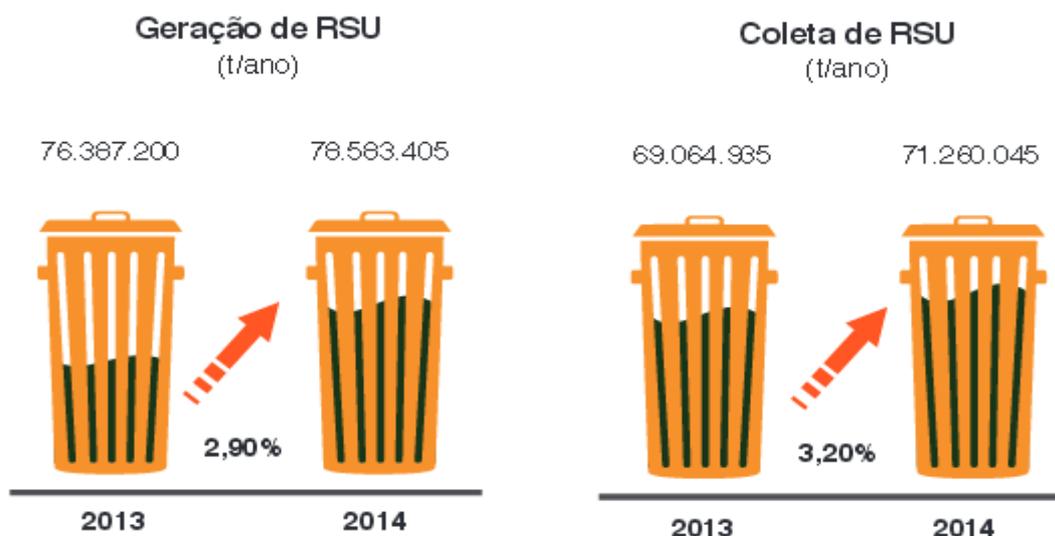


Figura 4: Gráfico comparativo da geração e coleta de RSU no Brasil.
Fonte: ABRELPE, 2014.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico considera que apenas 33% dos municípios brasileiros adotaram uma destinação correta para seus resíduos sólidos, contra 50,8% dos municípios que destinaram seus resíduos para vazadouros a céu aberto (lixões). As Regiões Nordeste e Norte apresentaram os maiores índices de destinação em lixões com 89,3% e 85,5%, respectivamente. Os estados da Região Sul foram os que registraram a menor taxa de destinação de resíduos em lixões, com taxas de 2,7% para Santa Catarina, 16,5% no Rio Grande do Sul e 24,6% no Paraná. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2008).

Em 2014, no Brasil, 58,4% dos RSU foram destinados para aterros sanitários (Figura 5), enquanto 29,6 milhões de toneladas foram encaminhadas para lixões ou aterros controlados, que não possuem infraestrutura adequada para proteção do meio ambiente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2014).

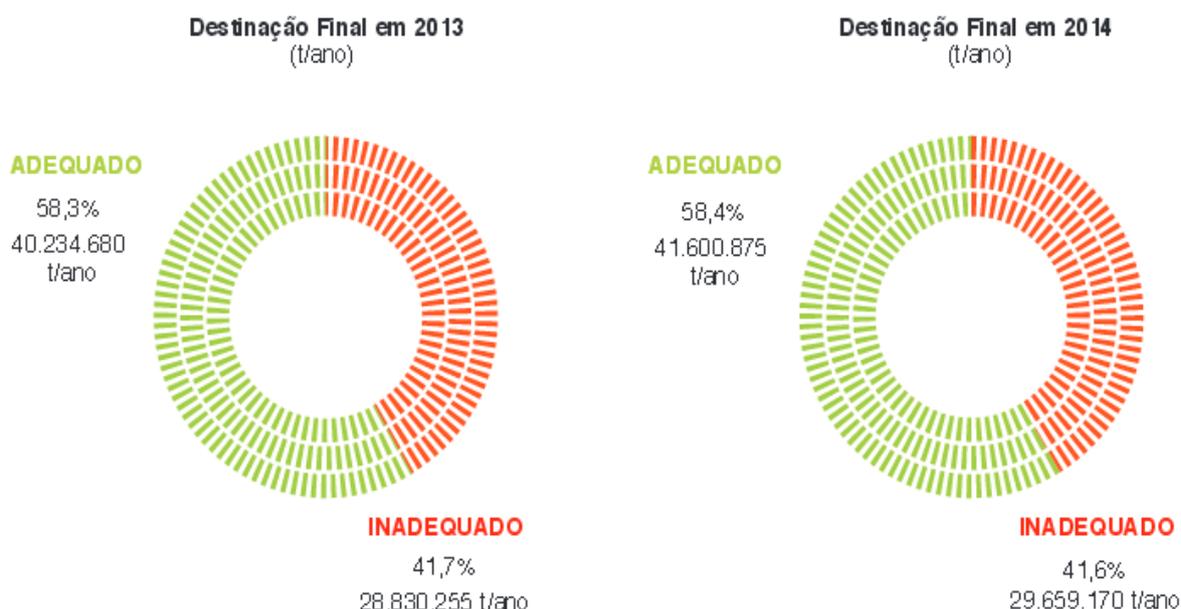


Figura 5: Gráfico da destinação adequada e inadequada dos RSU em 2014.
 Fonte: ABRELPE, 2014.

O cenário pouco se alterou em relação ao ano de 2013. Nota-se que a taxa de resíduos dispostos em lixões continua a mesma, enquanto a taxa de resíduos enviados para aterros controlados diminuiu 0,1%, os quais passaram a ser encaminhados a aterros sanitários, o que justifica o aumento de 0,1% de disposição de RSU nestes locais (Figura 6).

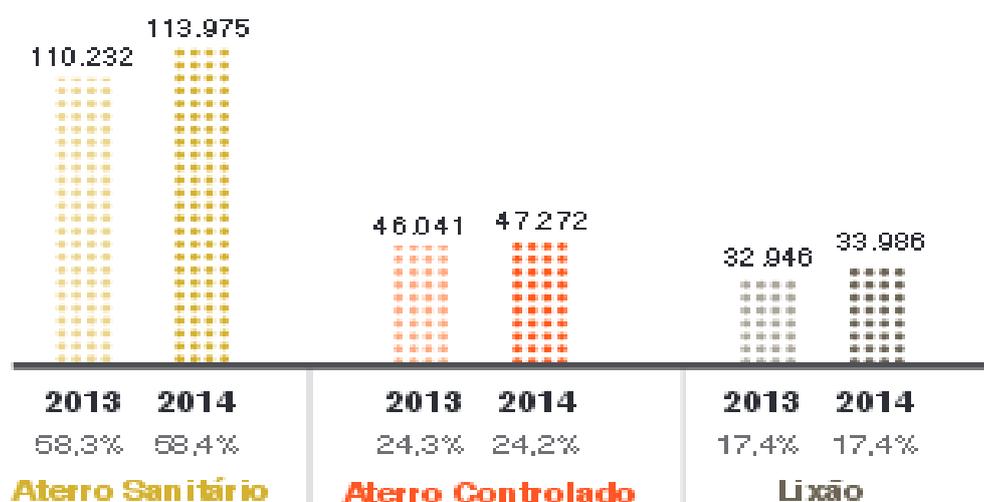


Figura 6: Comparativo da destinação final entre os anos de 2013 e 2014 no Brasil.
 Fonte: ABRELPE, 2014.

3.6 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O inciso nono do Art. 3º da PNRS (BRASIL, 2010) define gerenciamento de resíduos sólidos como:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

Segundo D'Almeida e Vilhena (2010) o gerenciamento engloba as seguintes etapas:

- Geração de Resíduos: Identificação dos pontos de geração e dos tipos de resíduos gerados, buscando diminuir a geração destes através de mudanças no padrão de consumo da sociedade;
- Segregação: Trata-se de separar os resíduos de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas, no momento e local de geração;
- Acondicionamento: Refere-se a acondicionar os resíduos segregados em embalagens que levem em consideração suas necessidades de acordo com suas características;
- Coleta e transporte: Retirada e deslocamento dos resíduos para os locais de armazenamento ou destinação final;
- Armazenamento: Consiste em manter temporariamente os resíduos em área adequada, enquanto aguardam reciclagem, recuperação, tratamento ou destinação final;
- Reaproveitamento e tratamento: Objetiva-se agregar valor aos resíduos e diminuir os impactos ambientais através de tratamento destes materiais como reciclagem, reutilização, recuperação ou compostagem.
- Destinação final: materiais não utilizados nas etapas anteriores, impossíveis de ser reaproveitados, também conhecidos como rejeitos,

vão para o local reservado à sua disposição final, como por exemplo, os aterros sanitários.

