

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

TÁBATA CRISTINE ARDENGHI

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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2013

TÁBATA CRISTINE ARDENGHI

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

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Ambiental, pela Coordenação de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Orientador: Prof. MSc. Thiago Morais de Castro.

CAMPO MOURÃO

2013



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **AVALIAÇÃO DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE PARANAÍ-PR COM BASE NO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS (IQR).**

por

**TÁBATA CRISTINE ARDENGHI**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 10 de setembro de 2013 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. MSc. Thiago Morais de Castro  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. MSc. Diana Fátima Formentini  
Membro titular

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristiane Kreutz  
Membro titular

*“O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental”*

Dedico este trabalho a minha família, em especial aos meus pais, pelo apoio, compreensão e exemplos de vida. E à minha irmã que sempre esteve comigo até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, o centro e o fundamento de tudo em minha vida, por renovar a cada momento a minha força e disposição e pelo discernimento concedido ao longo desta jornada.

Aos meus pais Airton e Josi, meus maiores exemplos. Obrigada por cada incentivo e orientação, pelas orações em meu favor, pela preocupação e pelo entendimento da minha ausência nos últimos cinco anos. Também à minha irmã por estar comigo sempre e por compreender a minha falta nos momentos precisos.

Ao meu namorado, Vitor, por estar comigo sempre, nas horas felizes das nossas festas e nas horas difíceis, pela paciência, dedicação.

A minha turma que caminhou comigo nesses cinco anos de faculdade, compartilhando as dificuldades e as felicidades.

Aos meus queridos amigos Maísa, Luciana, Henrique, Laianne, Cíntia e Fran, que estiveram em todos os momentos da faculdade comigo. Nossas saídas, nossos bares, nossos trabalhos, nossos estudos me proporcionaram muito aprendizado. Agradeço em especial a Cíntia e a Fran por todos os momentos juntas, pela paciência, cumplicidade e pela mão que se estendia quando eu precisava. Era duas pessoas iguais a cem mil outras, mas fiz delas amigas, e agora elas são únicas no mundo. O Henrique pelas caronas e também pela paciência e sempre me ouvir falando e falando. E a Luciana por dividir sua vida, sua rotina, seus segredos e seu carinho comigo na nossa casa. Esta caminhada não seria a mesma sem vocês, pois encontrei verdadeiros irmãos!

Agradeço à Vila do Chaves, condomínio que me acolheu todos os cinco anos. Lá vivi muitas alegrias e conheci pessoas excepcionais. Agradeço pelas nossas festas, porto, carnaval e tantas outras trapalhadas. Levarei no meu coração cada integrante e agregado daquele lugar: Luciana, Aline Hattori, Aline Watanabe, Brunão, Daniel, Isadora, Paulinha, Lud, Léo, Aline Smart, Natália, Guilherme, Vitão, Mah, Larissa, Greice Keli, Flávia, Evandro, Tamires, Bruninho, Douglas, Rodrigo, Débora, Ana, Samuca, Bruna, Chíntia, Euzebio e outras pessoas sempre presentes nas nossas festas, almoços e gordices! Amo todos vocês! Desculpe se faltou alguém.

Agradeço também às duas pessoas que me fizeram iniciar esta caminhada, Angélica minha prima querida, e Aline Watanabe minha amiga, através de vocês pude conhecer a faculdade e iniciar minha caminhada. Também agradeço pelas caronas até nossa cidade, sempre divertidas.

Aos meus tios que sempre me incentivaram a estudar! Agradeço A minha Tia Madalena pelos conselhos tão sábios. Meu Tio Amarildo por tornar possível este trabalho me ajudando no que fosse possível, me apresentando as pessoas certas. Meu Tio Pedro e Ivair por me ajudarem nos momentos de dificuldades e também sempre me aconselharam nos melhores caminhos. Meus Avós pelas constantes orações para que minha vida seguisse o caminho certo.

Agradeço meu Orientador Prof. Thiago que acreditou em mim, ouviu pacientemente as minhas considerações e dedicou do seu valioso tempo para me orientar em cada passo deste trabalho, compartilhando comigo as suas ideias, conhecimento e experiência. E também ao Professor Edivando, que me ajudou pacientemente no geoprocessamento.

E finalmente à Secretaria do Meio Ambiente da cidade de Paranavaí e ao Ronaldo, Chefe do aterro Sanitário, que me abriram as portas e me ajudaram no que foi necessário para a realização deste trabalho.

“Precisamos dar um sentido humano às  
nossas construções. E, quando o amor ao  
dinheiro, ao sucesso nos estiver deixando  
cegos, saibamos fazer pausas para olhar os  
lírios do campo e as aves do céu.”  
(Erico Verissimo)

## RESUMO

ARDENGGHI, Tábata Cristine. **Avaliação da área de disposição final de resíduos sólidos urbanos de Paranavaí-PR com base no Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR)**. 2013. 101f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

Os resíduos sólidos urbanos tornam-se um dos mais graves problemas para a gestão pública, principalmente, pelo crescimento desordenado das cidades. Neste contexto o objetivo deste trabalho foi diagnosticar e avaliar o atual sistema do Aterro Sanitário do Município de Paranavaí-PR, e propor adequações e melhorias necessárias. Para isso foram realizadas visitas in loco, entrevistas, avaliação de documentos (projeto e laudos), além disso, o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) da CETESB foi utilizado para avaliar a atual área de disposição em três condições: inadequadas, controladas e adequadas, conforme a pontuação alcançada entre uma faixa de intervalo que varia de 0 a 10 pontos. Foi verificado que a coleta, o transporte, a limpeza urbana e a destinação final dos resíduos são atualmente realizados por uma empresa privada, que também é responsável pelo aterro sanitário. O atual aterro sanitário foi implantado em 2003, fazendo com que o antigo “lixão” fosse desativado. Os resultados demonstraram que o gerenciamento tem sido realizado, de modo geral, adequadamente, obtendo nota 8,6, porém ainda existem algumas adequações a serem realizadas como nos subitens .capacidade de suporte do solo, proximidade dos corpos d’água e qualidade do material para recobrimento, que receberam nota zero. Melhorias também foram propostas com o intuito de aumentar o valor do IQR.

**Palavras-Chave:** Aterro sanitário, Avaliação, Gerenciamento de resíduos sólidos.

## ABSTRACT

Ardenghi, Tábata Cristine. **Assessment of area of final disposal of urban solid waste Paranavaí-PR based on the Index of Quality of Waste Landfill (IQR)**. In 2013. 101f. Labor Course Completion (Bachelor of Environmental Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Campo Mourao, 2013.

Solid Urban Waste became one of the most serious problems for public management, mainly in overcrowded cities. In this context, the objective of this study was to diagnose and evaluate the current system of Sanitary Landfill Municipality of Paranavaí-PR, and propose adjustments and improvements. Were performed to in loco visits, interviews, evaluation of documents (project and reports), in addition, the Index of Quality of Waste Landfill (IQR) of CETESB, was used to evaluate the current disposal area in three conditions: inadequate, controlled and appropriate, as the score achieved within a band gap ranging from 0 to 10 points. It was verified that the collection, transportation, urban cleaning and the waste final destination are now performed by a private company, which is also responsible for the sanitary landfill. The current sanitary landfill was implemented in 2003, making the old "garbage dump" was disabled. The results demonstrated that management has been conducted, generally, adequately, obtaining note 8.6, however still exist some adjustments to be made as in subitems. Carrying capacity of the soil, surrounding water bodies and material quality for recoating, which received a score of zero. Improvements were also proposed in order to increase the value of IQR

**Keywords:** Sanitary landfill, evaluation, Solid waste management

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de um Aterro Sanitário .....	27
Figura 2 - Modelo de Método de Vala .....	28
Figura 3 - Modelo de Método de Rampa .....	29
Figura 4 - Modelo de Método de Área .....	29
Figura 5 – Geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil .....	21
Figura 6 – Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil (t/dia). .....	22
Figura 7 – Geração e Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos na Região Sul (t/dia). ..	23
Figura 8 – Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos na Região Sul (t/dia). ..	23
Figura 9 – Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos no Estado do Paraná (t/dia). .....	24
Figura 10 – Localização da Mesorregião Noroeste no Estado do Paraná .....	52
Figura 11 – Localização de Paranavaí na Mesorregião Noroeste no Estado do Paraná.....	54
Figura 12 – Localização da antiga área de disposição de resíduos sólidos do Município de Paranavaí.....	56
Figura 13 – Vazadouro a céu aberto no município de Paranavaí com animais domésticos na área. ....	57
Figura 14 – Vazadouro a céu aberto no município de Paranavaí.....	57
Figura 15 – (A) Mapa de Coleta de Resíduos Sólidos do Município de Paranavaí; (B) Legenda do Mapa de Coleta .....	60
Figura 16 –Áreas do Aterro com Características Agrícolas Antes da Construção (A) e (B) .....	62
Figura 17 – Localização do Aterro Sanitário.....	63
Figura 18 – Aterro Sanitário de Paranavaí. ....	64
Figura 19 – Mapa de distancias dos núcleos populacionais e corpos hídricos do Aterro Sanitário de Paranavaí. ....	66
Figura 20 - Disponibilidade de Material para Recobrimento com Escavação de nova Célula. ....	68
Figura 21 – Isolamento Visual do Aterro Sanitário de Paranavaí. ....	69
Figura 22 – Cerca de Arame Farpado do Aterro Sanitário de Paranavaí. ....	70
Figura 23 – Portaria/Guarita do Aterro Sanitário de Paranavaí. ....	70
Figura 24 – Ausência de afloramento de chorume do Aterro Sanitário de Paranavaí. .....	71
Figura 25 – Sistema de Drenagem Definitiva do Chorume do Aterro Sanitário de Paranavaí.....	72
Figura 26 – Caminhos da Água na Célula ainda em Operação do Aterro Sanitário de Paranavaí.....	73
Figura 27 – Trator esteira modelo D6 que permanece no Aterro Sanitário de Paranavaí.....	73
Figura 28 - Equipamentos Auxiliares do Aterro Sanitário de Paranavaí. (A) Caminhão Basculante; (B) Retroescavadeira.....	74
Figura 29 – Sistema de Tratamento do Aterro Sanitário de Paranavaí. (A) Lagoa Anaeróbia; (B) Lagoa Facultativa; (C) Lagoa de Polimento; (D) Lagoa de Infiltração. .....	75
Figura 30 - Acesso à Frente de Trabalho do Aterro Sanitário de Paranavaí. (A) Vista da Via de Acesso para o Talude; (B) Vista do Talude para a Via de Acesso. ....	75
Figura 31 – Drenos e queimadores de Gás do Aterro de Paranavaí.....	76

Figura 32 – Balança do Aterro Sanitário de Campo Mourão. (A) Balança Pesando um Caminhão Prensa de Coleta de Lixo; (B) Visor da Balança. ....	77
Figura 33 – Visão Geral da Frente de Trabalho do Aterro Sanitário de Paranavaí Sem a Presença de Urubus ou Gaivotas. ....	78
Figura 34 – Sistema de Drenagem Definitiva do Aterro Sanitário de Paranavaí. (A) Canaletas de Coleta de Água; (B) Poço de Acumulação. ....	79
Figura 35 – Drenagem de Chorume do Aterro Sanitário de Paranavaí. (A) Poço de Recebimento de Chorume; (B) Poço de Recebimento de Chorume com a Condução para a Lagoa de Tratamento. ....	80
Figura 36 – Vias de Acesso Interno do Aterro Sanitário de Paranavaí. (A) Via de Entrada ao Aterro; (B) Via para Descarregamento de Lixo; (C) Via ao Redor das Células Desativadas. ....	82

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Municípios com Iniciativa de Coleta Seletiva em 2011.....	26
Quadro 2 - Padrões de lançamento de efluentes.....	34
Quadro 3 - Participação dos Materiais no Total de RSU Coletado no Brasil.....	21
Quadro 4 – Características do Local, Índice de Qualidade de Aterro de Resíduo .....	38
Quadro 5 – Infra-Estrutura Implantada, Índice de Qualidade de Aterro de Resíduo.....	41
Quadro 6 – Condições Operacionais, Índice de Qualidade de Aterro de Resíduo.....	45

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO GERAL .....	17
3.2 GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	19
3.3 COLETA SELETIVA.....	24
3.4 TÉCNICAS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO SOLO .....	26
3.5 ATERRO SANITÁRIO .....	27
3.5.1 Sistemas Operacionais de Aterro Sanitário.....	28
3.5.2 Impermeabilização da Base do Aterro Sanitário .....	30
3.5.3 Cobertura dos Resíduos Depositados.....	30
3.5.4 Drenagem de Águas Pluviais .....	31
3.5.5 Drenagem e Tratamento de Gases .....	31
3.5.6 Percolados Gerados em Aterro Sanitário – Chorume .....	32
3.5.7 Drenagem de Líquidos Percolados .....	34
3.5.8 Tratamento de Líquidos Percolados.....	35
3.5.9 Monitoramento .....	36
3.6 VISÃO GERAL DA DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL .....	20
3.7 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS - IQR.....	37
3.7.1 Características do Local .....	38
3.7.2 Infraestrutura Implantada .....	40
3.7.3 Condições Operacionais .....	44
3.7.4 Enquadramento das Instalações do Aterro .....	48
3.8 ESTUDOS DE CASO .....	49
3.8.1 Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Gerados no Município de Boa Esperança – PR .....	49
3.8.2 Avaliação da Área de Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos de Anápolis: Um Estudo de Caso.....	49
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>52</b>
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	52
4.2 COLETA DE DADOS .....	54
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>55</b>
5.1 HISTÓRICO DA ANTIGA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	56
5.2 DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE COLETA, TRANSPORTE E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	58
5.2.1 Limpeza das Vias Urbanas.....	58
5.2.2 Coleta e Transporte dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	59
5.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS – IQR.....	62
5.3.1 Caracterização do Aterro Sanitário .....	62
5.3.2 Características do Local .....	65
5.3.3 Infraestrutura Implantada .....	69
5.3.4 Condições Operacionais .....	77

5.3.5 Enquadramento das Condições Operacionais do Aterro Sanitário .....	83
5.4 PROPOSTAS DE MELHORIAS E ADEQUAÇÕES .....	84
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>87</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>89</b>
ANEXO A – Licença de Operação do Aterro Sanitário de Paranaíba – Pr.....	94
ANEXO B – Laudo de Monitoramento Físico-Químico e Biológico de efluente da Entrada da Lagoa 1, Efluente Bruto. ....	96
ANEXO C – Relatório de Monitoramento Físico-Químico e Biológico de efluente da Saída da Lagoa 4, Efluente Tratado.....	99
ANEXO D - Relatório de Monitoramento Físico-Químico e Biológico do poço água subterrânea. ....	102

## 1 INTRODUÇÃO

A revolução industrial trouxe o acelerado êxodo rural, e com isso o crescimento desordenado das cidades que levaram às aglomerações urbanas. O consumo de recursos naturais, como água, energia, alimentos e matéria-prima, teve aumento significativo, juntamente com a geração de grandes quantidades de resíduos. Com o crescimento sem planejamento, existe a necessidade de destinar de maneira segura e sustentável, com seleções de áreas e desenvolvimento de projetos para tratar e/ou dispor os resíduos.

Desta forma, a necessidade de gerenciar os resíduos sólidos tornou-se uma tarefa importante na sociedade, já que o descarte incorreto pode causar desequilíbrio ambiental, contaminando os recursos hídricos, o solo e o ar, trazendo riscos à saúde humana. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2012), os dados disponíveis no Brasil indicam que apenas 57,98% das unidades de disposição final de resíduos são formas sanitariamente adequadas de tratamento. Condição esta que justifica o desenvolvimento de estudos que tenham por objetivo diagnosticar e propor ações de melhoria para estas unidades.

A relevância da construção de aterros sanitários, ou adequação dos chamados lixões, em todos os Municípios está amparada pela Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), e traz as diretrizes relativas a gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Dentre os artigos relacionados diretamente com o tratamento e disposição final de resíduos sólidos presentes na PNRS merece destaque o art. 54 que trata sobre a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, a qual deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação da Lei citada, ou seja, até o ano de 2014.

Os principais possíveis impactos causados pelas áreas de disposição final são a poluição das águas superficiais e subterrâneas, pela ação do líquido percolado e também a formação de gases que podem ser nocivos à saúde. Por isso é necessária uma avaliação dos aterros sanitários para redução dos impactos ambientais causados por eles.

Diante deste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar o sistema de destinação final de resíduos urbanos que são gerados no Município de Paranavaí-PR, utilizando o Índice de Qualidade Aterro de Resíduos da CETESB. Este Trabalho de Conclusão de Curso busca propor possíveis adequações e melhorias necessárias ao atual Aterro Sanitário.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Diagnosticar e avaliar o Aterro Sanitário do Município de Paranaíba-PR utilizando o IQR.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar um levantamento histórico da antiga área de disposição final dos resíduos sólidos;
- Descrever os serviços de coleta e transporte dos resíduos sólidos urbanos;
- Avaliar o sistema e a área do Aterro Sanitário com adoção de Índices de Qualidade de Aterros de Resíduos-IQR;
- Propor adequações ou melhorias, se necessário, para atendimento a critérios ambientais conforme legislação vigente.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este tópico apresenta a revisão de literatura deste Trabalho de Conclusão de Curso tendo como base na crescente preocupação da sociedade com relação às questões ambientais e ao desenvolvimento sustentável. Ao longo dos anos foram criadas normas e leis referentes à identificação, classificação e destinação, dos resíduos sólidos, fornecendo subsídios para o gerenciamento destes.

#### 3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO GERAL

Segundo a Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, resíduos sólidos são definidos como:

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 (BRASIL, 2010).

Ainda segundo o inciso I do art. 13 da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), os resíduos são classificados quanto a sua origem, podendo ser: domiciliares, comerciais, públicos, de serviço de saúde e hospitalar, de serviços de transporte, industriais, agrícolas e de construção civil (BRASIL, 2010).

Ainda segundo PNRS, abaixo são descritos de forma sucinta, exemplos de resíduos conforme a origem:

- Domiciliares: Originado da vida diária das residências, e constituído por restos de alimentos, produtos deteriorados, papel, garrafas, embalagens, entre outros;
- Comercial: Originado nos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços, lojas, bares, bancos, mercados, etc.;

- Públicos: Provenientes da limpeza pública urbana como varrição e limpeza de áreas de feiras;
- Serviço de transporte: resíduos oriundos de porto, aeroportos, rodoviárias e ferroviárias, integrados por materiais de higiene, restos de alimentos, entre outros;
- Industriais: Originado nos diversos ramos industriais como metalúrgicas, químicas, petroquímicas, papelarias. Esses resíduos são bastante variados, podendo ser cinza, óleo, lodo, plástico, ácido, madeira, papel, etc.;
- Agrícola: Oriundos da agricultura e da pecuária, constituídos por embalagens de fertilizantes e defensivos agrícolas, ração, restos de colheita, entre outros;
- Serviços de saúde e hospitalares: São resíduos sépticos, ou seja, aqueles que contêm ou podem conter germes patogênicos, oriundos de hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, centros de pesquisas, etc., conforme a Resolução 358 de 2005.
- Resíduos de construção civil: Segundo a Resolução nº 307 de 05 de julho de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os resíduos de construção civil são provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras e os resultantes de preparação e de escavação de terrenos como tijolos, blocos cerâmicos, concretos, solos, rochas, metais, colas, tintas, gessos, telhas, tubulações, etc.

Existem outros tipos de classificações que se baseiam em determinadas características ou propriedades. A classificação do resíduo sólido é relevante para a escolha da estratégia do gerenciamento mais adequado. A norma NBR 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), trata da classificação quanto aos riscos potenciais à saúde pública e ao meio ambiente, para que possam ser gerenciados adequadamente. De acordo com a norma os resíduos sólidos podem ser classificados como:

- Classe I – Resíduos Perigosos: são aqueles que em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, radioatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentua seus índices e também causar risco ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

- Classe II – Resíduos Não Perigosos
  - Classe II A – Não Inertes: Não se enquadram nas Classes I e II B, e possuem propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
  - Classe II B – Inertes: que são quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água. Não causam danos ao meio ambiente ou à saúde pública.

Além da Constituição Federal Brasileira, o País já dispõe de uma ampla legislação que tem conseguido equacionar o problema do gerenciamento integrado de resíduos sólidos. A falta de sincronismo das diferentes etapas do gerenciamento entre os órgãos envolvidos na elaboração e aplicação das leis que acabam ocasionando lacunas, dificultando o cumprimento dessas leis. Na esfera governamental ainda são recentes as iniciativas para formulações de leis específicas de Política de Gestão de Resíduos Sólidos que estabeleçam objetivos, diretrizes e instrumentos em harmonia com as características sociais, econômicas e culturais dos Estados e Municípios (SOARES et al., 2002).

Outra resolução relacionada aos resíduos sólidos urbanos que merece destaque é a Resolução CONAMA nº. 404 de 11 de novembro de 2008, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de sistemas de disposição final de resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte.

### 3.2 GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O gerenciamento dos resíduos está relacionado aos aspectos tecnológicos e operacionais, envolvendo um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve, com base em critérios sanitários, ambientais e econômicos, para coletar, segregar, tratar e dispor o lixo (D'ALMEIDA E VILHENA, 2010).

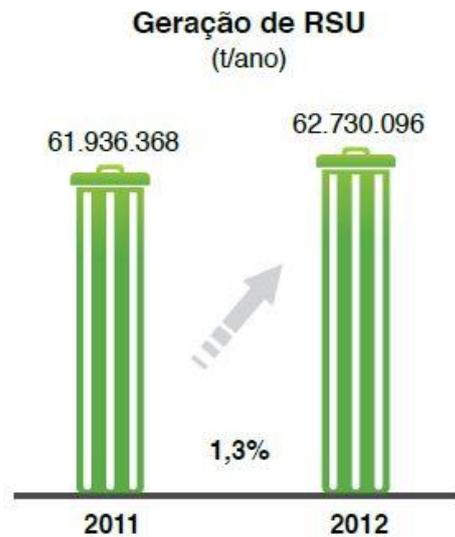
O gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos segundo D'Almeida e Vilhena (2010), é responsável pelas ações relacionadas às etapas:

- Geração de Resíduos: identificar os pontos de geração e os tipos de resíduos para promover a mudança no padrão de consumo da sociedade promovendo a diminuição da geração de resíduos;
- Segregação: separação dos resíduos no momento e local de sua geração, de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas;
- Acondicionamento: Orienta a embalar adequadamente os resíduos segregados em embalagens compatíveis com suas características;
- Coleta e transporte: Remoção e transferência dos resíduos para os locais de armazenamento ou destinação final;
- Armazenamento: Contenção temporária dos resíduos em área adequada, a espera de reciclagem, recuperação, tratamento ou destinação final;
- Reaproveitamento e tratamento: essa etapa tem o objetivo de agregar valor aos resíduos e reduzir os impactos ambientais. Nesta etapa entram a reciclagem, reutilização, recuperação ou compostagem, servindo como tratamento destes resíduos.
- Destinação final: Os materiais não utilizados nas etapas anteriores vão para os locais reservados à sua disposição final, como por exemplo, os aterros sanitários.

A busca pela preservação da poluição, redução da geração de resíduos e de poluentes prejudiciais ao ambiente e a população, são fatores que devem ser levados em conta na elaboração de estratégias de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (LANZA, 2009).

### 3.3 VISÃO GERAL DA DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

Segundo ABRELPE (2012), a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil teve crescimento de 1,83% de 2011 para 2012, como se observa na Figura 1, percentual maior que a taxa de crescimento populacional, que foi de 0,9%.



**Figura 1 – Geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil**  
Fonte: ABRELPE, 2012.

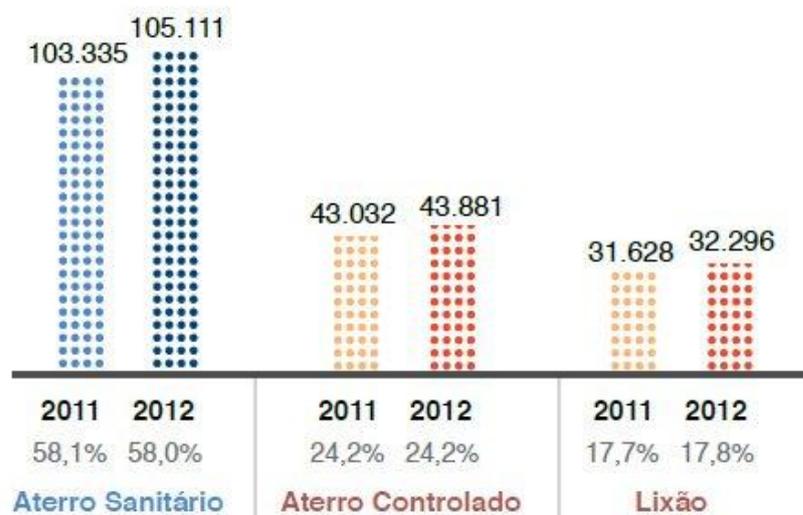
A pesquisa realizada pela ABRELPE em 2012 mostra que  $56.561.856 \text{ t.dia}^{-1}$  dos resíduos gerados são coletados nos municípios brasileiros, cerca de 1,9% a mais que em 2011, onde eram coletados  $55.534.440 \text{ t.dia}^{-1}$ . A pesquisa permite, ainda, uma estimativa *per capita* de lixo gerado, são coletados  $348,5 \text{ kg.}(\text{hab.ano})^{-1}$ .

Segundo Santos (2004), as características do lixo podem variar em função de aspectos sociais, culturais, geográficos e climáticos. A composição gravimétrica traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisado. O Quadro 1, baseado na pesquisa ABRELPE (2012), permite visualizar de um modo geral a participação de diferentes materiais na fração total dos resíduos sólidos urbanos.

Material	Quantidade (t/ano)	Participação (%)
Metais	1.640.294	2,9
Papel, Papelão e TetraPak	7.409.603	13,1
Plástico	7.635.851	13,5
Vidro	1.357.484	2,4
Matéria Orgânica	29.072.794	51,4
Outros	9.445.830	16,7
<b>Total</b>	<b>56.561,856</b>	<b>100,0</b>

**Quadro 1 - Participação dos Principais Materiais no Total de RSU Coletado no Brasil.**  
Fonte: ABRELPE, 2012.

Somente 57,98% do total de resíduos coletados seguem para aterros sanitários, porém cerca de 75 mil toneladas ainda tem destinação inadequada diariamente, sendo encaminhadas para lixões ou aterros controlados, como mostra a Figura 2, que compara os anos de 2012 e 2011. Apesar das determinações legais e dos esforços empreendidos, esta destinação inadequada está presente em todos os estados brasileiros, onde mais de 60% dos municípios dispõe resíduos em unidades como essas.



**Figura 2– Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil (t/dia).**  
 Fonte: ABRELPE, 2012.

### 3.3.1 Destinação final de Resíduos Sólidos na Região Sul

Segundo ABRELPE (2012), os 1.188 municípios da região sul geram cerca de 21.345 t.dia<sup>-1</sup> de resíduos sólidos urbanos, dos quais 92,54% são coletados, crescendo desde 2011 um equivalente a 2,9%, como mostra a Figura 3.

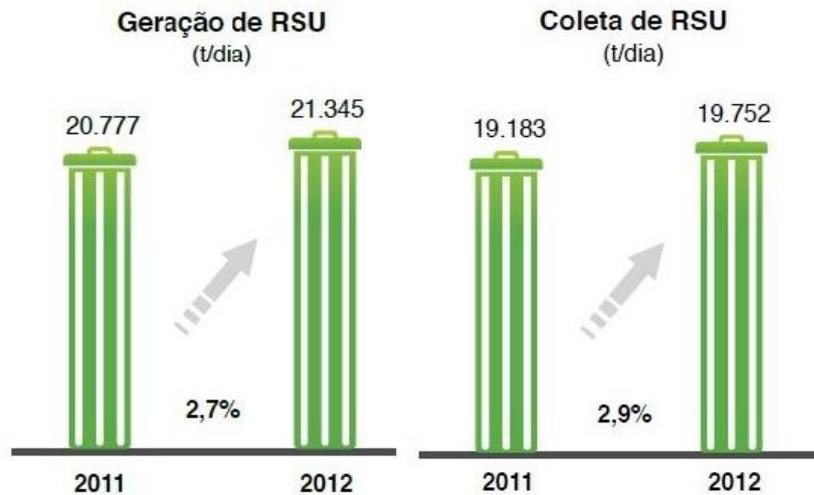


Figura 3 – Geração e Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos na Região Sul (t/dia).  
Fonte: ABRELPE, 2012.

Fazendo uma comparação, conforme ABRELPE (2012), dos dados relativos à destinação final em 2012 e 2011 (Figura 4), resulta em nenhum aumento na destinação ambientalmente adequada, em aterros sanitários. Porém, cerca de 30%, correspondente a cerca de 6000 ton.dia<sup>-1</sup> dos resíduos coletados na região ainda são destinados para lixões ou aterros controlados.

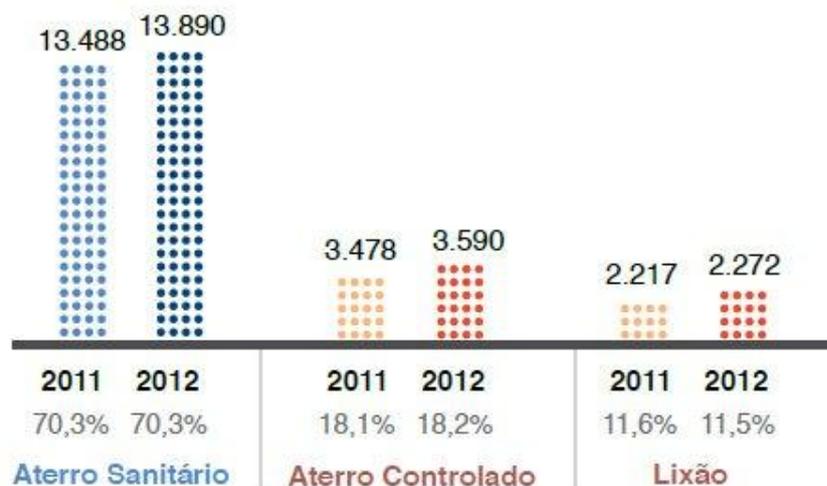
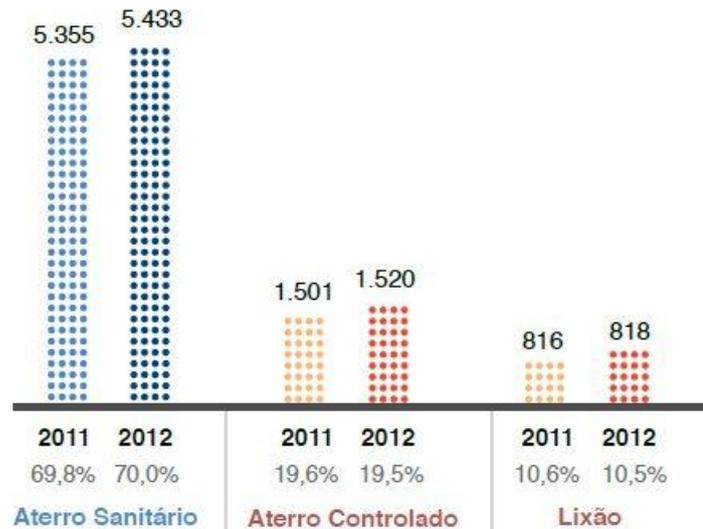


Figura 4 – Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos na Região Sul (t/dia).  
Fonte: ABRELPE, 2012.

O Paraná possui cerca de 8.974.350 habitantes, que geram 8.507 toneladas de resíduos sólidos por dia. São coletadas 7.771 toneladas diárias, chegando quase

a 100% de todo lixo gerado, onde somente 31% são destinados de maneira inadequada. A Figura 5 a seguir mostra a evolução de 2011 para 2012 das destinações finais no estado, tendo aumento de 0,2% na sua destinação sanitariamente adequada, os aterros sanitários.



**Figura 5 – Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos no Estado do Paraná (t/dia).**  
 Fonte: ABRELPE, 2012.

### 3.4 COLETA SELETIVA

A segregação de resíduos sólidos urbanos tem como objetivo principal a reciclagem de seus componentes. Segundo D’Almeida e Vilhena (2010), a reciclagem é o resultado de uma série de atividade, pelas quais o material que se tornaria lixo é desviado, coletado, separado e processado para ser reutilizado como matéria-prima.

Um dos principais processos de separação dos materiais a serem reciclados é a coleta seletiva que foi definida na Lei Federal nº. 12.305 de 2 de agosto de 2010, como a coleta de resíduos sólidos previamente separados de acordo com sua constituição e composição na fonte geradora, devendo ser implementada por todos os municípios (BRASIL, 2010).

Existem várias formas operacionais de sistemas de coleta seletiva, e em alguns casos a combinação de diferentes metodologias poderá gerar melhores resultados.

As principais modalidades de coleta seletiva segundo D'Almeida e Vilhena (2010), são:

- Porta-a-porta ou domiciliar: Os moradores colocam os recicláveis na calçada, acondicionados em recipientes diferentes. O procedimento de coleta é semelhante a coleta normal de resíduos, porém os veículos coletores percorrem as residências em dias e horários específicos, que não coincidem com o coleta normal;
- Posto de entrega voluntária (PEV): Essa coleta utiliza normalmente contêineres ou pequenos depósitos, colocados em pontos fixos no município onde os moradores depositam os recicláveis. No PEV cada material possui um recipiente específico, e são separados por cores padronizadas, ou seja: verde para vidro, azul para papel, vermelho para plástico, amarelo para metais, marrom para orgânico e cinza para rejeitos. Em muitos destes pontos também são entregues os resíduos especiais como óleo de cozinha, pilhas, baterias e lâmpadas;
- Posto de troca: É a troca do material entregue por algum bem ou benefício, como alimento, vale-transporte, vale-refeição, desconto, entre outros e;
- Catadores: O trabalho dos catadores é de grande importância para o mercado de material reciclável, porém um programa de coleta seletiva deve amparar o trabalho desses indivíduos, geralmente eles são associados em cooperativas de reciclagem e triagem.

A coleta seletiva geralmente exige a construção de galpões de triagem, onde os materiais são recebidos, separados, prensados ou picados, e enfardados ou embalados, para posterior venda.

Segundo a ABRELPE (2012), cerca de 3.326 municípios informaram contar com iniciativas de coleta seletiva, e na região sul apenas 945. O Quadro 2 mostra os resultados obtidos para o Brasil e regiões.

<b>Iniciativa de Coleta Seletiva</b>	<b>Norte</b>	<b>Nordeste</b>	<b>Centro-Oeste</b>	<b>Sudeste</b>	<b>Sul</b>	<b>Brasil</b>
Sim	213	678	148	1.342	945	3.326
Não	2436	1.116	318	326	243	2.239
<b>Total</b>	<b>449</b>	<b>1.794</b>	<b>466</b>	<b>1.668</b>	<b>1.188</b>	<b>5.565</b>

**Quadro 2 - Municípios com Iniciativa de Coleta Seletiva em 2011.**  
**Fonte: ABRELPE, 2012.**

A coleta seletiva proporciona boa qualidade dos materiais recuperados, uma vez que estes estão menos contaminados pelos outros materiais do lixo. Estimula a cidadania, reforçando o espírito comunitário com a participação, é feita de forma flexível, já que pode ser iniciada em pequena escala e ser ampliada gradativamente, e reduz o volume de resíduos a serem dispostos D'Almeida e Vilhena (2010).

### 3.5 TÉCNICAS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO SOLO

A maioria dos municípios brasileiros ainda utiliza descargas a céu aberto, os conhecidos lixões, como disposição final de seus resíduos. É uma forma ilegal de disposição que se caracteriza, segundo Lanza (2009), pela simples descarga sobre o solo, sem critérios técnicos ou medidas de proteção ao meio ambiente e à saúde. Esses resíduos acarretam problemas de saúde, como a proliferação de vetores de doenças, geração de maus cheiros e, principalmente, poluição do solo e das águas subterrâneas e superficiais, através do chorume.

Ainda de acordo com Lanza (2009), pode-se acrescentar a este cenário, o total descontrole quanto aos tipos de resíduos recebidos nestes locais, podendo ser encontrados rejeitos originados de serviços de saúde e também das indústrias. Associado aos lixões também são encontrados catadores e animais, que na maioria das vezes residem no próprio local.

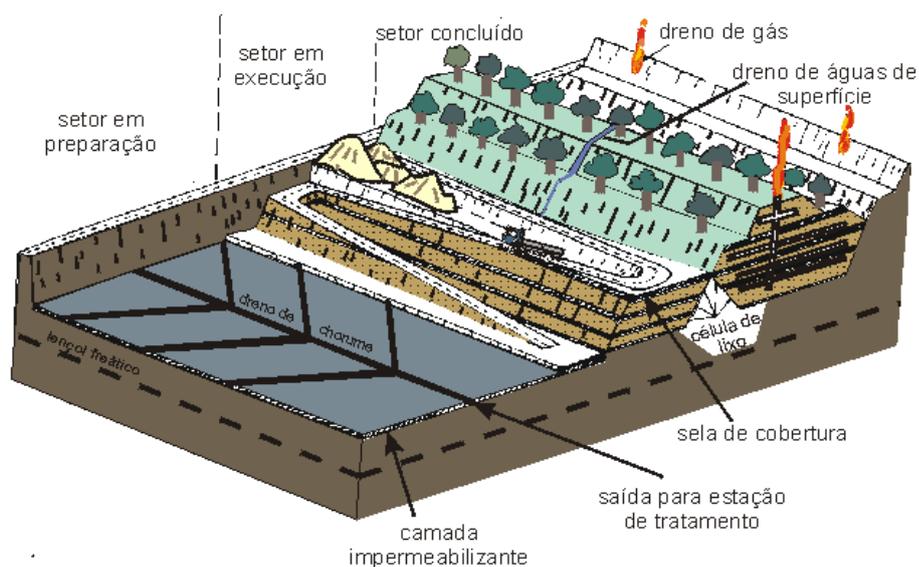
Segundo a NBR 8.419 de 1992, aterro controlado é uma técnica da disposição de resíduos sólidos no solo, constituindo uma maneira de minimizar os impactos ambientais, sem causar danos ou riscos à saúde pública e ao meio ambiente (ABNT, 1992). Boa parte das cidades do Brasil utiliza aterros controlados como uma alternativa ao lixão.

Esse método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho. Com essa técnica produz-se poluição localizada, não havendo impermeabilização de base, que pode comprometer a qualidade do solo e de águas subterrâneas, nem sistema de tratamento de percolado ou de extração e queima controlada dos gases gerados (LANZA e CARVALHO, 2006).

### 3.6 ATERRO SANITÁRIO

O Aterro Sanitário (Figura 6) deve ter todos os elementos de proteção ambiental, e também devem ser avaliadas as probabilidades de impacto local sobre a área de influência do empreendimento e se buscar medidas para mitigá-los (LANZA e CARVALHO, 2006).

Os principais componentes de um Aterro Sanitário segundo D'Almeida e Vilhena (2010) são: Sistemas operacionais, impermeabilização do solo, cobertura de resíduos, drenagem de águas pluviais, drenagem de biogás, tratamento de biogás, drenagem de líquidos percolados, tratamento dos líquidos percolados e monitoramento.