O gerenciamento de resíduos sólidos deve abranger temas como coleta seletiva, reciclagem, inclusão social e participação da sociedade civil durante a elaboração, implementação e monitoramento, além de estabelecer controle e fiscalização de sua implantação e operação (TEIXEIRA, 2013).

3.7 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS- IQR

A fim de avaliar as condições de aterros sanitários, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), desenvolveu o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR). Um questionário composto por variáveis que avaliam parâmetros que podem comprometer a qualidade do sistema, como características do local, infraestrutura e condições operacionais (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005).

O IQR vem sendo utilizado desde 1997 para avaliar anualmente a disposição de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo. Tal questionário é constituído por sete itens, a saber: estrutura de apoio, frente de trabalho, taludes e bermas, superfície superior, estrutura de proteção ambiental, características da área e outras informações. (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2013).

Ao final da avaliação, os aterros recebem uma nota final que varia de zero a dez, classificando suas condições como inadequadas (0,0 a 7,0) ou adequadas (7,1 a 10) (CETESB, 2013).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Uniflor pertencia ao município de Nova Esperança, emancipando-se no ano de 1961. Recebeu este nome quando alguns engenheiros da Companhia Melhoramentos Norte do Paraná caminhavam meio a mata e encontraram uma flor sozinha na vegetação (PREFEITURA MUNICIPAL DE UNIFLOR, 2015).

O município está localizado na região Sul do País, e a noroeste do estado do Paraná (Figura 7). Suas coordenadas geográficas são: latitude 23°05'13" sul e longitude 52°09'25" oeste. Possui uma área territorial de 94,82 km²; população de 2.465 habitantes, com densidade populacional de 26hab/km² (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

O Sistema de classificação climática de Köppen classifica a região de Uniflor como clima Cfa- clima subtropical, possuindo temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida (PREFEITURA MUNICIPAL DE UNIFLOR, 2015).

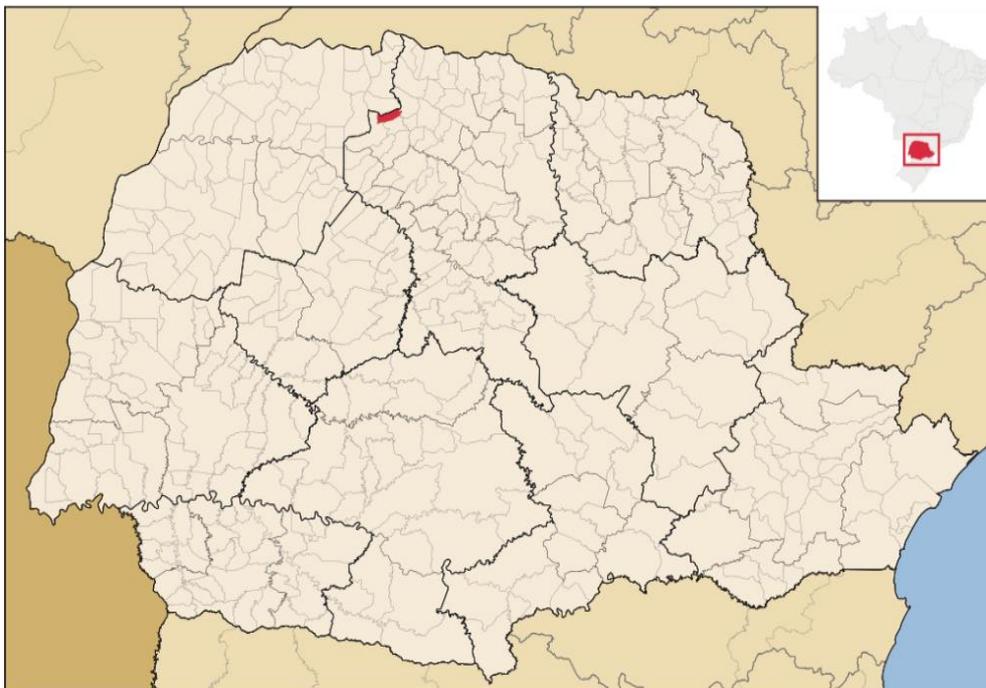


Figura 7: Localização do município de Uniflor no Paraná.
Fonte: Abreu, 2006

Os serviços de coleta de resíduos residenciais são executados pela prefeitura, diariamente no centro da cidade e duas vezes por semana nas demais áreas. A prefeitura municipal é responsável pela coleta e destinação dos resíduos sólidos urbanos gerados na cidade, o que equivale a uma taxa de 0,706 Kg/hab/dia, totalizando 1740,29 Kg diários (PREFEITURA MUNICIPAL DE UNIFLOR, 2015).

A varrição e a capina são executadas por uma equipe de quatro funcionários contratados pela prefeitura. As atividades de roçada são realizadas esporadicamente por parte da equipe acrescida de um motorista. Os resíduos recicláveis como papelão, plásticos e metais são coletados por um carrinheiro e levados para segregação em um local ao lado do aterro para posterior venda dos materiais (PREFEITURA MUNICIPAL DE UNIFLOR, 2015) (Figura 8).



Figura 8: Local de segregação de materiais recicláveis.
Fonte: Autoria própria (2015).

Os resíduos orgânicos são encaminhados até o Aterro Sanitário municipal (figura 9), o qual foi projetado pelo método de vala também conhecido como trincheira, com as seguintes dimensões: 10 metros de largura superior, 6 metros de largura inferior, comprimento superior de 60 metros e inferior de 54 e profundidade de 6 metros, possuindo capacidade para receber um volume de 2.448m³ de resíduos.

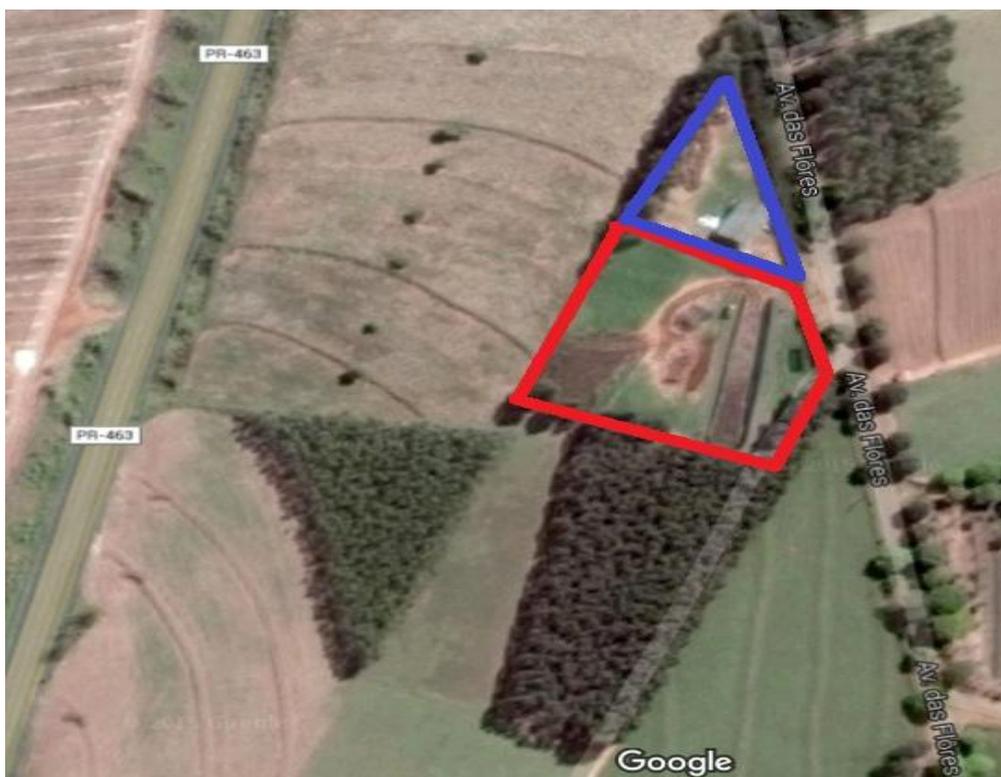


Figura 9: Vista aérea do Aterro Sanitário de Uniflor (vermelho) e do local de segregação de materiais recicláveis (azul).