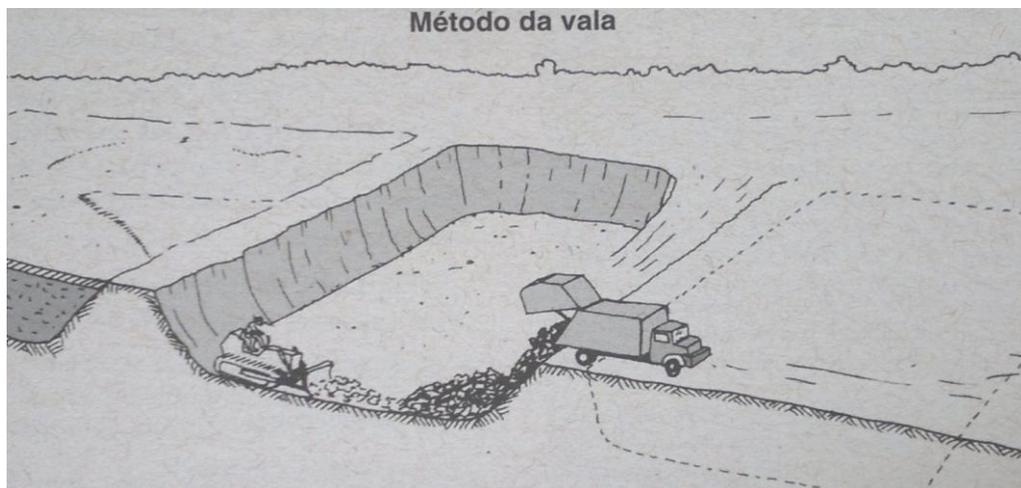


**Figura 6 - Esquema de um Aterro Sanitário**  
**Fonte: NAIME, 2012.**

### 3.6.1 Métodos de Aterro Sanitário

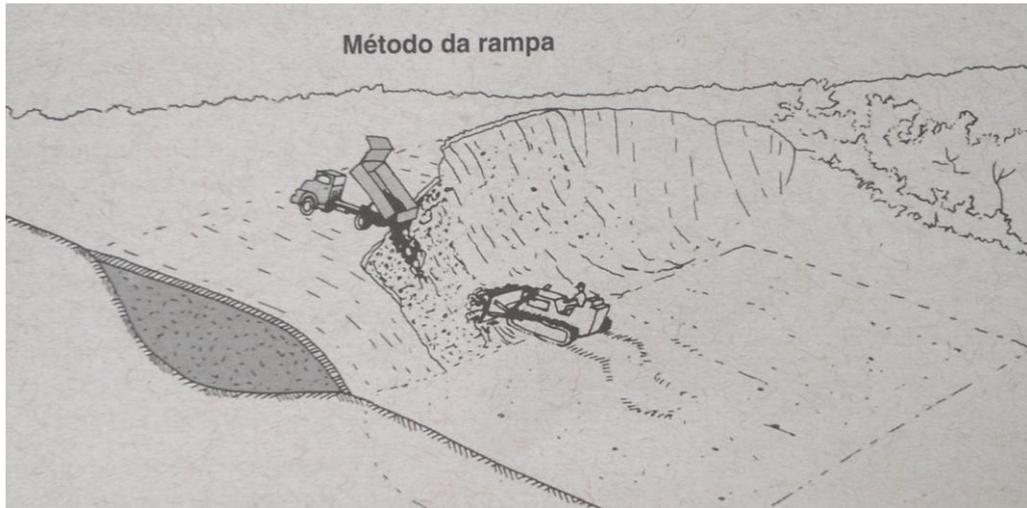
O Aterro Sanitário deve contar com um sistema de tratamento dos resíduos sólidos adequado para cada tipo de característica física e geológica da área e também da quantidade de lixo a ser disposto. Segundo Obladen et al. (2009), o sistema escolhido corretamente garante a manutenção da qualidade de vida do entorno, com mínimas influências para o meio ambiente. O processo de aterramento possui três formas de execução: Método trincheira ou vala, método de rampa e método de área.

- O Método de Trincheira ou Vala: consiste na abertura de valas, conforme a Figura 7, onde os resíduos são dispostos, compactados e posteriormente cobertos com solo. As valas podem ser de pequena ou grande dimensão, dependendo da quantidade de lixo gerado na cidade (Obladen, 2009).



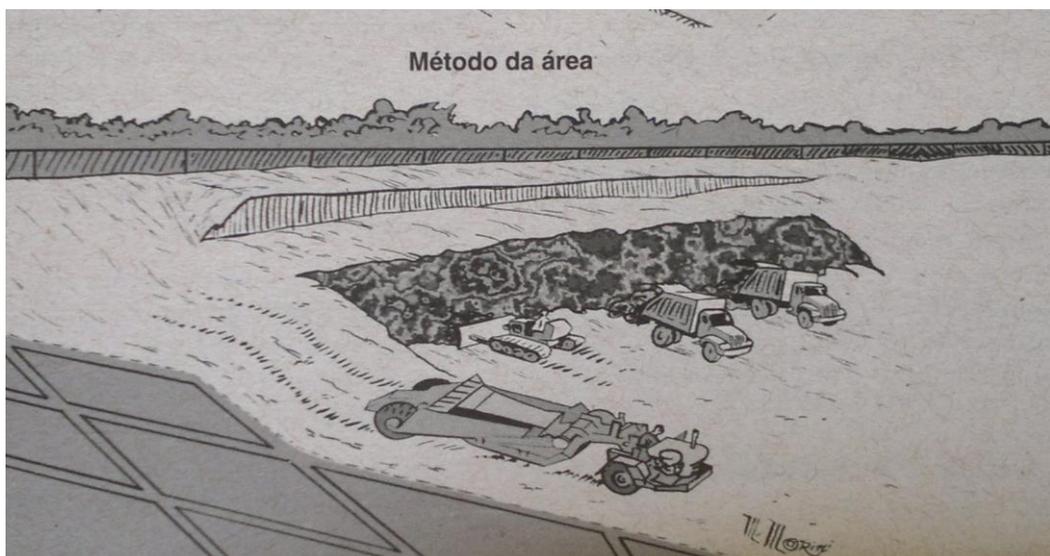
**Figura 7 - Modelo de Método de Vala**  
**Fonte - D'Almeida e Vilhena (2010)**

- O Método de Rampa (Figura 8): é fundamentado na escavação da rampa, onde o lixo é disposto e compactado, e posteriormente coberto com solo. Geralmente é empregado em áreas de meia encosta, onde o solo natural ofereça boas condições para ser escavado e possa ser usado como material de cobertura (OBLADEN et al., 2009).



**Figura 8 - Modelo de Método de Rampa**  
Fonte - D'Almeida e Vilhena (2010)

- Método de Área: Conforme mostrado na Figura 9, Obladen et al. (2009), mostram que o Método de Área é empregado em locais de topografia plana e lençol freático raso, onde devem ser criados desníveis com os próprios resíduos. Inicialmente, os resíduos são descartados em um ponto estratégico do terreno, onde deverá ter início o aterro. Os resíduos são amontoados e compactados, formando uma elevação do formato de um tronco de pirâmide que finalmente é coberta com solo.



**Figura 9 - Modelo de Método de Área**  
Fonte - D'Almeida e Vilhena (2010)

### 3.6.2 Impermeabilização da Base do Aterro Sanitário

A impermeabilização da base do aterro tem a função de proteger a fundação do aterro e evitar a contaminação do subsolo e águas subterrâneas. O sistema de tratamento de base apresenta características como estanqueidade, durabilidade, resistência mecânica, resistência às intempéries compatibilidade físico-química-biológica com os resíduos a serem aterrados (D'ALMEIDA E VILHENA, 2010). Segundo a Ambiente (2003), os materiais mais usados são solos da classe argissolo, argila compactada ou geomembranas (sendo de polietileno de alta densidade ou Policloreto de Polivinila - PVC).

### 3.6.3 Cobertura dos Resíduos Depositados

Segundo Bocchiglieri (2010), a cobertura, que pode ser diária, intermediária e final, tem a função de proteger a superfície da célula, eliminar a proliferação de vetores, diminuir a taxa de formação de percolados, reduzir a exalação de odores, impedir a catação, permitir o tráfego de veículos, eliminar a queima de resíduos e saída descontrolada de biogás.

As coberturas diárias e intermediárias devem ser realizadas após o término de cada jornada de trabalho. A cobertura final é a cobertura feita após o término da célula, e se recomenda o uso de cobertura vegetal, para aumentar a evapotranspiração, diminuir a quantidade de chuva que infiltra e assim diminuir a quantidade de percolado gerada (BOCCHIGLIERI, 2010).

O sistema de cobertura deve ser resistente a processos erosivos e adequados à futura utilização da área (CORTEZ et al., 2003).

### 3.6.4 Drenagem de Águas Pluviais

A drenagem tem o objetivo de desviar o escoamento superficial das águas pluviais, durante e após o funcionamento do aterro, evitando infiltração no resíduo. O dimensionamento de drenagem depende da área em que o aterro será implantado e depende da bacia hidrográfica em que esta área está inserida. Em geral, o sistema de drenagem é constituído por estruturas drenantes de canaletas de concreto associadas a escadas d'água e tubos de concreto (TAVARES, 2011).

Dois tipos de drenagem estão presentes no aterro, a provisória, que é utilizada durante a fase de operação do aterro, de maneira a oferecer condições de trabalho sobre quaisquer condições climáticas e que são destruídas ao longo da evolução do aterro. E as drenagens definitivas, que permanecem ativas após o encerramento das atividades do aterro (CORTEZ et al., 2003).

Segundo D'Almeida e Vilhena (2010), as águas pluviais não devem ser misturadas com os líquidos percolados, pois eles necessitam de um tratamento mais complexo antes de serem lançados no corpo receptor, e isso não ocorre com as águas, elas podem ser lançadas diretamente, mantendo o controle de material em suspensão e evitando erosão no ponto de lançamento.

### 3.6.5 Drenagem e Tratamento de Gases

A drenagem dos gases provenientes da massa de lixo, tem a função de escoar os gases provenientes da decomposição da matéria orgânica, evitando a contaminação de redes de esgoto, fossas, poços e sob edificações através da sua migração pelos meios porosos do subsolo.

O dimensionamento dos drenos depende da vazão de gás a ser drenado. Para a drenagem utilizam-se 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 (CORTEZ et al., 2003)

Os drenos geralmente são constituídos por linhas tubos sobrepostos e perfurados, envoltos por uma camisa de brita, desde a base até a superfície formando uma chaminé, onde são colocados queimadores para efetivar a combustão dos gases. Essa queima nos próprios coletores já é o tratamento do gás gerado, e é o mais utilizado nos aterros (CORTEZ et al., 2003)

O gás gerado no aterro é denominado Biogás, que é resultado da decomposição anaeróbia da matéria orgânica. Os gases que caracterizam o biogás são o metano ( $\text{CH}_4$ ) e o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ). A composição final do biogás varia com o meio de processo e pode haver impurezas. Para o processo anaeróbio deve haver o acúmulo de matéria orgânica e a ausência de oxigênio, cenário comumente encontrado nos aterros (TAVARES, 2001).

### 3.6.6 Percolados Gerados em Aterro Sanitário – Chorume

Depois de serem depositados em seu destino final, os resíduos passam por processos físicos, químicos e biológicos de decomposição, produzindo poluentes residuais líquidos e gasosos. A fração líquida é o resultado da combinação do chorume com a água que percola através do lixo, onde esta água provém de uma parte da precipitação que infiltra na cobertura final do aterro, de nascentes próximas e de águas subterrâneas (PACHECO e ZAMORA, 2004).

Segundo Serafim et al. (2003), chorume é um líquido escuro e mal cheiroso, gerado pela degradação dos resíduos em aterro sanitário que é originário de três diferentes fontes, a umidade natural do lixo, que no período chuvoso aumenta, a água que constitui a matéria orgânica, que escorre durante o processo de decomposição e das bactérias existentes no lixo, que expelem enzimas, e estas dissolvem a matéria orgânica com formação de líquido.

Segundo Lins (2003), a decomposição dos resíduos sólidos é um processo dinâmico ocorrendo nas fases aeróbia e anaeróbia, por organismos decompositores de matéria orgânica, que são na maioria bactérias heterotróficas, aeróbias e facultativas.

No primeiro mês de recobrimento dos resíduos e decomposição ocorre a fase aeróbia, onde a ação da decomposição ocorre através das bactérias aeróbias

que utilizam o oxigênio do interior do aterramento. Essa decomposição é mais intensa no início e à medida que o oxigênio fica escasso, a decomposição torna-se mais lenta. As águas pluviais influenciam nesta fase porque facilitam a redistribuição de nutrientes e microrganismos ao longo do aterro (LINS, 2003).

Depois de todo o oxigênio ser consumido, inicia-se a fase anaeróbia, que pode demorar anos para estar completa. A decomposição ocorre através dos organismos anaeróbios e facultativos, que hidrolisam e fermentam celulose entre outros materiais. Nesta fase ocorre a redução da concentração de carbono orgânico, altos níveis de amônia e largo espectro de metais, que ocasiona um alto risco para o meio ambiente (LINS, 2003).

O volume de percolato que é produzido em um aterro sanitário varia em função das condições climáticas da região e do sistema de drenagem local, sofrendo influência da precipitação, umidade dos resíduos, permeabilidade do material de cobertura, existência de material de cobertura, cobertura vegetal da área do aterro entre outros fatores. A sua composição varia com o transcorrer dos anos, de acordo com as fases de vida do aterro, pois o tempo de aterramento interfere sobre a qualidade do percolato, de forma que o seu potencial poluidor diminui à medida que aumenta o tempo de aterramento (SEGATO e SILVA, 2000).

O impacto ambiental gerado pelo percolato está relacionado com as fases de decomposição dos resíduos sólidos. Quando recebe boa quantidade de águas pluviais, o percolato de um aterro novo é caracterizado com pH ácido, alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), e outros compostos que podem ser tóxicos. Com o passar dos anos a degradabilidade sofre redução significativa devido à conversão dos componentes degradáveis em gás metano e  $\text{CO}_2$  (SERAFIM et al., 2003).

Os efluentes oriundos de sistemas de disposição final de resíduos sólidos de qualquer origem são obrigados a atender as condições e padrões previstos da Resolução CONAMA 430 de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre os padrões de lançamento de efluentes, e somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam a essas condições. O Quadro 3 apresenta os padrões de lançamento de efluentes.

<b>Parâmetros Inorgânicos</b>	<b>Valores Máximos</b>
Arsênio Total	0,5 mg/L As
Bário Total	5,0 mg/L Ba
Boro Total (não se aplica para águas salinas)	5,0 mg/L B
Cádmio Total	0,2 mg/L Cd
Chumbo Total	0,5 mg/L Pb
Cianeto Total	1,0 mg/LCN
Cianeto Livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr <sup>+6</sup>
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr <sup>+3</sup>
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercúrio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
<b>Parâmetros Orgânicos</b>	<b>Valores Máximos</b>
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
Benzeno	1,2 mg/L
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano (somatório de 1,1 + 1,2cis + 1,2 trans)	1,0 mg/L
Estireno	0,07 mg/L
Etilbenzeno	0,84 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L
Tricloreto	1,0 mg/L
Tolueno	1,2 mg/L
Xileno	1,6 mg/L

**Quadro 3 - Padrões de lançamento de efluentes**  
**Fonte: CONAMA (2011).**

### 3.6.7 Drenagem de Líquidos Percolados

O sistema de drenagem coleta e conduz os líquidos percolados, diminuindo a pressão sobre a massa de lixo, minimizando o potencial de contaminação do subsolo, e impedindo que o líquido destrua as estruturas do aterro (FARIA, 2002).

Podem ser planos ou inclinados, tubos de coleta ou drenagem horizontal, compostos por drenos de material filtrante, que não seja susceptível ao ataque do percolado, com tubos perfurados, direcionados para os tanques de acumulação, e posteriormente enviados para o tratamento adequado. Sua concepção e dimensionamento dependem da vazão de líquido a ser drenado e da alternativa de tratamento escolhida (CORTEZ et al., 2003).

### 3.6.8 Tratamento de Líquidos Percolados

A formação de percolados é inevitável, e deste modo, são previstos sistemas de tratamento desses líquidos, não sendo admissível pela Resolução CONAMA 430 de 2011, sua descarga em cursos d'água fora dos padrões normalizados (CONAMA, 2011). O tratamento é adotado de acordo com alguns fatores como a eficiência requerida, área disponível, características físico-químicas do percolado, capacidade de manutenção de controle operacional, etc. (CORTEZ et al., 2003).

Os processos de tratamento atualmente empregados são: recirculação ou irrigação, lagoas de estabilização, tratamento químico, filtro biológico ou tratamento em estação de tratamento de esgoto.

Devido ao grande teor de matéria orgânica presente no percolado, as lagoas de estabilização são consideradas o principal processo de tratamento, isoladas, associadas entre si ou complementadas por filtros biológicos (CORTEZ et al., 2003).

Segundo Uehara e Vidal (1989), as lagoas de estabilização são grandes tanques de pequena profundidade destinados a tratar águas residuais brutas, por processos naturais. São corpos de água lânticos, construídos para armazenar resíduos específicos, como os domésticos e industriais, e devem resultar na estabilização da matéria orgânica através de processos biológicos. Os processos biológicos podem ocorrer em condições anaeróbias, facultativas ou aeróbias, e de acordo com a condição as lagoas podem ser classificadas em anaeróbia, facultativa, de maturação ou aeróbia.

- Lagoa Anaeróbia: Segundo Von Sperling (2002), a principal finalidade desta lagoa é a remoção de DBO e sólidos em suspensão. Esses sólidos são sedimentados no fundo da lagoa, sendo digeridos, posteriormente, pela ação

das bactérias anaeróbias. A redução de DBO somente ocorre após a formação de ácidos produzidos pelos microrganismos acidogênicos, sendo posteriormente, convertidos em metano, gás carbônico e água pelos microrganismos metanogênicos.

- Lagoa Facultativa: Tem a função de remover DBO e patógenos. O processo de estabilização da matéria orgânica ocorre em três zonas: a zona aeróbia, a facultativa e a anaeróbia. A presença de oxigênio nessas lagoas é suprida por algas, que por meio de fotossíntese produzem o oxigênio durante o dia e consomem durante a noite. A zona fótica, parte superior, a matéria orgânica dissolvida é oxidada pela respiração aeróbia, enquanto que na zona afótica, parte inferior, a matéria orgânica sedimentada é convertida em gás carbônico, água e metano (VON SPERLING, 2002).
- Lagoa de Maturação (polimento): Ainda segundo Von Sperling (2002), a lagoa de maturação tem o objetivo de remover patógenos e nutrientes, fazendo a desinfecção do efluente das lagoas de estabilização. São rasas e permitem a ação dos raios ultravioletas sobre os microrganismos presentes em toda a coluna d'água. O pH e a elevada concentração de oxigênio também influenciam na remoção de bactérias, vírus e outros microrganismos.

### 3.6.9 Monitoramento

O monitoramento segundo D'Almeida e Vilhena (2010), é o acompanhamento da evolução dos processos. Tem por objetivo permitir a detecção, em estágio inicial, dos impactos ambientais negativos causados pelo aterro, permitindo assim a implementação de medidas mitigatórias antes que os impactos assumam grandes proporções.

O principal sistema de controle ambiental é referente aos líquidos percolados, monitorando os mananciais de águas superficiais e subterrâneas, buscando a avaliação das alterações causadas pelo aterro nos cursos d'água (CORTEZ et al, 2003).

A Norma NBR nº 13.896 da ABNT de 1997, exige que para o monitoramento de águas superficiais deverão ser coletadas amostras a montante e a jusante do

aterro, estabelecendo-se comparações entre as características destas. Para o monitoramento de águas subterrâneas devem ser perfurados no mínimo quatro poços, um a montante e três a jusante, em relação ao fluxo subterrâneo, sempre em pontos estratégicos. Os poços de monitoramento têm a função de verificar a qualidade do aquífero antes da passagem sob o aterro e os poços de jusante, de avaliar a ocorrência de alterações das características iniciais.

Ainda segundo a Norma NBR nº 13.896 da ABNT de 1997, o monitoramento do aterro envolve aspectos ambientais que são o controle da qualidade de água subterrânea e superficial, do ar, do solo, de vetores de doenças de ruídos e vibrações, de poeira e de impactos visuais negativos. E também aspectos geotécnicos que são o controle de deslocamento horizontal e vertical, controle do nível de percolado e pressão de biogás, controle de descarga de percolado nos drenos, inspeção periódica para avaliar principio de erosão ou trincas.

### 3.7 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS – IQR

Segundo Oblade et al. (2009), existem três fatores que influenciam diretamente na qualidade de um aterro sanitário, podendo ser de ordem sanitária, ambiental e operacional. Os fatores de ordem sanitária são o fogo, fumaça, odor, vetores de doenças. Os fatores de ordem ambiental são geralmente a poluição do ar, das águas, do solo e o prejuízo à estética e paisagem local. E por fim a ordem operacional é o controle dos resíduos, controle dos tratamentos, entre outros.

O diagnóstico dos fatores citados acima é feito através do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), um questionário criado pelo Inventário de Resíduos Sólidos Urbanos, da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) em 2008 (OBLADEN et al., 2009). O IQR analisa a situação da disposição final do lixo do município, e se tornou um instrumento para decidir a continuidade de operação ou a necessidade de fechamento de um local de disposição final de resíduos sólidos. Auxilia ainda, no estabelecimento de medidas corretivas (FARIA, 2002).

O questionário do IQR é composto por 41 variáveis, que enfocam três macro-conjuntos: características do Local, infraestrutura implantada e condições operacionais (OBLADEN et al., 2009).