Fonte: Adaptado de *Google Maps*, 2015

4.2 COLETA DE DADOS E METODO DO IQR

Para a realização do trabalho, inicialmente foi realizado levantamento de informações através de consultas a artigos acadêmicos, leis, decretos e normas referentes ao tema de estudo.

Após essa etapa, foram realizadas duas visitas técnicas ao aterro sanitário do município de Uniflor, a fim de coletar dados para o IQR. Este processo se concretizou através de observações, entrevistas com o técnico responsável pelo aterro e aplicação do questionário do IQR nova proposta (Figura 10).

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS NOVA PROPOSTA- IQR				
MUNICÍPIO:			DATA:	
LOCAL:			AGÊNCIA:	
BACIA HIDROGRÁFICA:			UGRHI:	
LICENÇA: L.I.: <input type="checkbox"/> L.O.: <input type="checkbox"/>			TÉCNICO:	

ITEM	SUB-ITEM	AValiação	PESO	PONTOS
ESTRUTURA	1. PORTARIA, BALANÇA E VIGILÂNCIA	SIMSUFICIENTE	2	
		NÃOINSUFICIENTE	0	
	2. ISOLAMENTO FÍSICO	SIMSUFICIENTE	2	
		NÃOINSUFICIENTE	0	
3. ISOLAMENTO VISUAL	SIMSUFICIENTE	2		
	NÃO/SUFICIENTE	0		
4. ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	3		
	INADEQUADO	0		
FRONTALIDADE	5. DIMENSÕES DA FRENTE DE TRABALHO	ADEQUADAS	5	
		INADEQUADAS	0	
	6. COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS	ADEQUADA	5	
		INADEQUADA	0	
7. RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	5		
	INADEQUADO	0		
TALUDEMAS	8. DIMENSÕES E INCLINAÇÕES	ADEQUADAS	4	
		INADEQUADAS	0	
	9. COBERTURA DE TERRA	ADEQUADA	4	
		INADEQUADA	0	
10. PROTEÇÃO VEGETAL	ADEQUADA	3		
	INADEQUADA	0		
11. AFLORAMENTO DE CHORUME	NÃO/RAROS	4		
	SIM/NUMEROSOS	0		
SUPERFÍCIE	12. NIVELAMENTO DA SUPERFÍCIE	ADEQUADO	5	
		INADEQUADO	0	
	13. HOMOGENEIDADE DA COBERTURA	SIM	5	
		NÃO	0	
ESTRUTURA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	14. IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO	SIM/ADEQUADA (N. PREENCHER ITEM 15)	10	
		NÃO/INADEQUADA (PREENCHER ITEM 15)	0	
	15. PROF. LENÇOL FREÁTICO (P) X PERMEABILIDADE DO SOLO (K)	$P > 3 \text{ m}, k < 10^{-6}$	4	
		$1 \leq P \leq 3 \text{ m}, k < 10^{-6}$	2	
	16. DRENAGEM DE CHORUME	SIMSUFICIENTE	4	
		NÃOINSUFICIENTE	0	
	17. TRATAMENTO DE CHORUME	SIM/ADEQUADO	4	
		NÃO/INADEQUADO	0	
	18. DRENAGEM PROVISÓRIA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFICIENTE/DESNECES.	3	
		NÃOINSUFICIENTE	0	
	19. DRENAGEM DEFINITIVA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFICIENTE/DESNECES.	4	
		NÃOINSUFICIENTE	0	
20. DRENAGEM DE GASE	SUFICIENTE/DESNECES.	4		
	NÃOINSUFICIENTE	0		
21. MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	ADEQUADO	4		
	INADEQUADO/INSUFIC.	1		
	INEXISTENTE	0		
22. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO	ADEQUADO/DESNECES.	4		
	INADEQUADO/INSUFIC.	1		
	INEXISTENTE	0		
SUBTOTAL 1			86	

ITEM	SUB-ITEM	AValiação	PESO	PONTOS
OUTRAS	23. PRESENÇA DE CATADORES	NÃO	2	
		SIM	0	
	24. QUEIMA DE RESÍDUO	NÃO	2	
		SIM	0	
25. OCORRÊNCIA DE MOSCAS E ODORES	NÃO	2		
	SIM	0		
26. PRESENÇA DE AVES E ANIMAIS	NÃO	2		
	SIM	0		
27. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS	NÃO	2		
	SIM	0		
28. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS	SIM (Preencher item 29)			-
	NÃO (r p/item 30)			
29. ESTRUTURAS E PROCEDIMENTOS	SUFICIENTE/ADEQUADO	10		
	INSUFICIENTE/INADEQ.	0		
SUBTOTAL 2.1			10	
SUBTOTAL 2.2			20	
CARACTERÍSTICA	30. PROXIMIDADES DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	$\geq 500 \text{ m}$	2	
		$< 500 \text{ m}$	0	
	31. PROXIMIDADES DE CORPOS DE ÁGUA	$\geq 200 \text{ m}$	2	
		$< 200 \text{ m}$	0	
32. VIDA ÚTIL DA ÁREA	$\leq 2 \text{ ANOS}$	<input type="checkbox"/>		-
	DE 2 A 5 ANOS	<input type="checkbox"/>		
	$> 5 \text{ ANOS}$	<input type="checkbox"/>		
33. LICENÇA DE OPERAÇÃO	SIM			-
	NÃO/ENCERRADA			
34. RESTRIÇÕES LEGAIS AO USO DO SOLO	SIM			-
	NÃO			
SUBTOTAL 3			4	

TOTAL MÁXIMO (100)	TOTAL MÁXIMO (110)
TOTAL MÁXIMO 2.1	TOTAL MÁXIMO 2.2
sem recebimento de resíduos industriais	com recebimento de resíduos industriais
<input type="text"/>	<input type="text"/>
IQR-SOMA DOS PONTOS/10	IQR-SOMA DOS PONTOS/11
sem recebimento de resíduos industriais	com recebimento de resíduos industriais
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Cálculo do IQR	
(sem receb. resíduos industriais) $IQR = (SUBTOTALS 1+2.1+3)/10 = 10,0$	
(com receb. resíduos industriais) $IQR = (SUBTOTALS 1+2.2+3)/11 = 10,0$	

IQR	AValiação
0,0 a 7,0	CONDIÇÕES INADEQUADAS
7,1 a 10,0	CONDIÇÕES ADEQUADAS

Figura 10: Questionário Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos- nova proposta. Fonte: CETESB, 2013.

4.2.1 Critérios de Avaliação

O questionário é composto por sete Itens: Estrutura de apoio, frente de trabalho, taludes e bermas, superfície superior, estrutura de proteção ambiental, outras informações e características da área. Cada um deles possui requisitos que podem estar adequados ou inadequados, os quais foram analisados e receberam pontuação de acordo com critérios de avaliação encontrados na literatura.

- **Estrutura de Apoio:** Foram estabelecidos critérios de avaliação para os subitens: Portaria, Balança e Vigilância, Isolamento Físico, Isolamento Visual e acesso a frente de descargas. (Quadro 1).

Quadro 1: Critérios de avaliação da Estrutura de apoio.

ITEM	SUBITEM	CRITÉRIO
Estrutura de apoio	Portaria, Balança e Vigilância	A função da portaria e da vigilância dos aterros sanitários é controlar a entrada e a saída de veículos na área do aterro, assim como dos materiais a serem aterrados (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005). A balança tem por finalidade controlar a origem, qualidade e quantidade dos resíduos a serem dispostos no aterro. Os dados devem ser preenchidos corretamente no "formulário para pesagem diária de veículos". (COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA, 2015).
	Isolamento físico	A área do aterro deve ser isolada por cerca de arame farpado com 1,80 m de altura, com uso de postes de concreto ou madeira além de portão de entrada com guarita, que deverá ser mantido fechado. Essa providência visa evitar a entrada de animais e/ou pessoas estranhas na área. Recomenda-se a colocação de uma placa identificadora das atividades ali desenvolvidas (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005).
	Isolamento visual	É recomendada a construção de uma faixa de isolamento, de 5 a 10 metros de largura, composta por arbustos e árvores que impeçam a visualização constante do aterro. Esse isolamento tem como finalidade impedir a visualização constante das frentes de operação e evitar possíveis transtornos com a circunvizinhança. (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005).
	Acesso à frente de descargas	As estradas internas devem garantir a chegada dos resíduos até as frentes de descarga mesmo durante os períodos de chuva e, por isso, devem ser mantidas nas melhores condições de operação (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005).

Fonte: Adaptado de COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005; COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA, 2015.

- **Frente de Trabalho:** Este item é constituído por dimensões da frente de trabalho, compactação dos resíduos e recobrimento dos resíduos, (Quadro 2).

Quadro 2: Critérios de avaliação da Frente de Trabalho.

ITEM	SUBITEM	CRITÉRIO
Frente de Trabalho	Dimensões da Frente de Trabalho	A separação entre as bordas superiores das valas deve ser, no mínimo, de 1 metro, deixando espaço suficiente para operação e manutenção. A largura da vala pode ser variável, dependendo do equipamento usado na escavação, cuidando para que não seja excessiva a ponto de dificultar a cobertura operacional dos resíduos. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).
	Compactação dos resíduos	Os resíduos devem ser espalhados e compactados por um equipamento apropriado (preferencialmente trator esteira), realizando movimentos repetidos de baixo para cima, procedendo-se, no mínimo, a 6 passadas sucessivas em camadas sobrepostas, até que todo o material disposto em cada camada esteja adequadamente adensado (LANZA; CARVALHO, 2006).
	Recobrimento dos Resíduos	O recobrimento dos resíduos deve ser realizado diariamente com uma camada de terra ou material inerte com espessura de 15 a 20 cm, com o objetivo de impedir o arraste de materiais pela ação do vento e evitar a disseminação de odores desagradáveis e a proliferação de vetores como moscas, ratos, baratas e aves (LANZA; CARVALHO, 2006).

Fonte: Adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010; LANZA; CARVALHO, 2006.

- **Taludes e Bermas:** Foram estabelecidos critérios para dimensões e inclinações, Cobertura de terra, Proteção vegetal e Afloramento de chorume (Quadro 3).

Quadro 3: Critérios de Avaliação para Taludes e Bermas

ITEM	SUBITEM	CRITÉRIO
Taludes e Bermas	Dimensões e inclinações	A inclinação mais estável para taludes de células em operação equivale a 1 metro de base para cada metro de altura, enquanto nas células finalizadas esta dimensão corresponde a 3 metros de base para cada metro de altura (NARUO, 2003).
	Cobertura de terra	Ao se esgotar a capacidade da vala do aterro, realiza-se a cobertura final com 60 cm de espessura sobre as superfícies que ficarão expostas permanentemente: bermas e taludes definitivos. Recomenda-se o lançamento de uma camada de cascalho sobre as bermas, as quais serão submetidas ao tráfego operacional (COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA, 2015).
	Proteção vegetal	A cobertura vegetal sobre as valas é importante para proteger o solo de erosões e fissuras, sendo necessário manter o corte frequente, para possibilitar as inspeções visuais nas valas encerradas, bem como nas demais estruturas do aterro (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005).
	Afloramento de chorume	O critério de avaliação para este item é visual, comparando-se o número de afloramentos de chorume em relação ao tamanho de cada célula, classificados nas categorias (Não/Raros) ou (Sim/Numerosos) (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2013).

Fonte: Adaptado de COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA, 2015, COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2013; NARUO, 2003.

- **Superfície Superior:** Estabeleceram-se critérios para os subitens Nivelamento da superfície e Homogeneidade da cobertura (Quadro 4).

Quadro 4: Critérios de Avaliação para Superfície Superior.

ITEM	SUBITEM	CRITÉRIOS
Superfície Superior	Nivelamento da Superfície	Após o encerramento da vala, é comum que a superfície do terreno fique alterada por pequenas elevações resultantes da terra de escavação das valas mantidas em excesso no local. Também podem ocorrer recalques na superfície das valas aterradas. Tais problemas podem ser solucionados realizando-se um nivelamento da área, de forma a impor uma configuração harmoniosa, utilizando equipamentos leves, como as motoniveladoras, que têm uso relativamente comum nos municípios. (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005).
	Homogeneidade da cobertura	O critério de avaliação desse subitem baseia-se na avaliação visual da camada final de cobertura da célula, sendo classificado em (Sim) ou (Não), de acordo com presença ou não de material que não faça parte da camada de solo (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2013).

Fonte: Adaptado de COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2013.

- **Estrutura de proteção ambiental:** Neste item serão avaliados os subitens de impermeabilização do solo, profundidade do lençol freático x permeabilidade do solo, drenagem de chorume, tratamento de chorume, drenagem provisória de águas pluviais, drenagem definitiva de águas pluviais, drenagem de gases, monitoramento de águas subterrâneas e monitoramento geotécnico (Quadro 5).

Quadro 5: Critérios de avaliação para estrutura de proteção ambiental.

ITEM	SUBITEM	CRITÉRIOS
Estrutura de Proteção Ambiental	Impermeabilização do solo	Para que seja eficiente, a camada de impermeabilização de materiais deve compor-se de solo argiloso de baixa permeabilidade ou geomembrana sintética. (LANZA; CARVALHO, 2006).
	Profundidade do lençol freático (P) X Permeabilidade do solo (K)	Segundo a Norma NBR 13.896, o solo do aterro deve ser homogêneo de 3,0m de espessura entre a base do aterro e o nível do lençol freático mais alto, entretanto é aceitável uma distância mínima, entre a base do aterro e a cota máxima do aquífero freático igual a 1,5m (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997). A Norma NBR 13.896 estabelece ainda, condições de permeabilidade do solo para implantação de aterros sanitários. O coeficiente de permeabilidade de $1,0 \times 10^{-6} \text{ cm. s}^{-1}$ considerado ideal, o coeficiente de $5,0 \times 10^{-5} \text{ cm.s}^{-1}$ considerado aceitável e coeficiente maior ou igual a $5,0 \times 10^{-4} \text{ cm.s}^{-1}$ não recomendável, mesmo com impermeabilização complementar
	Drenagem de chorume	O dimensionamento do sistema depende da vazão de líquido a ser drenado e da alternativa de tratamento escolhida. Pode ser constituído por tubos de coleta ou drenagem horizontal, compostos por material filtrante, que não seja susceptível ao ataque do percolado, direcionados para os tanques de acumulação, e posteriormente enviados para o tratamento adequado (FARIA, 2002).
	Tratamento de Chorume	Deve ser analisada a conveniência do método de tratamento escolhido, pelo volume e a carga poluidora (SILVA e CUNHA, 2006).
	Drenagem provisória de águas pluviais	O sistema de drenagem provisória deve ser constituído por canaletas escavadas no solo, localizadas em posições estratégicas, para auxiliar o escoamento superficial internamente a área do aterro, direcionando o fluxo para o sistema de drenagem principal (PARANÁ, 2006).

Continua...

...continuação

	Drenagem definitiva de águas pluviais	O sistema de drenagem definitiva é constituído por canaletas em concreto simples moldados no local, responsáveis pela coleta do escoamento superficial da área de projeto, direcionando este fluxo até as bacias de retenção ou galeria de águas pluviais públicas (PARANÁ, 2006).
	Drenagem de gases	Para a drenagem de gases é comum utilizar drenos verticais, que atravessam o aterro ao longo de sua espessura indo desde o sistema de impermeabilização e chegando ao topo da camada de cobertura, colocados em pontos determinados no aterro e interligados ao sistema de drenagem de percolado. A distância entre um dreno e outro deve ser de 30m a 50m (CASTILHOS JR et al., 2009).
	Monitoramento de águas subterrâneas	Deverá ser executado um sistema de monitoramento, constando basicamente de execução de 3 (três) poços de monitoramento, um localizado à montante e dois a jusante na cota mais baixa da área, com profundidade máxima de 12 (doze) metros em função da profundidade do nível do lençol freático baixos, visando analisar a influencia que o aterro possa vir gerar no lençol freático (PARANÁ, 2006).
	Monitoramento Geotécnico	O monitoramento geotécnico é realizado através da implantação de instrumentação geotécnica para monitoramento dos maciços, com a realização de leituras ou observações de variações das grandezas de interesse, com intervalos de leitura de acordo com cada situação (risco e probabilidade de ruptura). Um sistema de monitoramento geotécnico básico mínimo possui piezômetros, marcos superficiais, pluviômetro e medidores de vazão (LANZA; CARVALHO, 2006).

Fonte: Adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997; FARIA, 2002; LANZA; CARVALHO, 2006; CASTILHOS JR et al., 2009; PARANÁ, 2006; SILVA e CUNHA, 2006.