### 3.7.1 Características do Local

Um aterro sanitário deve ser localizado em uma área conveniente, onde os riscos à saúde humana e ao meio ambiente sejam minimizados (FARIA, 2002). Assim são estudadas as características do local (Quadro 4), que dá origem ao subitem 1, englobando as seguintes variáveis: Capacidade de suporte do solo, proximidade de núcleos habitacionais, proximidade de corpos d'água, permeabilidade do solo, disponibilidade de material para recobrimento, qualidade de material para recobrimento, condições do sistema viário, trânsito e acesso, isolamento visual da vizinhança e legalização da localização (CETESB, 2012).

<b>CARACTERÍSTICAS DO LOCAL</b>		
<b>Subitem</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Peso</b>
Capacidade de suporte do solo	Adequada	5
	Inadequada	0
Proximidade de núcleos habitacionais	Longe > 500m	5
	Próximo	0
Proximidade dos corpos d'água	Longe > 200m	3
	Próximo	0
Profundidade do lençol freático	> 3m	4
	1 a 3m	2
	0 a 1m	0
Permeabilidade do solo	Baixa	5
	Média	2
	Alta	0
Disponibilidade de material para cobertura	Suficiente	4
	Insuficiente	2
	Nenhuma	0
Qualidade do material para recobrimento	Boa	2
	Ruim	0
Condições do sistema viário, trânsito e acesso	Boas	3
	Regulares	2
	Ruins	0
Isolamento visual da vizinhança	Bom	4
	Ruim	0
Legalização da localização	Local Permitido	5
	Local Proibido	0
		Subtotal 1

**Quadro 4 – Características do Local, Índice de Qualidade de Aterro de Resíduo**  
**Fonte: CETESB, 2012.**

- Capacidade de suporte do solo: A disposição dos resíduos no aterro deve se realizar de modo que a estabilidade do substrato geológico esteja assegurada, juntamente com a estabilidade da própria massa de resíduos e das estruturas associadas, para evitar recalque (FARIA, 2002). Segundo Alonso (1991), a capacidade de carga de um solo é a pressão que aplicada ao mesmo, causa o colapso ou seu escorregamento. Para a estimativa da capacidade de carga usam-se os perfis geotécnicos, geralmente fornecidos pelas sondagens.
- Proximidade de núcleos habitacionais: Um aterro sanitário deve estar afastado de um núcleo urbano a uma distância mínima de 500m, isso reduz os incômodos provocados aos moradores por odores, fumaça, poeira, barulhos, etc. (SILVA e CUNHA, 2006).
- Proximidade de corpos d'água: Para impedir a contaminação pelo percolado, o aterro deve estar longe dos corpos d'água a uma distância mínima recomendada de 200m, uma distancia menor pode comprometer o uso publico do recurso hídrico (SILVA e CUNHA, 2006).
- Profundidade do Lençol Freático: Segundo a Norma NBR 13.896 da ABNT de 1997, 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, porém é aceitável uma distância mínima, entre a base do aterro e a cota máxima do aquífero freático igual a 1,5m.
- Permeabilidade do solo: Quanto menores os vazios existentes no solo menores serão os coeficientes de permeabilidade. O coeficiente de permeabilidade (K) depende do tipo de solo, se sua estrutura e da capacidade ou consistência (SILVA e CUNHA, 2006). A Norma NBR 13.896 da ABNT de 1997 estabelece como condição ideal a instalação de aterros em local com coeficiente de permeabilidade de  $1,0 \times 10^{-6} \text{ cm.s}^{-1}$ . Diz que é aceitável o coeficiente de  $5,0 \times 10^{-5} \text{ cm.s}^{-1}$ , podendo ser exigida uma impermeabilização suplementar, visando mais proteção do aquífero freático, e não recomenda a construção de aterros em áreas com coeficiente maior ou igual a  $5,0 \times 10^{-4} \text{ cm.s}^{-1}$ , mesmo com impermeabilização complementar. Segundo Faria (2002), o coeficiente K menor que  $1,0 \times 10^{-6} \text{ cm.s}^{-1}$  confere uma permeabilidade baixa. O coeficiente K entre  $1,0 \times 10^{-6} \text{ cm.s}^{-1}$  e  $5,0 \times 10^{-4} \text{ cm.s}^{-1}$  confere

permeabilidade média e coeficiente  $K > 5,0 \times 10^{-4} \text{ cm.s}^{-1}$  confere permeabilidade alta.

- Disponibilidade de material para recobrimento: A disponibilidade de material para recobrimento é muito importante, pois o empréstimo de solo, de outra propriedade encarece o custo de operação do aterro (SILVA e CUNHA, 2006).
- Qualidade do material para recobrimento: Segundo Faria (2002), o material adequado para recobrimento deve apresentar fácil escavabilidade e textura argila-arenosa de composição variando de 50% a 60% de areia e o restante uma mistura equilibrada entre silte e argila. O subitem possui avaliação boa, tendo 50% de areia, 25% de silte e 25% argila. Quando não se enquadram nestas especificações mínimas são avaliados como ruins.
- Condição do sistema viário-trânsito e acesso: Segundo Silva e Cunha (2006), o aterro deve se localizar o mais próximo possível do centro de geração e apresentar acesso livre de trânsito para as despesas com transporte serem reduzidas e a produtividade da coleta ser máxima. As vias devem sofrer constante manutenção, já que os veículos são pesados. A avaliação deste subitem é boa quando o sistema viário-transito-acesso é favorável, regular quando uma destas condições não for favorável e ruim quando as três não foram favoráveis (CETESB, 2012).
- Isolamento visual da vizinhança: Para evitar a poluição visual e a desvalorização das propriedades da redondeza, é necessário que se faça o isolamento visual do aterro com espécies arbóreas (FARIA, 2002).
- Legalização da localização: A área de implantação deve ser liberada por lei, se o local for permitido a avaliação tem peso máximo, caso contrário peso zero (CETESB, 2012).

### 3.7.2 Infraestrutura Implantada

Depois da etapa de caracterização do local, o próximo passo é a verificação das obras de engenharia, que visam a plena operação da área, com o devido manejo dos resíduos (FARIA, 2002). A infraestrutura implantada, mostrada no

Quadro 5, segundo a CETESB (2012), dá origem ao subitem 2, englobando as seguintes variáveis: cercamento da área, portaria/guarita, impermeabilização de base do aterro, drenagem do chorume, drenagem definitiva das águas pluviais, drenagem provisória das águas pluviais, trator de esteira ou compatível, outros equipamentos, trânsito e acesso, sistema de tratamento de chorume, acesso à frente de trabalho, vigilantes, sistema de drenagem de gases, controle de recebimento de cargas, monitorização de águas subterrâneas e atendimento a estipulação de projeto.

<b>INFRAESTRUTURA IMPLANTADA</b>		
<b>Subitem</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Peso</b>
Cercamento da área	Sim	2
	Não	0
Portaria/Guarita	Sim	2
	Não	0
Impermeabilização de base do aterro	Sim	5
	Não	0
Drenagem de chorume	Suficiente	5
	Insuficiente	1
	Inexistente	0
Drenagem definitiva de águas pluviais	Suficiente	4
	Insuficiente	2
	Inexistente	0
Drenagem provisória de águas pluviais	Suficiente	2
	Insuficiente	1
	Inexistente	0
Trator de esteira ou compatível	Permanente	5
	Periodicamente	2
	Inexistente	0
Outros equipamentos, trânsito e acesso	Sim	1
	Não	0
Sistema de tratamento de chorume	Suficiente	5
	Insufi/Inexist.	0
Acesso à frente de trabalho	Bom	3
	Ruim	0
Vigilantes	Sim	1
	Não	0
Sistema de drenagem de gases	Suficiente	3
	Insuficiente	1
	Inexistente	0
Controle de recebimento de cargas	Sim	2
	Não	0
Monitorização de águas subterrâneas	Suficiente	3
	Insuficiente	2
	Inexistente	0
Atendimento a estipulação de projeto	Sim	2
	Parcialmente	1
	Não	0
		Subtotal 2

**Quadro 5 – Infraestrutura Implantada, Índice de Qualidade de Aterro de Resíduo**  
**Fonte: CETESB, 2012.**

- Cercamento da área: Para impedir o acesso de catadores e animais no local, o aterro deve ser cercado (SILVA e CUNHA, 2006).
- Portaria/guarita: A portaria ou guarita tem por finalidade a segurança do aterro, na entrada e saída de veículos e pessoas (SILVA e CUNHA, 2006).
- Impermeabilização da base do aterro: A impermeabilização da base do aterro tem a função de proteger a fundação do aterro evitando a contaminação do subsolo e aquíferos pela infiltração de percolato (D'Almeida e Vilhena, 2010). A pontuação máxima para este subitem, com valor cinco, ocorre quando o manto de solo for homogêneo de 3,0m de espessura com coeficiente de permeabilidade (K) maior que  $1,0 \times 10^{-6} \text{ cm.s}^{-1}$ . Quando o solo não oferecer as condições citadas, a mesma pode ser complementada com a geomembrana sintética, para haver proteção equivalente (FARIA, 2002).
- Drenagem do chorume: A Norma NBR 13.896 de 1997, da ABNT, estabelece que um aterro sanitário deve ter sistema de drenagem de percolato. Segundo Faria (2002), o sistema de drenagem horizontal, como o do aterro, é dividido em faixas retangulares, composto de drenos primários que seguem para os drenos secundários. O espaçamento entre os drenos secundários devem ser de 30m, com ângulos de  $45^\circ$  a  $60^\circ$  com o dreno principal. Esses drenos principais seguem para um único ponto de coleta, que se dirige ao sistema de tratamento. A inclinação da tubulação deve estar entre 1% e 2%. Os tubos são preenchidos com pedra brita número três com diâmetro em torno do todo de 0,5m. A drenagem pode ser contemplada com peso cinco, sendo suficiente, se estiver nas conformidades de sua instalação, ou seja, se não houver extravasamento nos sistemas de tratamento e afloramento nas massas de lixo já cobertos. Caso o subitem seja mal projetado ou executado, o sistema de drenagem tem avaliação insuficiente e requer peso 1. Se não for encontrada nenhum tipo de drenagem o peso é zero.
- Drenagem definitiva de águas pluviais: A precipitação é a parcela mais importante na produção de chorume, o desvio das águas antes da entrada no corpo do aterro, diminui a produção de chorume (D'Almeida e Vilhena, 2010). Este subitem ganha peso quatro quando as canaletas são instaladas corretamente, nas células já desativadas, e a drenagem seja suficiente. Caso

haja má manutenção das canaletas o subitem adquire peso dois, e se não houver sistema de drenagem definitivo o peso é zero (CETESB, 2012).

- Drenagem provisória de águas pluviais: São usadas canaletas sem revestimento especial, as quais avançam junto com a evolução do aterro (D'Almeida e Vilhena, 2010). Segundo CETESB (2012), este subitem tem avaliação suficiente caso haja as canaletas provisórias e estas trabalhem de modo suficiente, assim o peso é dois. Caso as canaletas trabalhem de forma insuficiente o peso é 1, e se forem inexistentes o peso é zero.
- Trator de esteira ou compatível: Este equipamento é recomendado para a compactação do lixo e da camada de cobertura, por alcançar maior eficiência. Segundo Faria (2002), o trator esteira mais aconselhável é o tipo D6, por apresentar melhor compactação e um menor número de passadas. A permanência constante desse trator no aterro requer avaliação máxima de cinco pontos, a permanência periódica solicita peso dois, e a inexistência não tem peso.
- Outros equipamentos: Se houver outros equipamentos auxiliares na escavação e transporte do material para recobrimento e no espalhamento dos resíduos, como retroescavadeira e caminhão basculante, este subitem ganha pontuação com peso 1, caso forem inexistentes não tem pontuação (FARIA, 2002).
- Sistema de tratamento de chorume: Deve ser analisada a conveniência do método de tratamento escolhido, pelo volume e a carga poluidora. A avaliação considerada suficiente adquire peso máximo de cinco, e a inadequada ou inexistente, peso zero (SILVA e CUNHA, 2006).
- Acesso à frente de trabalho: A frente de trabalho é o local onde os resíduos são descarregados, depositados e compactados durante um determinado período de trabalho. O acesso a essa frente deve ser livre, sem nenhum tipo de obstrução durante todas as estações do ano (FARIA, 2002).
- Vigilantes: Para não haver descarga de resíduos impróprios, entrada de veículos e pessoas não autorizadas, a vigilância deve ser feita 24 horas por dia (SANTOS et al., 2012).
- Sistema de drenagem de gases: Segundo Faria (2002), a drenagem de gases é considerada suficiente, obtendo peso três, quando os drenos estiverem

construídos dentro das recomendações técnicas (de 30 a 50m). Se o espaçamento entre eles for superior a 50m a drenagem é avaliada como insuficiente, com peso um.

- Controle do recebimento de cargas: O controle deve ser realizado com o objetivo de assegurar e garantir que se recebam somente resíduos autorizados e compatíveis com as instalações do aterro e seu licenciamento (SILVA e CUNHA, 2006).
- Monitorização de águas subterrâneas: A Norma NBR 13.896 da ABNT de 1997, diz que o objetivo do monitoramento das águas subterrâneas é controlar e manter a qualidade destas, pelo menos nos mesmos patamares em que se encontravam antes da implantação do aterro, e requer no mínimo quatro poços de monitoramento. Segundo CETESB (2012), o monitoramento requer peso três, quando atender os quesitos da norma NBR 13.896 da ABNT de 1997. O peso um, caracteriza o monitoramento fora das especificações.
- Atendimento a estipulação de projeto: Neste subitem são avaliadas todas as obras e atividade previstas em projeto executivo (SILVA e CUNHA, 2006). Se estiverem de acordo com o projeto o peso é dois, se estiver parcialmente atendendo as estipulações o peso é um, e se não estiver dentro das conformidades do projeto o peso é zero (CETESB, 2012).

### 3.7.3 Condições Operacionais

As condições operacionais referem-se o último macro-conjunto dando origem ao subtotal 3, apresentado no Quadro 6, que segundo a CETESB (2012) engloba as seguintes variáveis: Aspecto geral, ocorrência de lixo descoberto, recobrimento do lixo, presença de urubus ou gaivotas, presença de moscas em grande quantidade, presença de catadores, criação de animais, descarga de resíduos de serviço de saúde, descarga de resíduos industriais, funcionamento da drenagem pluvial definitiva, funcionamento da drenagem pluvial provisória, funcionamento da drenagem de chorume, funcionamento do sistema de tratamento

de chorume, funcionamento do sistema de monitorização das águas subterrâneas, eficiência da equipe de vigilância e manutenção dos acessos internos.

<b>CONDIÇÕES OPERACIONAIS</b>		
<b>Subitem</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Peso</b>
Aspecto geral	Bom	4
	Ruim	0
Ocorrência de lixo descoberto	Não	4
	Sim	0
Recobrimento do lixo	Adequado	4
	Inadequado	1
	Inexistente	0
Presença de urubus ou gaivotas	Não	1
	Sim	0
Presença de moscas em grande quantidade	Não	2
	Sim	0
Presenças de catadores	Não	3
	Sim	0
Criação de Animais (porcos, bois, cachorro, etc.)	Não	3
	Sim	0
Descarga de resíduos de serviço de saúde	Não	3
	Sim	0
Descarga de resíduos industriais	Não/Adeq.	4
	Não/Inadeq.	0
Funcionamento da drenagem pluvial definitiva	Bom	2
	Regular	1
	Inexistente	0
Funcionamento da drenagem pluvial provisória	Bom	2
	Regular	1
	Inexistente	0
Funcionamento da drenagem de chorume	Bom	3
	Regular	2
	Inexistente	0
Funcionamento do sistema de tratamento de chorume	Bom	5
	Regular	2
	Inexistente	0
Funcionamento do sistema de monitorização das águas subterrâneas	Bom	2
	Regular	1
	Inexistente	0
Eficiência da equipe de vigilância	Boa	1
	Ruim	0
Manutenção dos acessos internos	Boa	2
	Regular	1
	Péssima	0
		Subitem 3

**Quadro 6 – Condições Operacionais, Índice de Qualidade de Aterro de Resíduo**  
 Fonte: CETESB, 2012.

- Aspecto geral: Visão geral se todos os itens analisados estão sendo cumprido, isso acarreta peso máximo de quatro, para avaliação boa. A avaliação ruim não tem peso (FARIA, 2002).

- Ocorrência de lixo Descoberto: Segundo a CETESB (2012), se não houver lixo descoberto o peso atingido é de quatro pontos, se houver é zero.
- Recobrimento do lixo: Após o término da jornada de trabalho, com a coleta terminada, os resíduos depositados devem receber uma cobertura de terra, de 15cm a 30cm, evitando a propagação de vetores, ratos, urubus, etc. Atendidas as recomendações este subitem é avaliado como adequado e julgado com peso quatro. Caso não atenda as recomendações é avaliado como inadequado e julgado com peso um, e se não houver recobrimento, o peso é zero (FARIA, 2002).
- Presença de urubu ou gaivota: A presença de Urubus ou gaivotas indicam a permanência de lixo exposto ao tempo, favorecendo a proliferação de vetores, mau odores e riscos à saúde humana (D’Almeida e Vilhena, 2010), Segundo Ferreira e Pfeiffer (2011), a ausência desses animais leva a atingir o peso um deste subitem, caso contrário o peso é zero.
- Presença de moscas em grande quantidade: É importante que o recobrimento do lixo seja feito de forma correta, evitando a procriação destes animais, que são uma ameaça para a saúde humana. Segundo Ferreira e Pfeiffer (2011), a presença de moscas faz com que a avaliação não atinja nenhum ponto, e a sua ausência atinja o peso dois.
- Presença de catadores: As condições de trabalho dos catadores são desordenadas e insalubres, vindo a prejudicar a saúde destes. Segundo Faria (2002), a existência de catadores reduz três pontos na avaliação.
- Criação de Animais: É comum encontrar a criação de animais dentro do aterro, essa pratica pode trazer riscos à saúde humana (SILVA e CUNHA, 2006). Se há a ocorrência de criação o peso deste subitem é zero, se não há o peso é três (CETESB, 2012).
- Descarga de resíduos de serviço de saúde: Os resíduos de serviço de saúde devem ter tratamento adequado para suas características, sendo tratados por processos tecnológicos adequados ou incinerados (FARIA, 2002). Segundo a CETESB (2012), se houver a presença deste tipo de resíduo este subitem não atinge peso, e se não houver o peso adquirido é de três.
- Descarga de resíduos industriais: Segundo Faria (2002), um aterro sanitário de resíduos urbanos não deve receber resíduos industriais, somente pode ser

recebido este tipo de material quando o acondicionamento seja adequado, não oferecendo risco à saúde humana e ao meio ambiente. A CETESB (2012) qualifica com peso quatro o acondicionamento adequado ou o não recebimento destes materiais, caso contrário o peso é zero.

- Funcionamento da drenagem pluvial definitiva: O sistema de Drenagem Definitiva deve levar os líquidos coletados a um único local, sem vazamentos e extravasamentos das calhas de coleta (SILVA e CUNHA, 2006). Segundo a CETESB (2012), o sistema de drenagem definitivo é avaliado com bom, tendo peso dois, quando nenhuma das características citadas acima for encontrada, regular caso alguma delas não seja atendida, com peso um, e inexistente se não houver o sistema de drenagem, tendo peso zero.
- Funcionamento da drenagem pluvial provisória: Segundo Silva e Cunha (2006), a drenagem pluvial provisória deve trabalhar juntamente com a definitiva. A obtenção de peso máximo (dois), esta ligada ao bom funcionamento desta drenagem, atendo a demanda, principalmente em épocas de chuva. Se a demanda não estiver sendo atendida, o peso obtido deve ser um, e se houver inexistência deste tipo de drenagem o peso é zero.
- Funcionamento da drenagem de chorume: A drenagem de chorume deve corresponder à demanda de percolado e a capacidade do aterro (SILVA e CUNHA, 2006). Se não houver afloramentos de chorume nas massas de lixo a pontuação pode chegar a três, se for observado afloramentos a pontuação cairá para dois. A pontuação é zero quando este tipo de sistema for inexistente (CETESB, 2012).
- Funcionamento do sistema de tratamento de chorume: O funcionamento desse sistema é realizado através da eficiência do tratamento que é utilizado. Se a eficiência for considerada boa, o peso adotado é de cinco, se for considerada regular o peso é dois e se for inexistente o peso é zero (FARIA, 2002).
- Funcionamento do sistema de monitorização das águas subterrâneas: A coleta de amostras para a monitorização das águas subterrâneas deve ser feita de 6 em 6 meses, e as características não devem ser diferentes das originais. Quando o sistema de monitorização for bom o peso adotado é de

dois, se regular o peso é um e se inexistente o peso é zero (SILVA e CUNHA, 2006).

- Eficiência da equipe de vigilância: Se a equipe de vigilância está atendendo corretamente as necessidades impostas pelo aterro à pontuação alcançada é um, caso contrário é zero (SANTOS et al., 2012).
- Manutenção dos acessos internos: Os acessos internos são os trechos por onde os caminhões, carros e máquinas transitam, e onde os caminhões passam para descarregar o lixo dentro do aterro. São construídas durante o período de cada etapa do aterro. Se a manutenção dessas vias estiver em boa condição o peso adquirido é dois, se a manutenção for regular o peso é um e se não houver manutenção o peso é zero (FARIA, 2002).

#### 3.7.4 Enquadramento das Instalações do Aterro

Segundo Obladen et al. (2009), o preenchimento do questionário do IQR permite alcançar uma nota, a partir da somatória dos pontos atribuídos a cada conjunto de variáveis, que enquadra as instalações de destinação final em inadequadas, controladas ou adequadas, definido pela expressão matemática mostrada a seguir:

$$\text{IQR} = (\text{Subtotal 1} + \text{Subtotal 2} + \text{Subtotal 3}) / 13$$

Onde:

- $0 < \text{IQR} < 6,0$  – Expressa condições inadequadas para o aterro sanitário;
- $6,0 < \text{IQR} < 8,0$  – Expressa condições controladas para o aterro sanitário;
- $8,0 < \text{IQR} < 10,0$  – Expressa condições adequadas para o aterro sanitário.

A classificação alcançada pelo IQR é de suma importância, pois criou uma padronização nas avaliações das condições ambientais das instalações, diminuindo o nível de subjetividade e possibilitando o estabelecimento de comparações de maior significância (FARIA, 2002).

### 3.8 ESTUDOS DE CASO

#### 3.8.1 Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Gerados no Município de Boa Esperança – PR

Santos (2004) buscou caracterizar e diagnosticar o sistema de limpeza pública, as atividades de coleta, acondicionamento, transporte e disposição final dos resíduos no município de Boa Esperança – PR. Este diagnóstico foi realizado através de levantamentos bibliográficos, pela determinação da produção per capita e composição gravimétrica de resíduos gerados no município.

A geração de resíduos na cidade é em média de  $1.802 \text{ kg.dia}^{-1}$ , representando uma produção per capita de  $0,698 \text{ kg.dia}^{-1}$ , estando abaixo da média nacional e regional que respectivamente são de  $1,35 \text{ kg.(hab.dia)}^{-1}$  e  $0,79 \text{ kg.(hab.dia)}^{-1}$ .

Foram encontrados problemas no acondicionamento dos resíduos nas residências e no transporte público. A realidade municipal obtida através do diagnóstico de resíduos, fez com que este trabalho demonstrasse a necessidade de um programa de coleta seletiva e um processo de educação ambiental, onde houvesse a conscientização da população com relação à sua responsabilidade em exercer ações em relação aos resíduos por ela gerados.

#### 3.8.2 Avaliação da Área de Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos de Anápolis: Um Estudo de Caso

Ferreira e Pfeiffer (2001) buscaram avaliar a adequação do atual local de disposição final de resíduos sólidos utilizado pelo município de Anápolis. Essa avaliação em primeira etapa foi realizada através de consultas a trabalhos técnicos, legislação pertinente, normas da ABNT, além de publicações da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) e dados do IBGE. Na segunda etapa foram feitos levantamentos relacionados ao aterro de Anápolis, consultando o

Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos do município, e fazendo visitas a campo, com vistorias fotografadas.

O aterro sanitário recebe diariamente 280 t/dia de resíduos sólidos urbanos, que são dispostos juntamente com os resíduos industriais classe II (não-perigosos), onde as indústrias devem possuir autorização, licenciamento e ficha de caracterização dos resíduos, e ainda é cobrada uma taxa de R\$ 34,59 por tonelada. 50 a 60 t.dia<sup>-1</sup> de resíduos de construção civil, com taxa de R\$ 12,19 por tonelada, que são dispostos em um local separado e utilizados na cobertura da célula de resíduos urbanos. E por fim 2 a 3 t.dia<sup>-1</sup> de resíduos de serviço de saúde das classes A e E, dispostos em valas sépticas, onde sua cobertura é móvel para evitar acúmulo de água pluvial, já que a mesma é desprovida de drenos.

Apesar de alguns problemas como chorume aflorando, poços de monitoramento não adequados, catadores e animais dentro do aterro, medidas estão sendo tomadas para que se melhore as condições do aterro. Também para ajudar a reduzir os resíduos a serem dispostos no aterro esta sendo implantada coleta seletiva, que também possui caráter social que é de retirar cerca de 60 catadores do aterro e recoloca-los em local de trabalho adequado. Com a adoção de medidas corretivas e preventivas a manifestação de problemas de cunho ambiental e social serão minimizados.

### 3.8.3 Avaliação e Diagnóstico do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Cianorte, Estado do Paraná, Brasil.

Albertin et al. (2010) objetivaram avaliar o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos de Cianorte – Pr.

Foram avaliados o histórico do gerenciamento da cidade, a caracterização gravimétrica do resíduos, a coleta domiciliar e limpeza urbana, a coleta seletiva, resíduos de construção e demolição, resíduos sólidos de serviço de saúde, disposição dos resíduos sólidos domiciliares e comerciais, onde foi utilizado o Índice que qualidade de Aterro de Resíduos (IQR).

Os resultados mostraram que o gerenciamento tem sido realizado adequadamente. A coleta domiciliar e a limpeza urbana, atende a 100% dos

domicílios, incluindo os distritos urbanos. A coleta seletiva atende todos os domicílios, porém há necessidade de incentivar a participação da população. E os geradores dos resíduos sólidos de serviços saúde estão atendendo os requisitos legais da ANVISA e CONAMA.

No que diz respeito a disposição final, os resíduos coletados estão sendo encaminhados para um Aterro Sanitário, que é considerado um dos melhores da região, pois atende os requisitos técnicos de engenharia, e os requisitos legais e ambientais. Este aterro é gerenciado e operado pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), seu IQR é de 8,38, índice este que o qualifica com um dos melhores aterros do Brasil.

Porém falta a implantação de um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de construção Civil.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Neste tópico serão apresentadas informações a respeito do material e métodos, onde é caracterizada a área de estudo deste Trabalho de Conclusão de Curso e, além disso, são explicados os procedimentos para obtenção dos dados necessários para avaliar a atual área de disposição de resíduos sólidos urbanos.

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Paranavaí está localizado na região Noroeste do estado do Paraná (Figura 10), possuindo toda sua extensão territorial no Terceiro Planalto, o qual é constituído por derrames basálticos (MUZILLI et al., 1990).



**Figura 10 – Localização da Mesorregião Noroeste no Estado do Paraná**  
**Fonte: IPARDES, 2004.**

Segundo Fernandes (1992), o Terceiro Planalto está inserido na Formação Rio Paraná do Grupo Caiuá, constituindo a unidade basal de uma bacia de sedimentação denominada de Bacia Bauru, que tem relevo suave e baixa declividade.

A cobertura vegetal nativa do Noroeste é constituída por florestas tropicais, na região de Paranavaí mais especificamente por Floresta Estacional Semidecidual. Essa formação determinou a ocorrência de teores de matéria orgânica no perfil da camada arável dos solos, assegurando uma boa fertilidade aparente, porém após o desmatamento e uso intensivo, os solos tornaram-se empobrecidos em curto prazo, por possuírem baixa reserva mineral e serem oriundos de material geológico pobre e com grande vulnerabilidade quanto à erosão hídrica (MUZILLI, et al., 1990).

A formação Arenito Caiuá associado ao clima tem características frágeis, com restrições agrícolas, pela suscetibilidade à erosão hídrica e baixa fertilidade, e este tipo de solo está amplamente relacionado com processos de degradação, principalmente na região noroeste do Paraná (FONSECA e CZUY, 2005).

O clima predominante em todo Noroeste do Paraná é o clima subtropical úmido mesotérmico (Cfa) segundo Goetzke (1990), tendo verões quentes, com temperatura média superior a 22°C e tendência à concentração de chuvas, e invernos com temperatura médias inferior a 18° C, geadas pouco frequentes e sem estação seca definida. A umidade relativa do ar varia de acordo com as diferentes estações do ano, sendo fevereiro o mês com maior umidade e agosto o mês mais seco. O mês de agosto também é o mês onde ocorrem menores precipitações e dezembro onde ocorrem as maiores.

Segundo o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES, 2013), a cidade de Paranavaí, destacada na Figura 11, possui área territorial de 1.202,150 Km<sup>2</sup>, com um total de ocupantes de aproximadamente 81.590 habitantes, total este, que se subdivide em 77.731 habitantes na área urbana e 3.859 na área rural (IBGE, 2010a).



**Figura 11 – Localização de Paranavaí na Mesorregião Noroeste no Estado do Paraná**  
**Fonte: Adaptado, IPARDES, 2004.**

Está localizada a uma altitude de 503m e entre as coordenadas, Latitude 23° 04'23"S e Longitude 52°27'55"W. Faz limite ao Oeste com Terra Rica, ao Leste com São João do Caiuá, ao Sul com Nova Aliança do Ivaí e ao Norte com o estado de São Paulo (IPARDES, 2013).

#### 4.2 COLETA DE DADOS

A pesquisa foi realizada em quatro fases. Na primeira fase foram realizados os estudos para fundamentação teórica das principais questões referentes aos resíduos sólidos, seu gerenciamento, coleta e destinação final. Este estudo teve como base fontes bibliográficas de domínio público e foram desenvolvidas através de consultas a artigos, dissertações, livros, revistas, legislação, normas técnicas e resoluções.

Na segunda fase foram realizadas visitas à Secretaria do Meio Ambiente, a empresa Transresíduos e ao Aterro Sanitário de Paranavaí. As visitas à Secretaria

foram realizadas com o intuito de coletar informações para o levantamento histórico das antigas áreas de destinação final dos resíduos, licença de operação, relatórios de manutenção do aterro, e dados técnicos, como o Projeto Técnico do Aterro e o memorial do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos, tudo isso para a avaliação do IQR.

Atualmente a coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos urbanos de Paranaíba são de responsabilidade da empresa Transresíduos. Para obtenção de dados referentes à quantidade de funcionários, maquinários utilizados e rotina de trabalho, para a realização do diagnóstico desses serviços, informações estas concedidas por Ronaldo Majeovski<sup>1</sup>

A operação do Aterro Sanitário também é de responsabilidade da empresa Transresíduos, e possui um responsável técnico para sua manutenção. As visitas foram realizadas com o intuito de coletar dados para o diagnóstico do aterro e avaliação do IQR, que possui mais de 40 itens a serem estudados. Os dados foram levantados por meio de fotografias referentes aos itens do IQR e entrevista com o responsável técnico.

Na terceira fase, depois de coletados os dados, foram realizados estudos para a avaliação do IQR e diagnóstico da situação atual do aterro. Os resultados obtidos foram dispostos em tabela, formando três subconjuntos. Foram atribuídos pontos a cada um deles, permitindo alcançar uma nota a partir da sua somatória. O resultado da somatória mostra qual a pontuação atual do aterro em função do diagnóstico.

Também para obtenção dos resultados, foi realizado o georreferenciamento do aterro, apontando as distâncias entre o mesmo e os núcleos habitacionais e curso hídrico. O Programa utilizado foi o Quantum GIS (2012), da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Através de uma imagem do Google Earth (2010), foi utilizado o Open Layers Plugin 1.1.0, criado por Sourcepole, para que as distâncias pudessem ser calculadas.

Posteriormente, na quarta fase, foram propostas adequações para os itens avaliados como insatisfeitos.

---

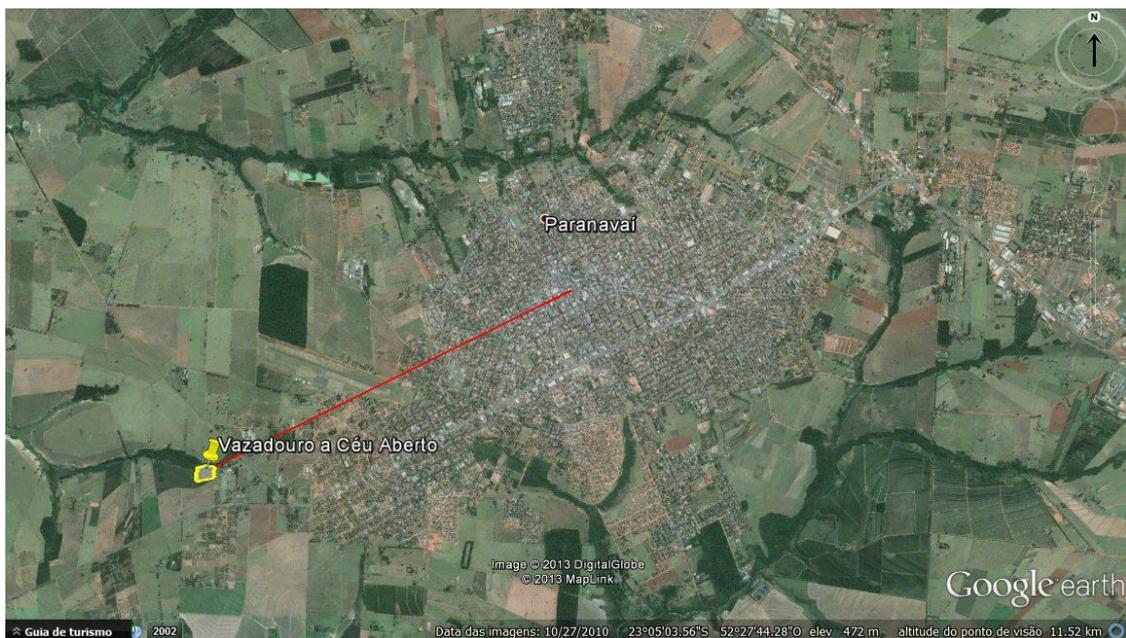
<sup>1</sup> Comunicação Pessoal com Ronaldo Majeovski, da empresa Transresíduos, Paranaíba – PR, em 29/06/2013.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tópico a seguir apresenta todos os resultados obtidos no trabalho, na qual mostrada a antiga área de disposição final de resíduos sólidos urbanos, é feito o diagnóstico dos serviços de coleta, transporte e destinação dos resíduos e o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos, enquadrando o aterro de Paranavaí com adequado ou inadequado.

### 5.1 BREVE HISTÓRICO DA ANTIGA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Até o ano de 2003, os resíduos sólidos do município de Paranavaí eram depositados em um vazadouro a céu aberto (lixão), que se localizava na margem esquerda de um córrego afluente do Ribeirão Paranavaí, com moradores locados nas suas proximidades. Este antigo vazadouro encontra-se a aproximadamente 4,5 km do centro do município, como mostrado na Figura 12.



**Figura 12 – Localização da antiga área de disposição de resíduos sólidos do Município de Paranavaí**

Fonte: Google Earth, 2010 (adaptado).

Era bastante frequentado por catadores e fácil acesso para animais domésticos, não possuía nenhum mecanismo de proteção ao meio ambiente, como mostram as Figuras 13 e 14.



**Figura 13 – Vazadouro a céu aberto no município de Paranaíba com animais domésticos na área.**

Fonte: CORTEZ et al., (2003).



**Figura 14 – Vazadouro a céu aberto no município de Paranaíba**

Fonte: CORTEZ et al., (2003).

Segundo Cortez et al. (2003), no Projeto Executivo em muitos locais desta área ocorria erosão, carregando o lixo e a cobertura de terra para dentro da calha do córrego. Por ser uma área de voçoroca, foi cedida ao município para o depósito do lixo. Esse lixo era depositado dentro da voçoroca, e após o preenchimento da mesma começaram a ser escavadas valas para a disposição. Eram observados chorume e produção de gases na massa de lixo.

Após ser inaugurado do aterro sanitário, no ano de 2003, o antigo local foi desativado e aterrado, foram construídos terraços e plantadas gramíneas. A prefeitura juntamente com o proprietário da área fez um acordo de que não seria realizado nenhum tipo de atividade agropecuária no local.

Por ser uma área privada e o lixão ter sido desativada à 10 anos, a coleta de informações foi dificultada.

## 5.2 DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE COLETA, TRANSPORTE E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Os serviços de coleta, transporte e destinação dos resíduos sólidos urbanos são fundamentais para que o gerenciamento integrado destes resíduos ocorra de maneira adequada. Neste tópico são apresentadas as informações referentes ao município de Paranaíba. Todo o serviço de limpeza pública do município é realizado por uma empresa terceirizada, e está concentrado na limpeza das vias urbanas e na coleta e transporte de resíduos sólidos domésticos e comerciais.

### 5.2.1 Limpeza das Vias Urbanas

Os resíduos sólidos de limpeza das vias públicas são provenientes de varrição de vias e logradouros públicos, roçadas, limpeza de feiras livres, etc. Esse serviço é realizado diariamente na área central da cidade e duas vezes por mês alternadamente nos bairros, conforme a necessidade e a realização das feiras livres.

Os resíduos são acondicionados em sacos plásticos e colocados em locais previamente definidos para a coleta.

São necessários 32 funcionários nos encargos de varrição, roçada e limpezas. Três funcionários trabalham na coleta dos resíduos de varrição, roçada e limpeza de vias públicas, e um motorista que também é fiscal de todo o serviço realizado.

Os equipamentos usados na varrição e limpeza de feiras livres são carrinhos-de-mão “lutocar” com sacos plásticos, vassouras e pás grandes para a coleta do material. Na roçada são utilizadas uma roçadeira mecânica articulada, acoplada a um trator, cinco roçadeiras portáteis, para operação em áreas restritas, garfos, pás e carrinhos de mão para o acondicionamento dos resíduos em sacos plásticos. A coleta dos sacos plásticos com os resíduos é realizada com um caminhão baú da marca Volkswagen ano 2005, e são destinados para o Aterro Sanitário.

### 5.2.2 Coleta e Transporte dos Resíduos Sólidos Urbanos

A implantação de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, de forma ambientalmente correta iniciou no ano de 2003, com o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e a Construção do Aterro Sanitário. O serviço de coleta é realizado por uma empresa terceirizada, a mesma dos serviços de limpeza das vias públicas, atingindo cerca de 90% da população urbana, evitando a proliferação de moscas, baratas, urubus e outros animais nocivos à saúde humana.

São quatro equipes de coleta, com quatro coletores e um motorista fiscal em cada equipe, em quatro caminhões compactador com capacidade para coleta de 15m<sup>3</sup> de lixo. Na região central a coleta é realizada diariamente e no restante dos bairros com uma frequência de três vezes intercaladas por semana, conforme mostra a Figura 15. Os resíduos são coletados sem separação por parte dos catadores, somente com a triagem que os moradores fazem em suas residências.