- **Outras Informações:** Neste item serão avaliados subitens como a Presença de catadores, Queima de resíduo, Ocorrência de moscas e odores, presença de aves e animais, Recebimento de resíduos não autorizados, Recebimento de resíduos industriais e Estruturas e procedimentos.

Quadro 6: Critérios e avaliação para outras informações.

ITEM	SUBITEM	CRITÉRIOS
Outras informações	Presença de catadores	A ocorrência ou não de tais quesitos está relacionada com a eficiência de itens anteriormente avaliados, como isolamento físico, portaria e vigilância e recobrimento dos resíduos. Devem ser pontuados através de constatação visual, recebendo 2 pontos por item adequado.
	Queima de resíduos	
	Ocorrência de Moscas e odores	
	Presença de aves e animais	
	Recebimento de resíduos não autorizados	
	Recebimento de resíduos industriais	
	Estruturas e procedimentos	

Fonte: Autoria própria ,2015.

- **Características da área:** Neste item serão avaliados as características da área do Aterro como distância de núcleos habitacionais e distância de corpos hídricos de acordo com os critérios estabelecidos no Quadro 7.

Quadro 7: Critérios de avaliação para características da área.

ITEM	SUBITEM	CRITÉRIOS
Características da Área	Proximidades de núcleos habitacionais	De acordo com a NBR 13.896 é recomendada a distância mínima superior a 500 metros de núcleos habitacionais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).
	Proximidade de corpos d'água	De acordo com a NBR 13.896 deve ser mantida distância mínima de 200m de corpos de água (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).
	Vida útil da área	De acordo com a NBR 13896, recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).
	Licença de Operação	Estes itens deverão ser constatados na visita ao local de estudo, entretanto não são itens avaliativos, não interferindo na nota do IQR.
	Restrições legais ao uso do solo	Devem ser analisadas restrições quanto ao tipo de solo para averiguar se sua utilização é viável ou não.

Fonte: Adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997.

Os itens do questionário dividem-se em:

- Subtotal 1 → Estrutura de apoio, Frente de trabalho, taludes e bermas, superfície superior e estrutura de proteção ambiental.
- Subtotal 2 → Outras informações.
- Subtotal 3 → Características da área.

Cada subtotal terá suas pontuações somadas e divididas por 10, se for constatado que o aterro não recebe resíduos industriais (equação 1). Caso contrário, os subitens deverão ser divididos por 11 (Equação 2).

$$IQR = \frac{(\text{Subtotal1} + \text{Subtotal2} + \text{Subtotal3})}{10} \quad (1)$$

$$IQR = \frac{(\text{Subtotal1} + \text{Subtotal2} + \text{Subtotal3})}{11} \quad (2)$$

Posteriormente ao cálculo da nota final, as condições do aterro serão classificadas de acordo com o Quadro 8.

Quadro 8: Classificação das condições do Aterro.

IQR	AVALIAÇÃO
0,0 a 7,00	Inadequadas
7,1 a 10,00	Adequadas

Fonte: Adaptado de COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2013.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO APLICADOS AO ATERRO SANITÁRIO DE UNIFLOR-PR

As visitas *in loco* permitiram avaliar as condições do aterro sanitário do Município de Uniflor - PR. Na sequência serão apresentados os itens e suas respectivas pontuações.

5.1.1 Estrutura de Apoio

Portaria, Balança e vigilância: A infraestrutura do aterro sanitário de Uniflor não apresenta as estruturas de portaria e balança. A vigilância é feita por um funcionário, apenas no período diurno, caracterizando esse item como insuficiente, o que acarreta em nota zero (Figura 11).

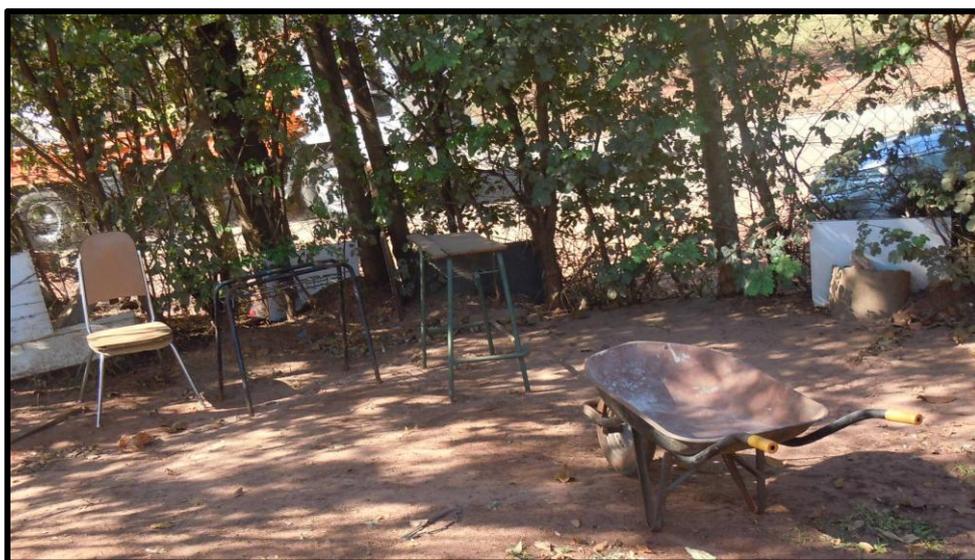


Figura 11: Portaria do Aterro de Uniflor
Fonte: Autoria própria (2015).

Isolamento físico: O isolamento físico é constituído por portões e cercas em todo o perímetro do aterro (Figura 12). Os portões encontram-se sinalizados no sentido de impedir o acesso de pessoas não autorizadas. Esse item foi considerado suficiente, e, portanto, foi atribuído 2 pontos.



Figura 12: Isolamento físico do Aterro. (A) Portão, (B) Cerca de arame.
Fonte: Autoria própria (2015).

Isolamento visual: O isolamento visual (Figura 13) é constituído por espécies arbóreas plantadas em todo o perímetro. Considerado suficiente para impedir a visão do interior da área do aterro, e servir como barreira à dispersão de matérias leves pelo vento para fora da área do aterro. Esse item foi considerado suficiente, quantificando 2 pontos.



Figura 13: Isolamento visual do Aterro com espécies arbóreas.
Fonte : Autoria própria (2015).

Acesso a Frente de descarga:

O acesso à frente de descargas está em boas condições de operação (Figura 14), até mesmo em dias chuvosos é possível conduzir o caminhão sem atolamentos e eventuais problemas. Este item quantificou 3 pontos.



Figura 14: Acesso a frente de descarga
Fonte : Autoria própria (2015).

5.1.2 Frente de Trabalho

Dimensões da frente de trabalho: As condições da frente de trabalho estão adequadas e suas dimensões são apropriadas para a prática das operações com eficiência, possuindo 10 metros de largura superior e 6 metros de largura inferior (Figura 15).



Figura 15: Frente de Trabalho
Fonte: Autoria própria (2015).

Compactação de resíduos: Os resíduos são dispostos e compactados três vezes por semana. A compactação é realizada por um trator de esteira (Figura 16) ao final de cada dia de disposição, de modo a possibilitar a redução do volume de resíduos. Esse item quantificou 5 pontos.



Figura 16: Compactação dos resíduos por trator esteira
Fonte: Autoria própria (2015).

Recobrimento dos resíduos:

O recobrimento dos resíduos com material inerte ocorre de acordo com a demanda, geralmente uma vez por semana e não diariamente como exige as normas de operação (Figura 17). Assim, este quesito recebeu pontuação 0.



Figura 17: Recobrimento dos resíduos
Fonte: Autoria própria (2015).

5.1.3 Taludes e Bermas

Dimensões e inclinações: Os taludes se encontram adequados, pois segundo dados do projeto do aterro fornecidos pela prefeitura municipal, a vala possui 6 metros de base e 6 metros de altura, estando dentro dos critérios definidos por Naruo (2003), os quais estabelecem 1 metro de base para cada metro de altura nas células em atividade. Para esse item atribui-se 4 pontos.



Figura 18: Taludes em boas condições
Fonte: Autoria própria (2015).

Cobertura de terra: No aterro sanitário de Uniflor, existe somente a vala que se encontra em fase de operação, e este item se refere a cobertura de terra de valas finalizadas, portanto não pôde ser avaliado.

Proteção vegetal: Como não existem valas finalizadas, não foi possível observar a proteção vegetal da berma. Entretanto na região dos taludes há plantio de gramíneas para dar sustentação, evitar danos e processos erosivos. Portanto, este item recebeu 3 pontos.