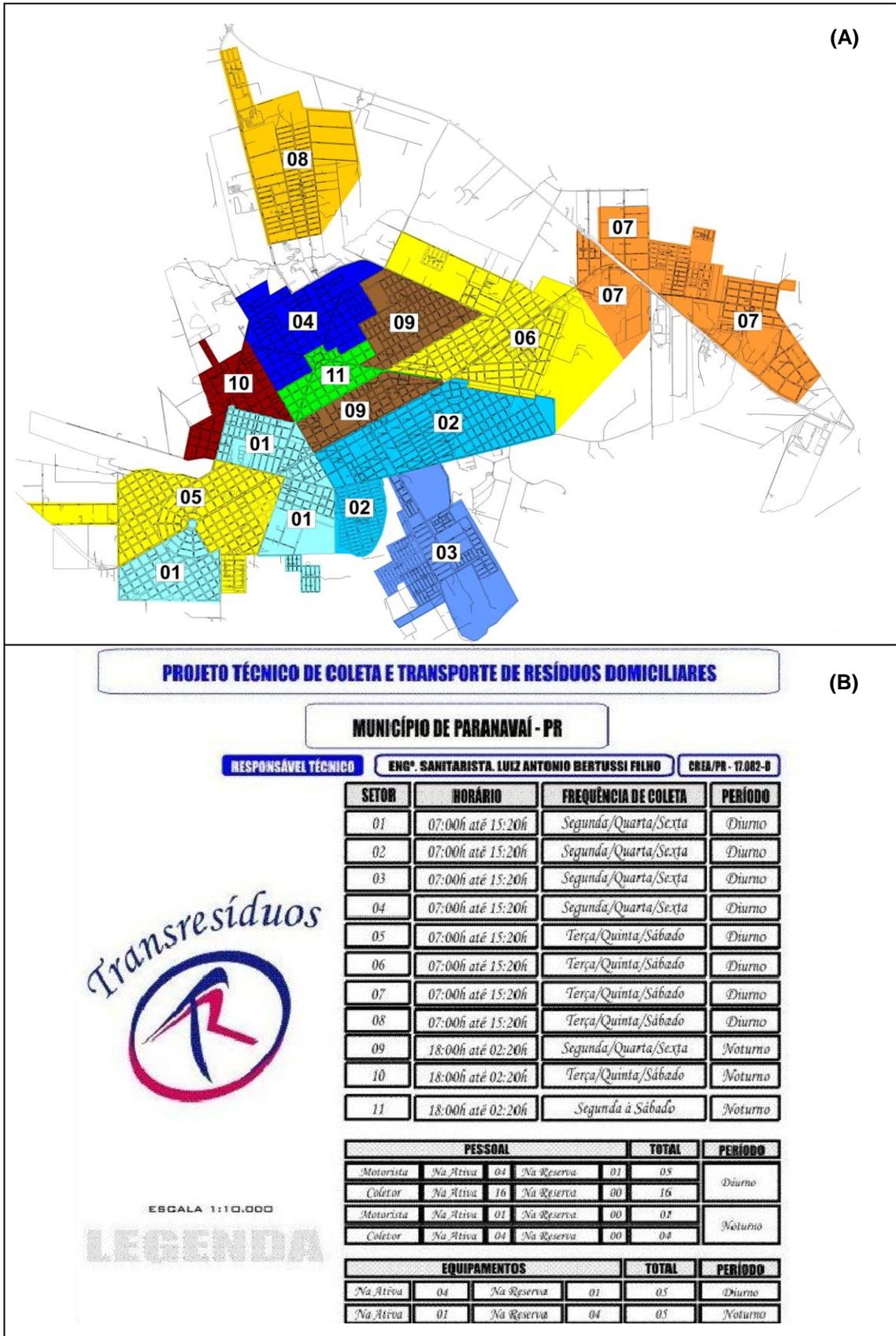


Figura 15 – (A) Mapa de Coleta de Resíduos Sólidos do Município de Paranaíba; (B) Legenda do Mapa de Coleta  
 Fonte: Adaptado, BELIZIO e BELIGIO, (2012).

Depois da coleta, os resíduos são transportados para o Aterro Sanitário, que recebe resíduos vindos do município de Paranavaí, dos povoados de Piracema e Mandiocaba e dos distritos de Sumaré, Graciosa e Deputado José Afonso (Quatro Marcos). À noite e aos domingos é feita vigilância por uma empresa privada, disponibilizando um funcionário durante a semana e outros dois revezando no domingo.

O Aterro conta com um centro administrativo de 60m<sup>2</sup>, possuindo cozinha, sala, refeitório e sanitários. Também há uma guarita onde trabalha o controlador de pesagem, que é o único funcionário da Prefeitura Municipal.

No sistema operacional do aterro são utilizados:

- Balança digital: para o controle da quantidade de resíduos que chega ao aterro;
- Trator esteira: tem a finalidade de manusear e compactar os resíduos, além do espalhamento de solo e de realizar a cobertura, melhoria de acessos, desencalhe de caminhões, arraste de materiais e outros serviços;
- Retroescavadeira: sua principal função é realizar a abertura das novas células e de drenos de águas pluviais e líquidos percolados;
- Caminhão basculante: com capacidade para 10m<sup>3</sup>, tem como função principal o transporte da terra e materiais para frente de operação do aterro.

Para a realização de todos os serviços operacionais são necessário 3 funcionários operadores de máquinas, que são terceirados pela empresa responsável do aterro.

Para a manutenção de drenagem, roçada, limpeza, entre outros, são necessários mais 3 funcionários. Também é necessário que haja um chefe para controlar toda a operação e manutenção. Todos esses são funcionários da empresa responsável do aterro, e todos os materiais necessários para seus serviços são disponibilizados por ela.

## 5.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS – IQR

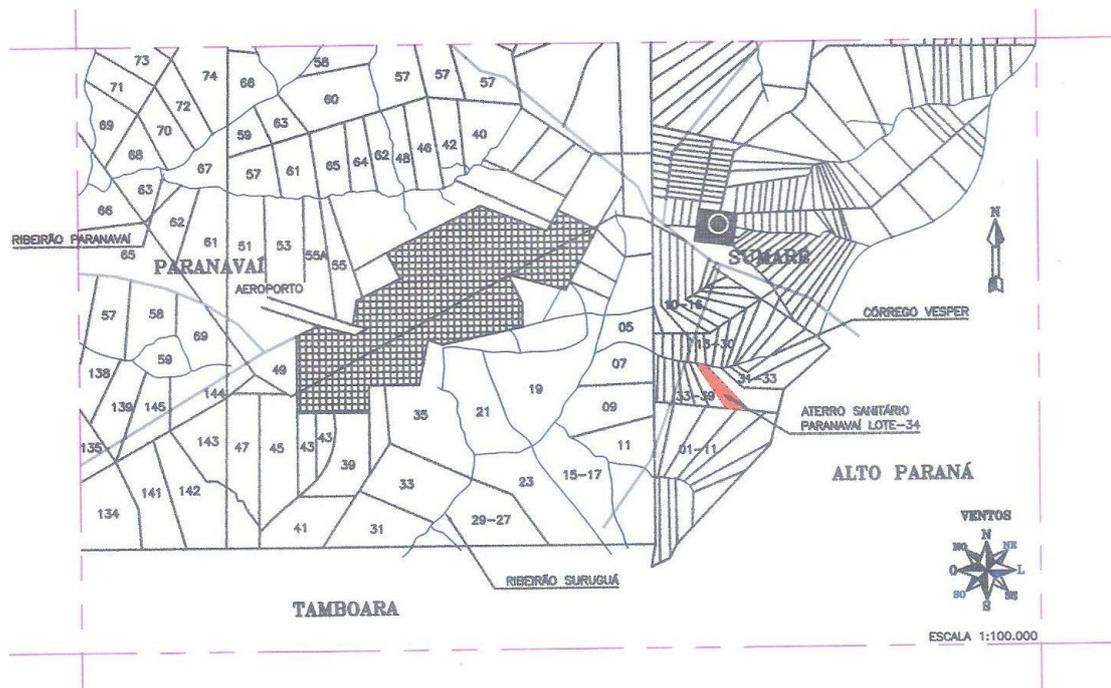
### 5.3.1 Caracterização do Aterro Sanitário

A área escolhida para a implantação do aterro sanitário, com 120.672,20 m<sup>2</sup>, era utilizada para fins agrícolas, conforme pode ser observado na Figura 16.



**Figura 16 – Áreas do Aterro com Características Agrícolas Antes da Construção (A) e (B)**  
Fonte: CORTEZ et al., (2003).

Construído em parceria entre a Prefeitura de Paranavaí e o Governo do Estado do Paraná, com início do seu funcionamento em 2003, situa-se no lote 34 da Gleba Patrimônio do Sumaré (Figura 17), distante 11 km do centro da cidade. O acesso pode ser feito através da rodovia PR-158 até o km 112,5, confluência com uma estrada não pavimentada, que se encontra à direita desta rodovia, percorrendo 800 m até a entrada do aterro.



**Figura 17 – Localização do Aterro Sanitário**  
**Fonte: CORTEZ et al., (2003).**

O Aterro funciona de segunda-feira a sábado das 08h00min da manhã às 23h50min, recebe aproximadamente 90 toneladas de resíduos por dia, que são pesados pela balança eletrônica toda vez que chegam transportados pelos caminhões compactadores. Em seu terreno são encontradas as lagoas de tratamento de percolado (chorume), as células de lixo e o prédio da administração, como mostra a Figura 18.



**Figura 18 – Aterro Sanitário de Paranavaí.**  
**Fonte: Imagem Google Earth, 2010. Adaptado.**

O Aterro é dotado de células impermeabilizadas com uma camada de 20 cm de solo, geomembrana e mais uma camada de solo de 20 cm, onde são dispostos resíduos domésticos e comerciais.

Os resíduos depositados na célula são cobertos com solo, de forma a não ficar expostos e assim não haver “catação” e atração de vetores. Para diminuir o volume de lixo, ele é espalhado e é feita a compactação com o trator esteira, realizada de baixo para cima, dando de três a seis passadas sobre os resíduos, para obter o melhor resultado.

A altura da célula é de 4 m, quando os resíduos chegam a esta altura é feita a cobertura com uma camada de 60 cm de solo proveniente da própria escavação das células seguintes. A escavação é feita com a retroescavadeira e o transporte do material com um caminhão basculante. Depois da célula completa e desativada é feito o plantio de grama, e posteriormente de mudas de árvores de médio e grande porte.

O percolato (chorume) produzido é coletado através de drenos e escoado até as lagoas de tratamento através de tubos de PVC. Os drenos estão instalados na parte inferior das células, na camada de solo compactado, todo o líquido percolato é direcionado para a base do aterro e em seguida para as caixas de

coleta, cujo destino final é a estação de tratamento. O sistema de drenos é constituído por dois tipos, o dreno principal, que recebe todo percolado de uma determinada área e o encaminha para as caixas de passagem e posteriormente para o sistema de tratamento. E os drenos secundários que recebem o percolado de pequenas áreas e o leva para o dreno principal

A estação de tratamento do percolado é constituída por quatro lagoas: lagoa anaeróbia, lagoa facultativa, lagoa de polimento e lagoa de infiltração.

O tratamento dos gases é o mais comumente usado, ocorre pela implantação de drenos, que são instalados em intervalos de 30m. Na extremidade superior de cada dreno são colocados queimadores tipo *flare* para efetivar a combustão dos gases.

### 5.3.2 Características do Local

- Capacidade de Suporte do solo: Segundo o Cortez et al. (2003) na região do Aterro os solos estão desenvolvidos sobre o arenito da Formação Caiuá, uma formação geológica com solos profundos, arenosos, argilosos e com textura de areia de granulometria média a fina. Foram realizadas duas sondagens, em cada ponto de um total de oito pontos, resultando em uma média de tensão admissível do solo de  $0,98 \sigma_S$ , caracterizando um solo com suporte fraco. Solos assim podem provocar recalque em suas instalações ao longo do tempo, o que atualmente não se percebe no aterro de Paranavaí, que já possui 10 anos de operação. Mesmo assim a pontuação deste item é zero, pois deve haver o monitoramento dessa capacidade.
- Proximidade de núcleos habitacionais e proximidade de corpos d'água: Os núcleos habitacionais se encontram localizados a mais de 2.000m de distância do aterro, atingindo pontuação máxima de cinco. Já o corpo hídrico se encontra a menos de 200m, não conseguindo alcançar pontuação. Essas distâncias podem ser verificadas na Figura 19.



Figura 19 – Mapa de distâncias dos núcleos populacionais e corpos hídricos do Aterro Sanitário de Paranavaí.

Fonte: Imagem Google Earth, Sistema de Projeção: Geografy Cordenat Sistem WGS84

- Profundidade do lençol freático: Segundo o Cortez et al. (2003), foram realizadas oito perfurações verticais com profundidade de 10,45 metros, a Tabela 1 a seguir, mostra o alcance ou não do lençol freático de acordo com cada profundidade.

Tabela 1 - Profundidade do Lençol Freático

Sondagem	Altitude da Cota (m)	Profundidade (m)	Nível do Lençol Freático (m)
1	49,91	10,45	Não Encontrado
2	49,48	10,45	Não Encontrado
3	48,90	10,45	Não Encontrado
4	48,34	10,45	Não Encontrado
5	47,35	10,45	Não Encontrado
6	46,68	10,45	Não Encontrado
7	38,90	10,45	Aos 8,00 metros
8	19,00	10,45	Não Encontrado

Fonte CORTEZ el al., (2003).

De acordo com os dados encontrados na sondagem o lençol freático se encontra acima de 10,45 m de profundidade em somente uma cota. A profundidade do lençol ganha peso 4, pois a distância entre a base do aterro e a cota máxima do aquífero foi superior a 3m.

- Permeabilidade do solo: Também foram feitas oito perfurações, e foram analisados os coeficientes de permeabilidade vertical e horizontal (Tabela 2).

**Tabela 2 – Permeabilidade do Solo**

Sondagem	Permeabilidade Vertical (K-cm.s <sup>-1</sup> )	Permeabilidade Horizontal (K- cm.s <sup>-1</sup> )
1	2,61 x 10 <sup>-6</sup>	Não foi possível fazer a leitura
2	4,78 x 10 <sup>-6</sup>	3,43 x 10 <sup>-4</sup>
3	1,01 x 10 <sup>-5</sup>	3,30 x 10 <sup>-5</sup>
4	1,12 x 10 <sup>-5</sup>	Não foi possível fazer a leitura
5	2,78 x 10 <sup>-5</sup>	Não foi possível fazer a leitura
6	2,38 x 10 <sup>-5</sup>	Não foi possível fazer a leitura
7	2,48 x 10 <sup>-5</sup>	Não foi possível fazer a leitura
8	3,39 x 10 <sup>-6</sup>	1,10 x 10 <sup>-5</sup>

Fonte: CORTEZ et al, (2003).

Com os dados obtidos nas sondagens foram constatadas as médias de permeabilidade vertical de  $1,35 \times 10^{-5}$  cm.s<sup>-1</sup> e permeabilidade horizontal de  $1,29 \times 10^{-4}$  cm.s<sup>-1</sup>. A avaliação deste item é de permeabilidade média, onde o coeficiente está entre  $10^{-6}$  e  $10^{-4}$  cm.s<sup>-1</sup>, recebendo peso 2.

- Disponibilidade de material para recobrimento: A disponibilidade de material para recobrimento é suficiente, sendo atribuído peso 4, visto que o aterro ainda possui espaço para novas células e este material vem de suas escavações. A Figura 20 mostra uma nova célula sendo escavada, e ainda havendo disponibilidade de solo.



**Figura 20 - Disponibilidade de Material para Recobrimento com Escavação de nova Célula.**

**Fonte: Própria autoria.**

- **Qualidade do material para recobrimento:** Para uma boa qualidade o material deve ter aproximadamente 50% de areia, 25% de silte e 25% de argila, como já citado anteriormente. Segundo o Cortez et al. (2003), a composição granulométrica dos sedimentos do aterro é de 33,16% argila, 62,92% areia fina e 3,92% de areia média, não possuindo silte. Com essas características o material para recobrimento torna-se ruim, recebendo peso 0.
- **Condições do sistema viário-trânsito-acesso:** Do ponto final da coleta até o aterro são percorridos 4,50 km na BR-376, uma estrada com manutenções frequentes e boas condições de tráfego, e mais 2 km da PR-158 até o km 112,5. Uma estrada em boas condições de uso e com pouco tráfego. Ao chegar a uma confluência com uma estrada não pavimentada, são necessários mais 800m até a entrada do aterro. Apesar de não ser pavimentada a estrada encontra-se em bom estado, sofrendo eventuais manutenções do próprio aterro. Sendo assim o peso recebido neste subitem é de três.

- Isolamento Visual da Área: O isolamento visual da área é feito com espécies arbóreas de Eucalipto, *Eucalyptus* spp. e o Sansão do Campo, *Mimosa caesalpinifolia* Benth, tendo avaliação boa, com peso quatro, como mostra a Figura 21.



**Figura 21 – Isolamento Visual do Aterro Sanitário de Paranavaí.  
Fonte: Autoria Própria.**

- Legalização da localização: O Aterro Sanitário de Paranavaí possui licença de operação, constante no Anexo A, sobre o nº 11.521, com protocolo nº 79366439 e validade até 23 de abril de 2016. Contendo esta licença este subitem ganha peso cinco.

### 5.3.3 Infraestrutura Implantada

- Cercamento da área: O aterro possui cerca com arame farpado ao redor de todo o seu perímetro, embora não impeça a entrada de animais de médio porte como cachorros. Com a presença da cerca, como mostra a Figura 22, este subitem atinge peso máximo de dois pontos.



**Figura 22 – Cerca de Arame Farpado do Aterro Sanitário de Paranaíba.**  
**Fonte: Autoria Própria.**

- Portaria/guarita: A guarita (Figura 23) conta com vigilância de 24 horas por dia. O subitem recebe peso dois, por estar de acordo com o IQR.



**Figura 23 – Portaria/Guarita do Aterro Sanitário de Paranaíba.**  
**Fonte: Autoria Própria.**

- Impermeabilização de base do Aterro: Segundo Cortez et al. (2003) é necessário que se faça a impermeabilização da base das células de lixo, já

que o solo possui permeabilidade média. O material usado para a impermeabilização é a geomembrana PEAD ou PVC de 1mm ao longo de toda a base das trincheiras, sendo assim o subitem recebe peso cinco, por conter impermeabilização.

- Drenagem de chorume: O sistema de drenagem, segundo Cortez et al. (2003), é constituído de dois tipos de drenos, principal e secundário. Eles são em seções retangulares, escavados na parte inferior das células, envoltos 0,4m de pedra brita número três, e com declividade de 1,0%. Sua instalação é considerada suficiente, pois está de acordo com as normas e não apresenta afloramentos nas massas de lixo, como mostra a Figura 24. O peso atribuído a este subitem é cinco.



**Figura 24 – Massa de lixo sem afloramento de chorume do Aterro Sanitário de Paranaíba.**  
Fonte: Autoria Própria.

- Drenagem definitiva de águas pluviais: O sistema de drenagem definitiva de águas pluviais se encontra em toda a célula desativada (Figura 25), provido de canaletas de concreto, que seguem os terraços, com manutenções frequentes. Assim o peso alcançado neste subitem é quatro.



**Figura 25 – Sistema de Drenagem Definitiva do Chorume do Aterro Sanitário de Paranaváí.**  
**Fonte: Autoria Própria.**

- Drenagem provisória de águas pluviais: Não foram encontradas canaletas escavadas, apenas os caminhos que a água pluvial faz ao escorrer no terreno, como pode ser visualizado na Figura 26. Mesmo com esta condição não foram encontradas poças de água nas massas de lixo, fazendo com que este subitem seja insuficiente, alcançando o peso um.



**Figura 26 – Área da célula em operação afetada por drenagem ineficiente de águas pluviais**

**Fonte: Autoria Própria.**

- Trator de esteira ou compatível: O aterro é dotado de um trator esteira do tipo D6 (Figura 27) que permanece no local. Este trator é o mais recomendado, pois a compactação do lixo ocorre com um menor número de passadas. Sendo assim a avaliação adquirida para este subitem é permanente com peso cinco.



**Figura 27 – Trator esteira modelo D6 que permanece no Aterro Sanitário de Paranaíba.**

**Fonte: Autoria Própria.**

- Outros equipamentos: Além do trator esteira o aterro também conta com uma retroescavadeira, que ajuda a espalhar o lixo e retira a terra para a construção de novas células e recobrimento das células já existentes. Um caminhão basculante, que faz o carregamento de terra da escavação para o recobrimento. A Figura 28 mostra os equipamentos auxiliares, e com a presença destes o peso atingido por este subitem é um.



**Figura 28 - Equipamentos Auxiliares do Aterro Sanitário de Paranavaí. (A) Caminhão Basculante; (B) Retroescavadeira.**  
Fonte: Autoria Própria.

- Sistema de tratamento de chorume: Devido ao grande teor de matéria orgânica presente no chorume, as lagoas de estabilização são consideradas o principal processo de tratamento (D'Almeida e Vilhena, 2010). O aterro conta com quatro lagoas, uma anaeróbia, uma facultativa, uma de polimento e uma de infiltração, como mostra a Figura 29. A avaliação deste subitem é considerada suficiente, obtendo peso cinco.



**Figura 29 – Sistema de Tratamento do Aterro Sanitário de Paranavaí. (A) Lagoa Anaeróbia; (B) Lagoa Facultativa; (C) Lagoa de Polimento; (D) Lagoa de Infiltração.**  
 Fonte: Autoria Própria.

- Acesso à frente de trabalho: O acesso à frente de trabalho é bastante conservado, sofrendo manutenções constantes (Figura 30). A avaliação deste subitem é boa, atingindo pontuação máxima de três.



**Figura 30 - Acesso à Frente de Trabalho do Aterro Sanitário de Paranavaí. (A) Vista da Via de Acesso para o Talude; (B) Vista do Talude para a Via de Acesso.**  
 Fonte: Autoria Própria.