Figura 19: Proteção vegetal do Talude
Fonte: A autoria própria (2015).

Afloramento de chorume: Não foram detectados afloramentos de chorume na massa de resíduos aterrada, caracterizando este item como 'não/raros'. Esse quesito quantificou 4 pontos.

5.1.4 Superfície superior

Nivelamento da superfície: O nivelamento da superfície do aterro não está adequado, pois a superfície possui desníveis com regiões mais baixas e outras mais elevadas, atribuindo nota 0 a este item.

Homogeneidade da cobertura: A cobertura do aterro não possui homogeneidade, uma vez que, alguns locais que já receberam cobertura de terra apresentaram resíduos à mostra, atribuindo nota 0 a este quesito.

5.1.5 Estrutura de Proteção Ambiental

Impermeabilização do solo: A base e as laterais do aterro são impermeabilizadas com geomembrana sintética (Figura 20). Esse item quantificou 10 pontos.



Figura 20: Impermeabilização do Aterro
Fonte: Prefeitura Municipal de Uniflor, 2012.

Profundidade Lençol Freático (P) versus Permeabilidade do Solo (K): Como o aterro possui impermeabilização por geomembrana sintética, segundo a metodologia do IQR (CETESB, 2013) para esse item não cabe avaliação.

Drenagem de chorume: O sistema de drenagem de chorume está adequado, atende a demanda de líquidos percolados, visto que não há ocorrência de poças de chorume na massa de resíduos. É formada por drenos horizontais,

que captam o líquido e o destinam até a bomba de recirculação (Figura 21). Esse item quantificou 4 pontos.



Figura 21: (A) poço de acumulação do chorume, (B) Controle da moto Bomba, (C) Tubo de PVC no interior da vala, (D) Tubo de PVC que encaminha chorume do poço até a vala. Fonte: Autoria própria, 2015.

Tratamento de chorume: O método de tratamento adotado no aterro é a recirculação do chorume, realizada por meio de tubos de PVC que conduzem o líquido até um poço de captação, onde ocorre bombeamento e recirculação para a célula. O tratamento está adequado e quantificou 4 pontos.

Drenagem Provisória de Águas Pluviais: Não foram identificados a existência de sistemas de drenagem provisória de águas pluviais. Assim, este quesito recebeu nota 0.

Drenagem definitiva de águas pluviais: O sistema de drenagem definitiva de águas pluviais é suficiente, visto que não foram encontrados processos erosivos no aterro (Figura 22). Esse item quantificou 4 pontos.



Figura 22: Drenagem definitiva de águas pluviais
Fonte: Autoria própria, 2015.

Drenagem de gases: A legislação exige que existam drenos de gás a cada 30 metros. O aterro de Uniflor apresenta apenas um dreno de gás (Figura 23), tendo em vista que existe apenas uma vala em operação e seu estágio é inicial. A vala possui 10 metros de largura superior, 6 metros de largura inferior e 6 metros de profundidade. O comprimento superior é de 60 metros e o inferior 54. Conforme seu avanço está previsto no projeto a implantação de mais dois drenos. Assim, este item está adequado para seu pequeno porte, sendo suficiente para atender a demanda de gás produzido. Portanto, este item recebeu 4 pontos.



Figura 23: Dreno de gás.
Fonte: A autoria própria.

Monitoramento de águas subterrâneas: Existem no aterro três poços de monitoramento, um a montante e dois a jusante, na região mais baixa do terreno (Figura 24). Esse item quantificou 4 pontos.



Figura 24: (A) Poço de monitoramento a montante, (B) e (C) Poços de monitoramento a jusante.
Fonte: A autoria própria.

Monitoramento geotécnico: Não existe monitoramento geotécnico no aterro, portanto esse item recebeu nota 0.

5.1.6 Outras Informações

Presença de catadores: Não foi evidenciada a presença de catadores na área do aterro. Esse item quantificou 2 pontos.

Queima de resíduos: Não foi evidenciado sinais de queimadas na área do aterro. Esse item quantificou 2 pontos.

Ocorrência de moscas e odores: Não foi evidenciada a presença de moscas e odores no local. Esse item quantificou 2 pontos.

Presença de Aves e Animais: No local do aterro não foram constatadas presença de aves e/ou de animais, atribuindo 2 pontos a este item.

Recebimento de resíduos não autorizados: No aterro são depositados apenas resíduos provenientes do serviço municipal de coleta, transportados por caminhões autorizados. Esse item quantificou 2 pontos.

Recebimento de resíduos industriais: Não são depositados resíduos industriais no aterro sanitário de Uniflor.

Estruturas e procedimentos: Este item deve ser avaliado apenas se o aterro receber resíduos industriais.

5.1.7 Características da Área

Proximidades de núcleos habitacionais: O aterro localiza-se há 500 metros de núcleos habitacionais. Esse item quantificou 2 pontos.

Proximidades de corpos de água: Existem dois corpos hídricos ao entorno da área do aterro: Ribeirão Fundo e Ribeirão Vaga Lume (Figura 25). As distâncias são maiores do que 200 metros como estabelece a legislação. Assim, foram atribuídos 2 pontos a este quesito.



Figura 25: Corpos hídricos próximos a área do Aterro Sanitário de Uniflor.
Fonte: Adaptado de *Google Maps*, 2015

O Ribeirão Fundo está situado a uma distância acima de 1500 metros do aterro sanitário (figura 26).



Figura 26: Distância do Aterro Sanitário ao Ribeirão do Fundo.
Fonte: Adaptado de *Google Earth*, 2015.

O Ribeirão Vaga Lume localiza-se a uma distância superior a 300 metros do Aterro Sanitário (Figura 27).

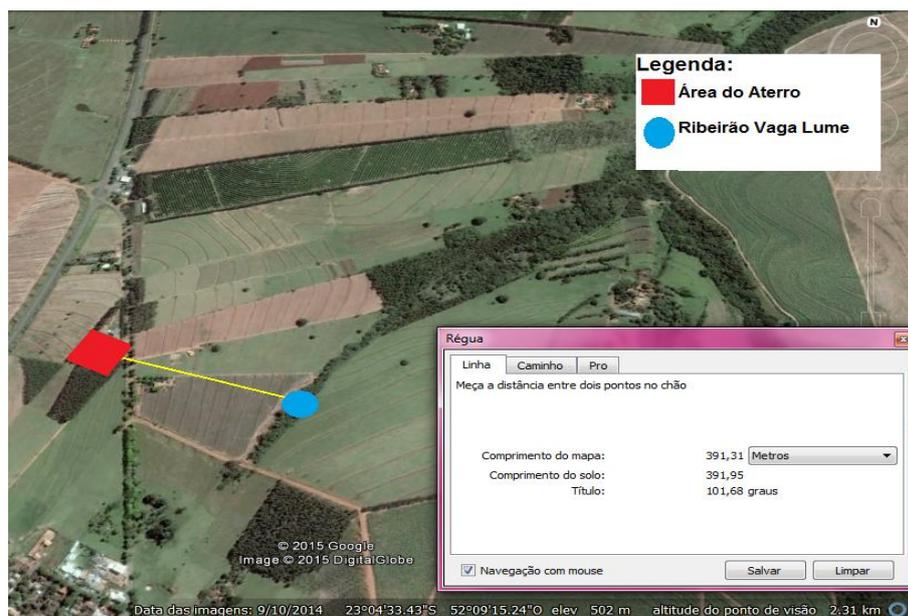


Figura 27: Distância do aterro ao Ribeirão Vaga Lume.
Fonte: Adaptado de *Google Earth*, 2015.

Vida Útil da área: De acordo com dados do projeto do aterro fornecidos pela prefeitura municipal, o cálculo da vida útil estimada é de 9 anos e 248 dias, contados a partir da data de emissão da licença de operação em 01/08/2012 .

Licença de operação: O Aterro Possui Licença de Operação emitida pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) – Licença Nº 26.819 com validade até 01/08/2016.

Restrições legais ao uso do solo: Não há restrições legais quanto ao uso do solo.

Uniflor-PR localiza-se em área onde os tipos de solos predominantes são latossolo e argissolo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2012).

5.2 CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO ATERRO DE UNIFLOR - PR

A avaliação da qualidade do Aterro Sanitário de Uniflor através do questionário IQR desenvolvido pela CETESB (2013) pode ser observada na figura 28. A nota final do aterro foi de 7,5, classificando sua condição como adequada.

ITEM	ESTRUTURA DE APOIO	AVAIUAÇÃO	PESO	
SUB-ITEM	1. PORTARIA, BALANÇA E VIGILÂNCIA	NÃO / INSUFICIENTE	0	
	2. ISOLAMENTO FÍSICO	SIM / SUFICIENTE	2	
	3. ISOLAMENTO VISUAL	SIM / SUFICIENTE	2	
	4. ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	3	
ITEM	FRENTE DE TRABALHO	AVAIUAÇÃO	PESO	
SUB-ITEM	5. DIMENSÕES DA FRENTE DE TRABALHO	ADEQUADA	5	
	6. COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	5	
	7. RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	INADEQUADO	0	
ITEM	TALUDE E BERMAS	AVAIUAÇÃO	PESO	
SUB-ITEM	8. DIMENSÕES E INCLINAÇÕES	ADEQUADA	4	
	9. COBERTURA DE TERRA	-----	-----	
	10. PROTEÇÃO VEGETAL	ADEQUADA	3	
	11. AFLORAMENTO DE CHORUME	NÃO / RAROS	4	
ITEM	SUPERFÍCIE SUPERIOR	AVAIUAÇÃO	PESO	
SUB-ITEM	12. NIVELAMENTO DA SUPERFÍCIE	INADEQUADO	0	
	13. HOMOGENEIDADE DA COBERTURA	NÃO	0	
ITEM	ESTRURA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	AVAIUAÇÃO	PESO	
SUB-ITEM	14. IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO	SIM / ADEQUADO	10	
	15. PROF. LENÇOL FREÁTICO (P) X PERMEABILIDADE DO SOLO (K)	NÃO PREENCHER	-----	
	16. DRENAGEM DO CHORUME	SIM / SUFICIENTE	4	
	17. TRATAMENTO DE CHORUME	SIM / ADEQUADO	4	
	18. DRENAGEM PROVISÓRIA DE ÁGUAS PLUVIAIS	NÃO / INSUFICIENTE	0	
	19. DRENAGEM DEFINITIVA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFICIENTE / DESNEC	4	
	20. DRENAGEM DE GASES	SUFICIENTE / DESNEC	4	
	21. MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	ADEQUADO	4	
	22. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO	INEXISTENTE	0	
	ITEM	OUTRAS INFORMAÇÕES	AVAIUAÇÃO	PESO
SUB-ITEM	23. PRESENÇA DE CATADORES	NÃO	2	
	24. QUEIMA DE RESÍDUO	NÃO	2	
	25. Ocorrência de moscas e odores	NÃO	2	
	26. PRESENÇA DE AVES E ANIMAIS	NÃO	2	
	27. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS	NÃO	2	
	28. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS	NÃO PREENCHER	-----	
	29. ESTRUTURAS E PROCEDIMENTOS	NÃO PREENCHER	-----	
	ITEM	CARACTERÍSTICA DA ÁREA	AVAIUAÇÃO	PESO
	SUB-ITEM	30. PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	>= 500 m	2
31. PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA		>= 200 m	2	
32. VIDA ÚTIL DA ÁREA		<input checked="" type="checkbox"/> > 5 ANOS	-----	
33. LICENÇA DE OPERAÇÃO		<input checked="" type="checkbox"/> SIM	-----	
34. RESTRIÇÕES LEGAIS AO USO DO SOLO		<input checked="" type="checkbox"/> NÃO	-----	
		TOTAL	72	
		IQR= 72/9,6	7.5	

Figura 28 : Avaliação do IQR para o Aterro de Uniflor.
Fonte: Adaptado de ALVES, 2015.

Os itens considerados adequados/suficientes foram: Isolamento físico, isolamento visual, acesso à frente de descargas, dimensões da frente de trabalho, compactação dos resíduos, dimensões e inclinações dos taludes, proteção vegetal dos taludes, afloramento de chorume, impermeabilização do solo, drenagem e tratamento de chorume, drenagem definitiva de águas

pluviais, drenagem de gases e monitoramento de águas subterrâneas e estruturas e procedimentos.

Os itens considerados insuficientes/ inadequados que obtiveram nota zero foram: Portaria, balança e vigilância, recobrimento dos resíduos, nivelamento da superfície e homogeneidade da cobertura, drenagem provisória de águas pluviais e monitoramento geotécnico.

O aterro sanitário de Uniflor-PR não recebe resíduos industriais, visto que em sua licença de operação foram estabelecidos que os tipos de resíduos que podem ser dispostos no local são aqueles provenientes de limpeza urbana, domiciliares e comerciais.

A equação a ser utilizada para o cálculo do IQR seria a equação (Eq1), entretanto o subitem 'cobertura de terra' do item 'Taludes e Bermas' não pôde ser avaliado, visto que a única vala presente no local ainda está em operação, não existindo cobertura de terra para valas finalizadas.

A fim de não prejudicar a nota final do IQR, em função do subitem ao qual não se aplicou avaliação, a equação foi adaptada (Eq3), dividindo-se a soma dos subitens por 9,6 e não mais por 10. O novo divisor foi encontrado através de interpolação linear (regra de três) onde a pontuação máxima dos itens seria de 100 pontos, porém o item desconsiderado valia 4 pontos, portando a pontuação máxima passou a ser 96 pontos.

$$\begin{array}{l} 100 \text{ pontos - pontuação máxima (100 \%)} \\ 96 \text{ pontos - nova pontuação (x)} \\ x = 9,6 \end{array}$$

Deste modo, a equação utilizada para encontrar o índice de Qualidade do Aterro Sanitário de Uniflor foi:

$$IQR = \frac{(\text{Subtotal1} + \text{Subtotal2} + \text{Subtotal3})}{9,6} \quad (3)$$

$$IQR = \frac{72}{9,6}$$

$$IQR = 7,5$$

A nota final obtida foi 7,5 pontos, o que define as condições do aterro do presente estudo como adequadas.

6 CONCLUSÃO

Por meio da realização do presente trabalho, foi possível estabelecer o índice de qualidade do aterro sanitário do município de Uniflor – PR., o qual atingiu a nota 7,5, considerado em condições adequadas.

Constatou-se que a área onde se localiza o aterro municipal do município não infere em problemas graves ao meio ambiente e a saúde pública, pois sua distância de corpos hídricos e centros urbanos estão adequadas, fato que minimiza os impactos ambientais.

Além disso, constatou-se que na área não ocorrem presença de catadores, queima de resíduos, ocorrência de moscas e odores, presença de aves e animais, recebimento de resíduos não autorizados e recebimento de resíduos industriais.

Em sua maioria, os itens obtiveram boa pontuação, fato que contribui para a proteção ambiental, um dos objetivos do método de disposição em aterros sanitários. Todavia, o aterro apresentou algumas falhas de operacionais e de estrutura, a saber: Portaria; balança e vigilância; recobrimento dos resíduos; nivelamento e homogeneidade da cobertura diária, drenagem provisória de águas pluviais e monitoramento geotécnico.

Quanto aos itens que zeraram, nota-se que a justificativa para tal foi o pequeno porte do aterro e suas condições de operação, as quais são diferentes de aterros de grandes municípios para os quais o IQR é dirigido. Mesmo tendo zerado nestes itens, a nota final reflete as boas condições do aterro, podendo servir como exemplo e incentivo para que outras cidades pequenas da região passem a investir na prática de aterros sanitários.

A fim de aumentar o índice de qualidade do aterro a prefeitura municipal poderia adotar medidas simples como investir na construção de uma portaria e balança de pesagem dos caminhões coletores, para obter maior controle sobre os resíduos recebidos, além de construir redes de drenagem provisórias de águas pluviais. Também seria interessante para a qualidade do aterro que as atividades de monitoramento geotécnico e recobrimento diário dos resíduos fossem realizadas.

É importante salientar que o presente estudo realizado no aterro municipal de Uniflor-PR não deve ser visto como conclusivo e utilizado para outros meios, sem que haja mais estudos aprofundados na área, tendo em vista que não foi possível ter acesso aos dados de monitoramentos e outros relatórios e dados de cunho ambiental.