- Vigilantes: O aterro conta com uma equipe de vigilância composta por quatro funcionários, um da prefeitura durante a jornada de trabalho e os outros três durante a noite e aos domingos e feriados. Sendo assim o peso atingido por este subitem é um.
- Sistema de drenagem de gases: Os drenos de gases são instalados com distanciamentos entre si de 30m, com queimadores nas extremidades, para já haver o tratamento, como mostra a Figura 31, com os drenos destacados com círculos em vermelho. Este subitem atinge peso 3, sendo considerado suficiente, por estar instalado dentro dos intervalos recomendados por norma.



**Figura 31 – Drenos e queimadores de Gás do Aterro de Paranaíba.**  
**Fonte: Própria autoria.**

- Controle de recebimento de carga: O aterro conta com uma balança eletrônica de pesagem estática de veículos rodoviários da marca Digi-Tron (Figura 32), e um funcionário operador da balança, garantindo que o aterro somente receba resíduos autorizados na sua licença ambiental. Tendo o devido controle este subitem recebe peso dois.



**Figura 32 – Balança do Aterro Sanitário de Paranavaí. (A) Balança Pesando um Caminhão Prensa de Coleta de Lixo; (B) Visor da Balança.**  
 Fonte: Própria Autoria.

- Monitorização de águas subterrâneas: A monitorização das águas subterrâneas ocorre a cada seis meses e é feito somente em um poço, sem nenhuma identificação de localização, não atendendo a todas as especificações da norma e do projeto que prevê a construção de quatro poços. Por esses motivos a avaliação é considerada insuficiente, com peso um.
- Atendimento a estipulação de projeto: Este subitem recebe peso um, atendendo parcialmente as estipulações do projeto, pois em alguns subitens o projeto não é atendido de forma completa, como por exemplo, na ausência de três poços de monitoramento e na deficiência do sistema de drenagem provisória.

#### 5.3.4 Condições Operacionais

- Aspecto geral: De uma maneira geral o aterro sanitário de Paranavaí recebe boa avaliação, pois não são encontrados erros graves no sistema operacional e nem na manutenção. Sendo assim o peso atingido é quatro.

- Ocorrência de lixo descoberto: Somente foram encontrados resíduos descobertos na frente de trabalho. Sendo assim o subitem ganha peso quatro.
- Recobrimento do lixo: O recobrimento dos resíduos é considerado adequado, pois, ao atingir 4m (término da jornada de trabalho) é feita a cobertura com uma camada de 60 cm de solo. Por isso o subitem recebe peso quatro.
- Presença de urubus ou gaivotas: Com o lixo sendo recoberto adequadamente não há presença de urubus ou gaivotas, como mostra a Figura 33. Com a ausência desses animais a pontuação atingida é de um.



**Figura 33 – Visão Geral da Frente de Trabalho do Aterro Sanitário de Paranaíba Sem a Presença de Urubus ou Gaivotas.**  
**Fonte: Própria Autoria.**

- Presença de moscas em grande quantidade: Não foram encontradas grandes quantidades de moscas em grande quantidade, fazendo com que este subitem chegue ao peso dois.
- Presença de catadores: Com o cercamento e a boa vigilância, não foram encontrados catadores no local. O peso recebido é três.

- Criação de animais: Não há criação de animais. Os únicos animais encontrados no local são cachorros, que possivelmente adentram pelo espaçamento da cerca, que é um pouco grande. Sendo assim este subitem alcança o peso três.
- Descarga de resíduos de serviços de saúde: Não foram encontrados resíduos de serviços de saúde, estes são coletados por uma empresa terceirizada, que faz somente este tipo de serviço. O subitem recebe peso três pela ausência desses resíduos.
- Descarga de resíduos industriais: Não foram encontrados resíduos industriais no aterro, estes são de responsabilidade das empresas. O subitem atinge peso quatro pela ausência desse tipo de resíduo.
- Funcionamento da drenagem pluvial definitiva: As canaletas são de concreto e acompanham a declividade natural do terreno. Toda a água escoada é enviada para poços de acumulação e posteriormente para um poço de infiltração. Não foram encontrados extravasamentos nas canaletas e nos poços (Figura 34), sendo assim o funcionamento deste sistema é considerado bom, com peso dois.



Figura 34 – Sistema de Drenagem Definitiva do Aterro Sanitário de Paranavaí. (A) Canaletas de Coleta de Água; (B) Poço de Acumulação.

Fonte: Própria Autoria

- Funcionamento da drenagem pluvial provisória: A drenagem provisória não se encontra de acordo com o projeto executivo, porém seu funcionamento se encontra de forma regular, não sendo encontradas poças com acumulação de água pluvial. Por esse motivo o peso atingido é um.
- Funcionamento da drenagem de chorume: Este item recebe peso três, sendo considerado bom, pois não foram encontradas poças de chorume, ou afloramentos nas massas de lixo e solo das células. O funcionamento é contínuo, podendo ser observado na Figura 35, que mostra o poço de recebimento de chorume e encaminhamento deste para a primeira lagoa de tratamento, a lagoa anaeróbia.



Figura 35 – Drenagem de Chorume do Aterro Sanitário de Paranavaí. (A) Poço de Recebimento de Chorume; (B) Poço de Recebimento de Chorume com a Condução para a Lagoa de Tratamento.

Fonte: Própria Autoria

- Funcionamento do sistema de tratamento de chorume: No estado do Paraná, a eficiência de tratamento é verificada por meio de limites impostos nas licenças. Conforme apresentado no Anexo 2, verifica-se o atendimento às condições estabelecidas na licença ambiental de operação para a disposição dos efluentes (chorume). Desta forma a pontuação atingida neste subitem é cinco.

- Funcionamento do sistema de monitorização das águas subterrâneas: Segundo o Anexo 3, verifica-se o atendimento às condições estabelecidas na licença ambiental de operação para o estado das águas subterrâneas, porém o fato de ter somente um poço faz com que este subitem seja considerado regular, obtendo peso um.
- Eficiência da equipe de vigilância: Como já mencionado a vigilância do local é realizada 24 horas diárias. Durante o período de funcionamento o aterro conta com um vigilante que é funcionário da Prefeitura, que também opera a balança eletrônica. Durante a noite e no domingo a segurança é realizada por uma equipe privada, contando com um guarda noturno durante a semana, e dois guardas que se revezam aos domingos e feriados. Sendo assim este subitem adquire peso um, sendo considerado bom.
- Manutenção dos acessos internos: A avaliação deste subitem é boa, atingindo peso dois, pois as vias internas de acesso estão em boas condições, sofrendo regularmente manutenção, como mostra a Figura 36.



**Figura 36 – Vias de Acesso Interno do Aterro Sanitário de Paranaíba. (A) Via de Entrada ao Aterro; (B) Via para Descarregamento de Lixo; (C) Via ao Redor das Células Desativadas. Fonte: Autoria Própria**

### 5.3.5 Enquadramento das Condições Operacionais do Aterro Sanitário

A Tabela 3 a seguir mostra os pontos atribuídos aos Subitens do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos.

**Tabela 3 – Valores dos Subitens do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos** (Continua)

<b>CARACTERÍSTICAS DO LOCAL</b>		
<b>Subitem</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Peso</b>
Capacidade de suporte do solo	Inadequada	0
Proximidade de núcleos habitacionais	Longe > 500m	5
Proximidade dos corpos d'água	Próximo < 200m	0
Profundidade do lençol freático	> 3m	4
Permeabilidade do solo	Média	2
Disponibilidade de material para cobertura	Suficiente	4
Qualidade do material para recobrimento	Ruim	0
Condições do sistema viário, trânsito e acesso	Boas	3
Isolamento visual da vizinhança	Bom	4
Legalização da localização	Local Permitido	5
<b>Subtotal 1</b>		<b>27</b>
<b>INFRA-ESTRUTURA IMPLANTADA</b>		
<b>Subitem</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Peso</b>
Cercamento da área	Sim	2
Portaria/Guarita	Sim	2
Impermeabilização de base do aterro	Sim	5
Drenagem de chorume	Suficiente	5
Drenagem definitiva de águas pluviais	Suficiente	4
Drenagem provisória de águas pluviais	Insuficiente	1
Trator de esteira ou compatível	Permanente	5
Outros equipamentos, trânsito e acesso	Sim	1
Sistema de tratamento de chorume	Suficiente	5
Acesso à frente de trabalho	Bom	3
Vigilantes	Sim	1
Sistema de drenagem de gases	Suficiente	3
Controle de recebimento de cargas	Sim	2
Monitorização de águas subterrâneas	Insuficiente	2
Atendimento a estipulação de projeto	Parcialmente	1
<b>Subtotal 2</b>		<b>42</b>
<b>CONDIÇÕES OPERACIONAIS</b>		
<b>Subitem</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Peso</b>
Aspecto geral	Bom	4
Ocorrência de lixo descoberto	Não	4
Recobrimento do lixo	Adequado	4
Presença de urubus ou gaiivotas	Não	1
Presença de moscas em grande quantidade	Não	2
Presenças de catadores	Não	3
Criação de Animais (porcos, bois, cachorro, etc)	Não	3
Descarga de resíduos de serviço de saúde	Não	3
Descarga de resíduos industriais	Não/Adeq.	4
Funcionamento da drenagem pluvial definitiva	Bom	2
Funcionamento da drenagem pluvial provisória	Regular	1

**Tabela 4 – Valores dos Subitens do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (Conclusão)**

Funcionamento da drenagem de chorume	Bom	3
Funcionamento do sistema de tratamento de chorume	Bom	5
Funcionamento do sistema de monitorização das águas subterrâneas	Regular	1
Eficiência da equipe de vigilância	Boa	1
Manutenção dos acessos internos	Boa	2
	<b>Subtotal 3</b>	<b>43</b>

Segundo CETESB (2012), valores entre 0 e 6 são considerados condições inadequadas, entre 6 e 8 condições controladas e entre 8 e 10 condições adequadas para o aterro sanitário. Através da somatória dos pontos adquiridos a cada subconjunto de variáveis, a partir fórmula do cálculo do IQR, pode-se chegar a um valor final de 8,6, mostrando que as condições da área são adequadas. Isto revela que a área atende de forma sanitária a maioria dos itens do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos.

Deve ser destacado que alguns subitens obtiveram pontuação baixa, tais como: capacidade de suporte do solo, permeabilidade do solo, qualidade do material para recobrimento, instalação e funcionamento da drenagem provisória de água pluvial, instalação e funcionamento da monitorização de águas subterrâneas e atendimento as estipulações de projeto.

Municípios com portes semelhantes aos de Paranavaí também possuem valores de IQR semelhantes. Segundo a CETESB (2012), Itatiba - SP com 81.197 habitantes tem aterro sanitário com condições adequadas de trabalho, e valores de IQR de 9,6 nos últimos três anos. O Município de Valinhos – SP com 82.973 habitantes também apresenta valores de 9,6 nos últimos três anos. Isso aponta que o quanto antes for implantado maneiras sanitariamente adequadas de destinação final de resíduos, menos impactos serão causados ao ambiente e ao ser humano.

#### 5.4 PROPOSTAS DE MELHORIAS E ADEQUAÇÕES

A melhoria e adequação devem ser vistas como crescimento para o aterro e para a cidade de Paranavaí. Mesmo com boa avaliação no IQR o aterro ainda precisa se adequar para que sua avaliação melhore ainda mais.

A capacidade de suporte do solo deve ser monitorada com frequência, por isso recomenda-se que se instale o monitoramento geotécnico com controle de deslocamento vertical e horizontal, para boa avaliação do recalque que o solo pode vir a sofrer com o tempo.

Também é importante que se faça o monitoramento da pressão do biogás produzido e o controle do nível de percolado gerado, com medidor de vazão na sua descarga, para garantir que a drenagem e tratamento sejam eficientes.

O monitoramento da erosão e trincas que podem surgir nas células tanto já finalizadas quanto em operação são de suma importância para uma boa avaliação do aterro, por isso recomenda-se a implantação de um sistema de monitoramento periódico quanto a esses quesitos.

Com a baixa pontuação do item de distância dos corpos hídricos recomenda-se que para o próximo aterro a ser construído a área a ser escolhida seja distante no mínimo 200 metros de um curso d'água, para que não haja contaminação e desequilíbrio ambiental.

O cercamento atualmente utilizado no aterro não é eficiente quanto à entrada de animais de médio porte, por isso aconselha-se que no lugar de arame farpado seja utilizado alambrado. Este tipo de cerca também garante a proteção contra possíveis entradas de pessoas não autorizadas.

A drenagem provisória de águas pluviais também é um quesito a ser analisado, sua pontuação foi baixa por não ser construída adequadamente. Recomenda-se que a construção seja feita da forma descrita no projeto, para não haver eventuais problemas com deslizamentos de terra com fortes chuvas e poças, que possam atrapalhar o trabalho realizado no local.

Para que a monitorização das águas subterrâneas esteja de acordo com o previsto na Norma NBR 13.896 da ABNT de 1997 e com o projeto, mais três poços devem ser construídos, para que as análises de água subterrânea possam ser consideradas confiáveis.

Para a diminuição dos custos de operação, aconselha-se que sejam utilizados resíduos inertes na manutenção das vias de acesso interno, como cascalhos, restos de construção, entre outros.

Deve ser feito periodicamente o processo de quarteamento, para a verificação da porcentagem de recicláveis que estão sendo misturados com o lixo. Juntamente com esse procedimento é aconselhável que sejam implantadas usinas

de Triagem e Compostagem do lixo, visto que o trabalho de separação do lixo sendo manual há a geração de empregos nas usinas e o aumento de empregos nas associações de catadores com o material reciclável que não vai para o aterro. Isso também minimiza os impactos ambientais causados pelos resíduos e aumenta a vida útil do próprio aterro sanitário.

Com as melhorias e adequação sendo realizadas as especificações previstas em norma e em projeto serão cumpridas, fazendo com que a vida útil do aterro se torne maior, os custos operacionais e de manutenção diminuam e a pontuação e a avaliação do IQR sejam as mais altas.

## 6 CONCLUSÃO

Conforme visto, a antiga área de disposição final dos resíduos sólidos de Paranaíba-PR ficava a uma distância de aproximadamente 4,5 km do centro urbano, sendo bastante frequentado por catadores e animais domésticos, e sem nenhuma proteção ambiental. Com a ocorrência de erosão, ele foi desativado em 2003, quando o aterro sanitário foi inaugurado.

Os resíduos de limpeza de vias públicas são provenientes das varrições de vias e logradouros e roçadas e limpeza de feiras livres, sendo realizadas todos os dias em diferentes locais da cidade por uma empresa terceirizada. Esse serviço conta com 32 funcionários na varrição e roçada, 3 coletores e um motorista. São usados carrinhos lutocar, sacos plásticos, vassouras e pás na varrição, e roçadeiras mecânicas e portáteis, garfos e um caminhão basculante para a coleta de todos os resíduos.

A coleta e transporte dos resíduos sólidos urbanos como já mencionado anteriormente é realizada pela mesma empresa terceirizada, atingindo 90% da população. Em quatro equipes, com 4 coletores e um motorista, os caminhões compactadores passam em dias intercalados de segunda-feira à sábado em horários diferentes.

O atual aterro sanitário localizado a 11 km distante do centro urbano, recebe diariamente 90 toneladas de lixo. É equipado com balança digital, trator esteira, retroescavadeira e caminhão basculante, contando com 3 funcionários operadores de máquinas que são terceirizados pela empresa privada, 3 funcionários para a limpeza e roçada do aterro e um funcionário da prefeitura que opera a balança e fiscaliza a entrada de caminhões.

A avaliação do sistema e área do aterro foi realizada através do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) da CETESB. Com ele foi possível analisar e atribuir valores para as características do local, com pontuação 27, infraestrutura implantada, com pontuação 42 e estrutura operacional com pontuação 43. Utilizando-se a fórmula do IQR chegou-se a um valor final de 8,6 enquadrando o aterro como adequado. Mesmo alguns subitens recebendo pontuação baixa, o município obteve valor de IQR próxima ao de outras cidades de mesmo porte, como Itabira e Valinhos no interior de São Paulo.

Foram propostas adequações para os subitens que não atendiam as normas do IQR, para que este possa receber melhor nota. E também melhorias com o intuito de modernizar, minimizar os impactos ambientais e baixar os custos de operação do aterro.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Resolução RDC nº306**, de 07 de dezembro de 2004. Disponível em: < [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ebe26a00474597429fb5df3fbc4c6735/RDC\\_306.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ebe26a00474597429fb5df3fbc4c6735/RDC_306.pdf?MOD=AJPERES)> Acesso em 25 de mar. De 2013.

ALBERTIN, Ricardo, M.; et al. **Avaliação e Diagnóstico do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Cianorte, Estado do Paraná, Brasil.** In: Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano , Regional, Integrado, Sustentável, 4. 2010, Portugal. Disponível em:< <http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper159.pdf>>. Acesso em 21 set. 2013.

ALONSO, Urbano. R. **Previsão e Controle das Fundações.** São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1991.

CORTES, Fernando et al. Engenharia Ambiental e Sanitária LTDA. Projeto Executivo do Aterro Sanitário do Município de Paranavaí-PR. Curitiba: AMBIENGE, 2003. 237p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.** 2012. Disponível em:< <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2011.pdf>>. Acesso em: 11 abr. de 2013.

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. **Resíduos Sólidos: Classificação.** NBR 10.004. Rio de Janeiro, 2004. 71 paginas.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Aterros de Resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.** NBR 13.896. Rio de Janeiro, 1997. 12 paginas.

BELIZIO, Franklin, L.; BELIGIO, Rodolfo, R. **Aterro Sanitário: Disposição e Tratamento do Lixo.** 2012. 34f. Monografia (Graduação) – Faculdade de Tecnologia e Ciência no Norte do Paraná – FATECIE. Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, Paranavaí, 2012.

BOCCHIGLIERI, Miriam, M. **O Lixiviado dos Aterros Sanitários em Estação de Tratamento dos Sistemas Públicos de Esgoto**. 2010. 257 f. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. Programa de Pós – Graduação em Saúde Pública, São Paulo, 2010.

**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](http://www.saude.rs.gov.br/upload/1346166430_Lei%2012.305_02082010_politica_residuos_solidos.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2013.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CTESB. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares: Relatório de 2011**. Coordenação ASSUMPÇÃO, Maria H. P. L. São Paulo: CETESB, 2012. 218p. Disponível em:< <http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/publica%C3%A7%C3%B5es-e-relat%C3%B3rios/1-publica%C3%A7%C3%B5es/-relat%C3%B3rios>>. Acesso em: 25 jul 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2002. **Resolução Conama nº 307, de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em 22 fev. 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2005. **Resolução Conama nº 358, de 29 de abril de 2005**. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35805.pdf>>. Acesso em 22 fev. 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2008. **Resolução Conama nº 404, de 11 de novembro de 2008**. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30802.html>>. Acesso em 22 fev. 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2011. **Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 22 jun. 2013.

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

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.

FERNANDES, Luis. A. 1992. **A cobertura cretácea suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá**. 129pp. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1992.

FERREIRA, Walleska, A. de A.; PFEIFFER, Simone, C. Avaliação Da Área De Disposição Final De Resíduos Sólidos Urbanos De Anápolis: Um Estudo De Caso. PIBIC: 2011.

FONSECA, Fernanda, P. da; CZUY, Daniele. C. **Formação Arenito Caiuá: Uso, ocupação do solo e problemas ambientais na região noroeste do Paraná**. In: III Simpósio Nacional de Geografia Agrária, 2005. Presidente Prudente: 2005.

GOETZKE, S. **Estudo fitossociológico de uma sucessão secundária no noroeste do Paraná, proposta para recuperação de áreas degradadas**. Curitiba, 1990. 239 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

GOOGLE, **Programa Google Earth**, 2010. Imagem do Aterro Sanitário de Paranaíba – PR.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Paranaíba Cidades** 2010a. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=411840&search=parana|paranaiba>>. Acesso em: 14 dez. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Crescimento demográfico** 2010b. Disponível em:< [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=2204&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2204&id_pagina=1)> Acesso em: 14 dez. 2012.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO E SOCIAL – IPARDES. **Cadernos Municipais** 2013. Disponível em:< <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=87700>>. Acesso em: 13 jan. 2013.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E Social - IPADES. Leituras regionais : **Mesorregião Geográfica Noroeste Paranaense**. Curitiba : BRDE, 2004. 141p. Disponível em:<[http://www.ipardes.gov.br/webisis.docs/leituras\\_reg\\_meso\\_noroeste.pdf](http://www.ipardes.gov.br/webisis.docs/leituras_reg_meso_noroeste.pdf)>. Acesso em 26 jul 2013.

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.

LINS, Eduardo, A. M. A **Utilização da Capacidade de Campo na Estimativa de Percolado Gerado no Aterro de Muribeca**. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Pernambuco. Curso Superior de Engenharia Civil. Recife, 2003.

MUZILLI, Osmar. Conservação do solo em sistemas de produção nas microbacias hidrográficas do arenito Caiuá do Paraná: **Clima, solo, estrutura agrária e perfil da produção agropecuária**. IAPAR: Londrina, 1990. p. 56.

NAIME, Roberto. **Destinação Final em Aterro Sanitário**. Boletim Diário Ecodebate. Revista Cidadania e Meio Ambiente, Rio de Janeiro, maio 2012. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2012/05/03/destinacao-final-em-aterro-sanitario-artigo-de-roberto-naime/>>. Acesso em: 22 ago 2013.

OBLADEN, Nicolau L. et al. **Guia para Elaboração de Projetos de Aterros Sanitários para Resíduos Sólidos Urbanos**. Vol 2. Curitiba: Série de Publicações Temáticas do Crea – Pr, 2009.

PACHECO, Jailson .R., ZAMORA, Patrício .G.P., **Integração de processos físico-químicos e oxidativos avançados para remediação de percolado de aterro sanitário (chorume)**. Fundo Editorial ABES: *Engenharia Sanitária Ambiental*. v.9, n.4, p.306-311, out./dez. de 2004.

SANTOS, Antônio, L., F. et al. **Índice de qualidade e aterro de resíduos (IQR), como subsídio para avaliar o sistema de disposição final do município de Anápolis-Go**. SCIENTIA PLENA. Sergipe, v. 8, n. 10, out. 2012.

SANTOS, Rosimeire, s. dos. **Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados no município de Boa Esperança – Pr.** 2004. 59f. Monografia (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso Superior de Tecnologia Ambiental. Campo Mourão, 2004.

SEGATO, Luciana. M.; SILVA, Celso. L. **Caracterização do Chorume do Aterro Sanitário de Bauru.** In: XXVII Congresso Internacional de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2000, Porto Alegre. Disponível em:<  
<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/iii-039.pdf>>. Acesso em: 06 jun 2013.

SERAFIM, A.C., GUSSAKOV, K.C et al. **Chorume, impactos ambientais e possibilidades de tratamentos.** FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, 3. São Paulo: UNICAMP, 2003.

SHERMAN, Gary, E. *et al.* Quantum GIS, 1.8.0. Lisboa: Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), 2012. Disponível para Download em:<  
<http://hub.qgis.org/projects/quantum-gis/wiki/Download>>.

SILVA, Maurícios, 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.** Projeto coordenado pela CETESB e Secretaria do Meio Ambiente. Campinas: 2006.

SOARES, Sebastião R.; LUPATINI, Giancarlo; CASTILHOS JUNIOR, Armando B. de. Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades. In: CASTILHOS JUNIOR, Armando B. de; LANGE, Lisete C.; GOMES, Luciana P.; PESSIN, Neide. **Sistema de apoio a decisão (SAD) em seleção de áreas de aterros sanitários para pequenas comunidades**, 10. 2002, Rio de Janeiro: Rima, ABES, 2002. Disponível em: <  
<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/livrocompletfinal.pdf>>. Acesso em 14 dez. 2013.

TAVARES, Bernardo F. D. **Tratamento de Chorume: Análises dos efluentes da evaporação forçada.** 2001. 71 f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Curso de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2001.

UEHARA, M, Y.; VIDAL, W. L. (Org). **Operação e manutenção de lagoa anaeróbia e facultativa.** São Paulo: CETESB, 1989.

VON SPERLING, Marcos. **Lagoas de estabilização.** 2 ed. Belo Horizonte: UFMG/DESA, 2002.

ANEXO A – Licença de Operação do Aterro Sanitário de Paranaíba – Pr

		<b>IAP - Instituto Ambiental do Paraná</b>			
<b>Tipo de Licença (Modalidade)</b>		<b>Protocolo</b>	<b>Núm. Licença</b>	<b>Data Emissão</b>	<b>Data Validade</b>
RLO - Renovação de Licença Ambiental de Operação		79366439	11521	23/04/2012	23/04/2016
<b>- Informações do Autorizado</b>					
<b>Nome/Razão Social</b>					
<b>MUNICÍPIO DE PARANAÍ</b>					
<b>Endereço</b>		<b>Bairro</b>			
RUA GETÚLIO VARGAS, 900		CENTRO			
<b>Município</b>				<b>CEP</b>	
Paranaí / PR				87700-000	
<b>- Informações do Empreendimento</b>					
<b>Empreendimento</b>					
<b>ATERRO SANITÁRIO PARA RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS-PARANAÍ</b>					
<b>Atividade</b>		<b>Atividade Específica</b>			
Aterro Sanitário		DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS			
<b>Endereço</b>		<b>Bairro</b>			
LOTE 34, GLEBA PATRIMÔNIO SUMARÉ		RURAL			
<b>Município</b>		<b>CEP</b>	<b>Coordenadas ( utm norte / utm leste )</b>		
Paranaí / PR		87702-200	7441667 - 355746		
<b>Corpo Hídrico do Entorno</b>		<b>Bacia Hidrográfica</b>			
Ribeirão Suruguá		Ivaí			
<b>Origem Água Utilizada</b>		<b>Destino do Esgoto Sanitário</b>		<b>Destino do Efluentes Final</b>	
Poços Artesianos		-		Rede Coletora Pública	
<b>Condicionantes</b>					
<p>Esta Licença trata-se de Renovação de Licença Ambiental de Operação. Protocolo: 70817144, Licença: 11521, Emissão da Licença: 31/03/2010, Validade: 31/03/2012. A presente Licença de Operação foi emitida de acordo com o que estabelece o art. 8º, Inciso III da Resolução CONAMA 237/97 e, art. 2º, Inciso III, da Resolução SEMA/IAP, nº 031/98, que autoriza a operação do Aterro Sanitário do Município PARANAÍ, para uma produção mensal de 1.703,636 ton/mês, localizado nas Coordenadas UTM 22K E - 355746 N - 7441667, devendo atender as condicionantes abaixo: - É responsabilidade do Município de PARANAÍ, a operação do aterro sanitário, incluindo a manutenção, monitoramento, controle de vetores, operação e perfeito funcionamento na compactação e cobertura dos resíduos domiciliares de forma semanal, devendo manter um trator de esteira de forma permanente no aterro sanitário, A) As ampliações e ou alterações nos processos de produções e volumes, ora licenciados, de conformidade com o estabelecido pela Resolução SEMA/IAP Nº 031/98 em seu Artigo 4º, requerem licenciamento prévios, de instalação e de operação para a parte ampliada ou alterada, adotados os mesmos critérios do licenciamento. B) A concessão desta licença não impedirá exigências futuras, decorrentes do avanço tecnológico ou da modificação das condições ambientais, conforme Decreto Estadual Nº 857/79 - Artigo 7º, parágrafo II. C) O não cumprimento a legislação ambiental vigente, sujeitará às sanções previstas na Lei Federal Nº 9.605/98, regulamentada pelo Decreto Nº 6.514/08. D) Deverá ser apresentado ao IAP anualmente, o Auto-monitoramento dos poços de monitoramento do lençol freático contendo no mínimo os seguintes parâmetros: DBO, DQO, PH, Óleos e Graxas, Coliformes Fecais e Coliformes Totais. E) Deverá se dispor adequadamente os resíduos sólidos urbanos/domiciliares no aterro sanitário cada qual em sua vala específica, mantendo os resíduos recobertos de acordo com as recomendações técnicas existentes, evitando-se desta forma a proliferação de vetores e mau cheiro. F) Manter a segurança da área destinada ao Aterro Sanitário, ficando proibida a entrada de pessoas estranhas e catadores. G) Deverá impedir a disposição final no aterro sanitário de resíduos industriais, pneus, entulhos de construção civil ou demolição, frascos ou embalagens de agrotóxicos em geral, auto-fossa, resíduos de caixa de lama/óleo e graxas de postos de combustíveis. H) O Programa de Coleta Seletiva Municipal DEVERÁ SE MELHOR IMPLEMENTADO, promovendo processos contínuos de sensibilização e aprimoramento desta coleta. Viabilizando com esta prática o aumento da vida útil do aterro sanitário, em trabalho de parceria com ONGs I) Deverá ser indicado um técnico habilitado municipal, o qual será responsável pela perfeita operação do aterro sanitário. L) Deverá proceder a capina e desobstrução das canaletas de escoamento pluvial -A presente Licença, poderá ser suspensa ou cancelada, na ocorrência de violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a sua emissão, bem como na superveniência de graves riscos ambientais e de saúde. - Esta Licença foi concedida com base nas informações apresentadas pelo requerente e não dispensa, tão pouco, substitui quaisquer outros Alvarás e/ou Certidões de qualquer natureza a que, eventualmente esteja sujeita, exigidos pela legislação federal, estadual ou municipal. - É ônus do contratante e do projetista o perfeito funcionamento do Aterro Sanitário, bem como, do sistema de tratamento do efluente líquido final (chorume) com sua respectiva recirculação, o qual deverá garantir o não lançamento em corpos hídricos superficiais e subterrâneos. De acordo com o previsto na Resolução SEMA/IAP Nº 031/98, Artigo 3º, parágrafo 3º, deverá ser requerida a renovação desta licença junto ao IAP, com antecedência mínima de 120 (cento e vinte) dias da expiração de seu prazo de validade, fixado na respectiva licença. Foi apresentado o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos em 01/03/12 em atendimento a cláusula da licença de operação nº 11.521. Foram apresentadas as análises de água e chorume elaborados pela Fundação Universidade Estadual de Maringá, em atendimento ao solicitado na licença anterior.</p>					
<b>Parâmetros de Atividade Poluidora</b>					
<p>Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as seguintes condições: a) pH entre 5 a 9; b) temperatura: inferior a 40º C, sendo que a elevação da temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3º C; c) materiais sedimentáveis: até 1 ml/litro em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes; d) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor; e) óleos e graxas -- óleos minerais até 20 mg/l -- óleos vegetais e gorduras animais até 50 mg/l; f) ausência de materiais flutuantes;</p>					

ANEXO B – Laudo de Monitoramento Físico-Químico e Biológico de efluente da Entrada da Lagoa 1, Efluente Bruto.

**Labsam<sup>®</sup>**

Relatório de Ensaio - SisLab04

Ciente: **Transresíduos - Transporte de Resíduos Ind. Ltda**  
 Endereço: **Av. Distrito Federal, 1565, Paranavai - PR**

Data e Hora da Coleta: **27/09/2012 11:55:00**Setor: **FÍSICO-QUÍMICO**Data da Entrada no Laboratório: **27/09/2012**Coletor: **Fernando - Labsam**Local da Coleta: **Entrada da Lagoa 1 (Bruto)**Condições do Tempo: **BOM**Protocolo: **2872FQ**Matriz: **EFLUENTE INDUSTRIAL E DOMÉSTICO**Análise: **ANÁLISE DE EFLUENTE**Tipo de Coleta: **Simplex****FÍSICO-QUÍMICO**

<b>Parâmetro</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidade</b>
Cádmio	0,005	mg/L
Cor Aparente	4.600,00	uH
DBO <sub>5</sub>	1.344,16	mg/L
DQO	2.292,00	mg/L
Mercurio *	<0,01	mg/l
Óleos e Graxas	31,00	mg/l
Oxigênio Dissolvido	2,40	mg/L
pH	8,36	—
Turbidez	200,00	FTU
Zinco Total	0,289	mg/L

\* Análise realizada por laboratórios Parceiros.

**Metodologia Utilizada**

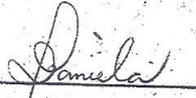
Standard Methods for the examination of water and Wastewater (APHA) (AWWA).

**Resultados**

A amostra ficará disponível por 7 dias após a emissão do Relatório de Ensaio.

O Resultado obtido nas análises acima é válido apenas para a amostra analisada.

Maringá, 04/10/2012

  
**Daniela Ferreira Traci**  
 CRF-Pr 09301660

  
**Aparecida Izelli**  
 CRF-Pr 2566

Rua João Alfredo, 355 - Fone/Fax: (44) 3225-0675

Maringá - E-mail: laboratorio@labsam.com.br

CNPJ: 11.898.088/0001-27

LO:11560 - Ls: 24/2012

1/1

**Labsam<sup>®</sup>**

Relatório de Ensaio - SisLab04

Cliente: **Transresíduos - Transporte de Resíduos Ind. Ltda**  
 Endereço: **Av. Distrito Federal, 1565, Paranavai - PR**

Data e Hora da Coleta: **27/09/2012 11:55:00**Setor: **MICROBIOLÓGICO**Data da Entrada no Laboratório: **27/09/2012**Coletor: **Fernando - Labsam**Local da Coleta: **Entrada da Lagoa 1 (Bruto)**Condições do Tempo: **BOM**Protocolo: **2873MICRO**Matriz: **EFLUENTE INDUSTRIAL E DOMÉSTICO**Análise: **ANÁLISE DE EFLUENTE**Tipo de Coleta: **Simples****MICROBIOLÓGICO**

Parâmetro	Resultados	Unidade
Contagem de Coliformes Termotolerantes	11x10 <sup>4</sup>	UFC/100mL
Contagem de Coliformes Totais	47x10 <sup>5</sup>	UFC/100mL

**Metodologia Utilizada**

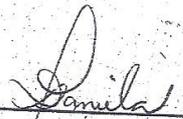
Standard Methods for the examination of water and Wastewater (APHA) (AWWA).

**Resultados**

O Resultado obtido nas análises acima é válido apenas para a amostra analisada.

UFC - Unidade Formadora de Colônia/100 ml.

Maringá, 02/10/2012



**Daniela Ferreira Traci**  
 CRQ-Pr 09301660



**Aparecida Izelli**  
 CRF-Pr 2566

ANEXO C – Relatório de Monitoramento Físico-Químico e Biológico de efluente da Saída da Lagoa 4, Efluente Tratado.

Cliente: **Transresíduos - Transporte de Resíduos Ind. Ltda**  
 Endereço: **Av. Distrito Federal, 1565, Paranavai - PR**

Data e Hora da Coleta: **27/09/2012 11:55:00**

Setor: **FÍSICO-QUÍMICO**

Data da Entrada no Laboratório: **27/09/2012**

Coletor: **Fernando - Labsam**

Local da Coleta: **Saída da Lagoa 4 (Lagoa de Infiltração)**

Condições do Tempo: **BOM**

Protocolo: **2880FQ**

Matriz: **EFLUENTE INDUSTRIAL E DOMÉSTICO**

Análise: **ANÁLISE DE EFLUENTE**

Tipo de Coleta: **Simples**

### FÍSICO-QUÍMICO

Parâmetro	Resultados	Unidade
Cádmio	0,009	mg/L
Cor Aparente	1.900,00	uH
DBO <sub>5</sub>	609,24	mg/L
DQO	1.052,00	mg/L
Mercúrio *	<0,01	mg/L
Óleos e Graxas	17,60	mg/L
Oxigênio Dissolvido	0,70	mg/L
pH	8,25	—
Turbidez	200,00	FTU
Zinco Total	0,123	mg/L

\* Análise realizada por laboratórios Parceiros.

#### Metodologia Utilizada

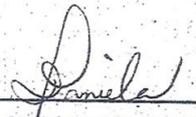
Standard Methods for the examination of water and Wastewater (APHA) (AWWA).

#### Resultados

A amostra ficará disponível por 7 dias após a emissão do Relatório de Ensaio.

O Resultado obtido nas análises acima é válido apenas para a amostra analisada.

Maringá, 04/10/2012

  
 Daniela Ferreira Traci  
 CRQ-Pr 09301660

  
 Aparecida Izelli  
 CRF-Pr 2566

**Labsam<sup>®</sup>**

Relatório de Ensaio - SisLab04

Cliente: **Transresíduos - Transporte de Resíduos Ind. Ltda**  
 Endereço: **Av. Distrito Federal, 1565, Paranavai - PR**

Data e Hora da Coleta: **27/09/2012 11:55:00**Protocolo: **2881MICRO**Setor: **MICROBIOLÓGICO**Matriz: **EFLUENTE INDUSTRIAL E DOMÉSTICO**Data da Entrada no Laboratório: **27/09/2012**Análise: **ANÁLISE DE EFLUENTE**Coletor: **Fernando - Labsam**Tipo de Coleta: **Simples**Local da Coleta: **Saída da Lagoa 4 (Lagoa de Infiltração)**Condições do Tempo: **BOM****MICROBIOLÓGICO**

Parâmetro	Resultados	Unidade
Contagem de Coliformes Termotolerantes	7x10 <sup>2</sup>	UFC/100mL
Contagem de Coliformes Totais	16x10 <sup>1</sup>	UFC/100mL

**Metodologia Utilizada**

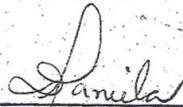
Standard Methods for the examination of water and Wastewater (APHA) (AWWA).

**Resultados**

O Resultado obtido nas análises acima é válido apenas para a amostra analisada.

UFC - Unidade Formadora de Colônia/100 mL

Maringá, 02/10/2012



**Daniela Ferreira Traci**  
 CRC-Pr: 09301660



**Aparecida Izelli**  
 CRC-Pr: 2566

ANEXO D - Relatório de Monitoramento Físico-Químico e Biológico do poço água subterrânea.

**Labsam**<sup>®</sup>

Relatório de Ensaio - SisLab04

Cliente: **Transresíduos - Transporte de Resíduos Ind. Ltda**  
 Endereço: **Av. Distrito Federal, 1565, Paranavai - PR**

Data e Hora da Coleta: **27/09/2012 12:35:00**Protocolo: **2884FQ**Setor: **FÍSICO-QUÍMICO**Matriz: **ÁGUA "IN NATURA"**Data da Entrada no Laboratório: **27/09/2012**Análise: **ANÁLISE DE ÁGUA**Coletor: **Fernando - Labsam**Tipo de Coleta: **Simplex**Local da Coleta: **Saída do Poço**Condições do Tempo: **BOM****FÍSICO-QUÍMICO**

<b>Parâmetro</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidade</b>
Cádmio	<0,01	mg/L
Cór. Aparente	<1,00	uH
DBO <sub>5</sub>	3,21	mg/L
DQO	6,00	mg/L
Merúrio *	<0,001	mg/L
Óleos e Graxas	1,40	mg/L
Oxigênio Dissolvido	5,70	mg/L
Turbidez	<1,00	FTU
Zinco Total	0,026	mg/L

\* Análise realizada por laboratórios Parceiros.

**Metodologia Utilizada**

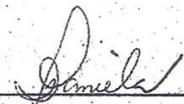
Standard Methods for the examination of water and Wastewater (APHA) (AWWA).

**Resultados**

A amostra ficará disponível por 7 dias após a emissão do Relatório de Ensaio.

O Resultado obtido nas análises acima é válido apenas para a amostra analisada.

Maringá, 04/10/2012

  
 Daniela Ferreira Traci  
 CRQ-Pr 09301660

  
 Aparecida Izelli  
 CRF-Pr 2556

**Labsam<sup>®</sup>**

Relatório de Ensaio - SisLab04

Cliente: **Transresíduos - Transporte de Resíduos Ind. Ltda**  
 Endereço: **Av. Distrito Federal, 1565, Paranavai - PR**

Data e Hora da Coleta: **27/09/2012 12:35:00**Protocolo: **2885/MICRO**Setor: **MICROBIOLÓGICO**Matriz: **ÁGUA**Data da Entrada no Laboratório: **27/09/2012**Análise: **ANÁLISE DE ÁGUA**Coletor: **Fernando - Labsam**Tipo de Coleta: **Simplex**Local da Coleta: **Saída do Poço**Condições do Tempo: **BOM****MICROBIOLÓGICO****PORTARIA MS - 2914/11 - ANEXO I**

<b>Parâmetro</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidade</b>	<b>LMP</b>
Pesquisa de Coliformes Totais	Ausente	100ml	Ausência 100 mL
Pesquisa de Escherichia coli	Ausente	100ml	Ausência 100 mL

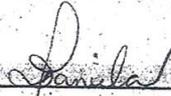
**Metodologia Utilizada**

Standard Methods for the examination of water and Wastewater (APHA) (AWWA).

**Resultados**

O Resultado obtido nas análises acima é válido apenas para a amostra analisada.

Maringá, 02/10/2012



**Daniela Ferreira Traci**  
 CRQ-Pr 09301660



**Aparecida Izelli**  
 CRF-Pr 2566