REFERÊNCIAS

ABREU, Raphael L de. **Map locator of Paraná's Uniflor city**. 2006. Disponível em: < <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf> >. Acesso em: 07 de nov de 2015

ALVES, P. E. J. **Índice de qualidade de aterro de resíduos: um estudo de caso nos municípios de Campo Mourão e Cianorte- Paraná**. Campo Mourão, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

ARDENGHI, C.T. **Avaliação da área de disposição final de resíduos sólidos urbanos de Paranavaí-PR com base no índice de qualidade de aterro de resíduos (IQR)**- Campo Mourão, 2013. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2013. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf> > Acesso em: 28 de maio de 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf> >. Acesso em: 28 de maio de 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. NBR 8.419. Rio de Janeiro, 1992. 7 paginas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.-**Aterros de resíduos não perigosos- Critérios para projeto, implantação e operação**. NBR 13896, Rio de Janeiro, 1997. 12 páginas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT- **Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos – Procedimento**. NBR 8849, Rio de Janeiro, 1985. 9 páginas.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Resíduos Sólidos: Classificação**. NBR 10.004. Rio de Janeiro, 2004. 71 paginas.

ALBERTE, E. P. V; CARNEIRO, A. P. Kan, L. **Recuperação de áreas degradadas por disposição de resíduos sólidos urbanos**. Diálogos & Ciência—Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana. Ano III, n. 5, jun. 2005.

BORGATTO, Andre V. A. **Estudo do efeito fibra e da morfologia na estabilidade de aterros de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.getres.ufrj.br/pdf/BORGATTO_AVA_06_t_M_int.pdf > Acesso 08/08/2015

BOCCHIGLIERI, Miriam Moreira. **O Lixiviado Dos Aterros Sanitários Em Estações De Tratamento Dos Sistemas Públicos De Esgotos**. 2010 tese de doutorado –Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010

BORBA, Silvia M.P. **ANÁLISE DE MODELOS DE GERAÇÃO DE GASES EM ATERROS SANITÁRIOS: ESTUDO DE CASO**. 2006. Disponível em: <http://wwwp.coc.ufrj.br/teses/mestrado/inter/2006/Teses/BORBA_SMP_06_t_M_int.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2015.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional dos Resíduos Sólidos. 2. Ed. Brasília, DF, 18 mai. 2012. Disponível em: <http://www.saude.rs.gov.br/upload/1346166430_Lei%2012.305_02082010_politica_residuos_solidos.pdf>. Acesso em: 28 abril. 2015.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. de, et al. **Resíduos Sólidos Urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro: ABES/RIMA, 294p,2003.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB.**Procedimentos para implantação de aterros sanitários em valas**. 2005. Disponível em: <[http://www.unipacvaleoaco.com.br/ArquivosDiversos/Manual de aterros em valas CETESB.pdf](http://www.unipacvaleoaco.com.br/ArquivosDiversos/Manual%20de%20aterros%20em%20valas%20CETESB.pdf)>. Acesso em: 6 nov. 2015.
<<http://www.unipacvaleoaco.com.br/ArquivosDiversos/Manual%20de%20aterros%20em%20valas%20CETESB.pdf>>

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares: Relatório de 2013.** São Paulo: CETESB, 2013. 102p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/residuos-solidos/residuosSolidos2013.pdf>>. Acesso em: 15 de abril de 2015.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA. **Manual de Operação de Aterros Sanitários.** 2015. Disponível em: <[http://www.unipacvaledoaco.com.br/ArquivosDiversos/Cartilha Operação Aterro Sanitário CONDER.pdf](http://www.unipacvaledoaco.com.br/ArquivosDiversos/Cartilha%20Operação%20Aterro%20Sanitário%20CONDER.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2015.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. (Coord.) **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado** – 2ª ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Mapa simplificado de solos do estado do Paraná.** 2012. Disponível em: <http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/mapa_solos_pr.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2015.

FARIA, Flávia, dos S. **Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos Urbanos.** 2002. 312f. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós – Graduação de Engenharia, Rio de Janeiro, 2002.

FILHO, B, F, L. Estudo de gases em aterros de resíduos sólidos urbanos. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro- RJ 2005. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

GOOGLE, **Programa Google Earth**, 2015. Distância do Aterro Sanitário de Uniflor – PR aos corpos d'água.

GOOGLE, **Programa Google Maps**, 2015. Vista aérea do município de Uniflor-PR e do Aterro Sanitário municipal.

HAMADA, J; SILVA C. L; GIACHETI L. H. **Análise crítica de sistemas para tratamento de chorume de aterros para resíduos sólidos urbanos.** Florianópolis, 2004. Disponível em: <<https://www.ipen.br/biblioteca/cd/ictr/2004/ARQUIVOS%20PDF/12/12-031.pdf>>. Acesso em 13/08/2015.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Carta de Solos do Estado do Paraná**. 2015. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/niapar61.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Uniflor Cidades** 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=412830>>. Acesso em: 31 de maio de 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: Qualidade e eficiência dos serviços de saneamento**. 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm> Acesso em 28 de maio de 2015.

IWAI, Cristiano K. **Tratamento de chorume através de percolação em solos empregados como material de cobertura de aterros para resíduos urbanos**. Bauru, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita, 2005. Disponível em: <http://limpezapublica.com.br/textos/tratamento_de_chorume_iwai_ck_me_bauru.pdf>. Acesso em 08/08/2015

LANZA, Vera C. V. **Caderno Técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2009.

LANZA, Vera C. Vaz.; CARVALHO, André L. de. **Orientações básicas para operação de aterro sanitário**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2006

MARTINS, M. **EcoD Básico: Lixão, Aterro controlado e Aterro sanitário**. Disponível em: <<http://www.rumosustentavel.com.br/ecod-basico-lixao-aterro-controlado-e-aterro-sanitario/>> Acesso em 08/08/2015.

NARUO, Mauro Kenji. **Estudo do consórcio entre municípios de pequeno porte para disposição final de resíduos sólidos urbanos utilizando sistema de informações geográfica**. 2003. 287f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

PARANÁ. Resolução Conjunta nº 01/2006 SEMA/IAP/SUDERHSA, de 21 de agosto de 2006. **Estabelecerequisitos,critérios técnicos e procedimentos para a impermeabilização de áreas destinadas a implantação de aterros sanitários, visando a proteção e a conservação do solo e das águas subterrâneas.** Diário Oficial do Estado do Paraná, 15 set. 2006

PREFEITURA MUNICIPAL DE UNIFLOR. UNIFLOR. **Das origens a atualidade.** Disponível em: < <http://uniflor.pr.gov.br/historico>> Acesso em 31 de maio de 2015.

RAMOS, S I P. **Sistematização técnico-organizacional de programas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos em municípios do estado do Paraná.** Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2004. Disponível em: < <http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/handle/1884/656>> Acesso em 30 de maio de 2015

SILVA, Mauricio F.; CUNHA, Marcos E. G.. **Análise de Instrumentos de Gestão Ambiental Visando a Melhoria Contínua do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos – IQR do Estado de São Paulo.** 2006. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/1168518-Analise-de-instrumentos-de-gestao-ambiental-visando-a-melhoria-continua-do-indice-da-qualidade-de-aterro-de-residuos-iqr-do-estado-de-sao-paulo.html>>. Acesso em: 9 nov. 2015.

TAVARES, E. E. S. **Sistemas de Tratamento e Disposição dos Resíduos Sólidos.**2008. 82 f. (Monografia) Graduação - Universidade Jean Piaget de Cabo Verde. Curso Superior de Engenharia Civil, Cidade da Praia, 2008. Disponível em: <<http://bdigital.unipiaget.cv:8080/jspui/bitstream/10964/144/1/sistema%20de%20tratamento.pdf>>.

TEIXEIRA, Izabella. **Vamos Cuidar do Brasil: 4º Conferência Nacional do Meio Ambiente –Resíduos Sólidos.** Texto Orientador. 2º Edição. Brasília, maio de 2013.

VINA, 2014. **O fim dos lixões no Brasil. Será?.** Disponível em: <<http://vinasocial.blogspot.com.br/2014/08/fim-dos-lixoes-no-pais-sera.html>> Acesso em 08/08/2015

SOUZA, C. M. **Recuperação de áreas degradadas em Aterros Sanitários.**Seropédica, RJ. 2007. Disponível em : < http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8024/2006_2_

Carolinne-Matias-de-Souza.pdf?sequence=1&isAllowed=y >. Acesso em 10/11/2015.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO- SUDERHSA. **Manual para implantação de aterros sanitários em valas de pequenas dimensões, trincheiras e em células.** 2015. Disponível em:
<http://www.unipacvaleadoaco.com.br/ArquivosDiversos/MANUAL_DO_ATERRO.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2015.