

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOÃO EDUARDO PRADO ALVES

**ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS: um estudo de  
caso nos municípios de Campo Mourão e Cianorte – Paraná.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2015

JOÃO EDUARDO PRADO ALVES

**ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS: um estudo de caso nos municípios de Campo Mourão e Cianorte – Paraná.**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr<sup>a</sup>. Vanessa Medeiros Corneli

CAMPO MOURÃO

2015



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Campo Mourão  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Departamento Acadêmico de Construção Civil  
Coordenação de Engenharia Civil



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

**ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS: um estudo de caso nos municípios de Campo Mourão e Cianorte – Paraná**

por

**João Eduardo Prado Alves**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 10h20min do dia 22 de Junho de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

(aprovado, aprovado com restrições, ou reprovado)

**Prof. Dr. Eudes José Arantes**

( UTFPR )

**Prof. Dr<sup>a</sup>. Morgana Suszek Goncalves**

( UTFPR )

**Prof. Prof. Dr<sup>a</sup>. Vanessa Medeiros Corneli**

(UTFPR)

**Orientador**

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

**Prof. Dr. Marcelo Guelbert**

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.*

## RESUMO

ALVES, João Eduardo Prado. ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS: um estudo de caso nos municípios de Campo Mourão e Cianorte – Paraná. 2015. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

Os resíduos sólidos podem ser considerados um problema quando gerenciados de forma incorreta. Sem seguir normas técnicas e leis vigentes o manejo e disposição dos resíduos sólidos urbanos (RSU) podem gerar riscos à saúde, à segurança e impactos ambientais muitas vezes irreversíveis. Portanto, tornam-se necessários mecanismos capazes de qualificar se o destino final, o aterro sanitário, está dentro dos parâmetros aceitáveis, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar o índice de qualidade dos aterros sanitários dos municípios de Campo Mourão e Cianorte, no estado do Paraná. A partir do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Os resultados obtidos demonstraram que o aterro de Campo Mourão apresentou índice de 7,1 pontos, e o de Cianorte de 9,2 pontos, sendo classificados como em condições adequadas.

**Palavras-Chave:** Aterro sanitário, Avaliação, Índices de Qualidade de Aterro de Resíduos - IQR, Resíduos Sólidos.

## ABSTRACT

ALVES, João Eduardo Prado. WASTE LANDFILL QUALITY INDEX: a case study in the municipalities of Campo Mourão and Cianorte – Paraná. 2015. 57f. Senior Thesis (Bachelor's in Civil Engineering) – Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2015.

Solid waste may be considered an issue if managed improperly. Not following technical standards and applicable laws for the management and disposal of urban solid waste (RSU) can yield health hazards, safety risks and environmental impacts often irreversible. Therefore, capable mechanisms are needed to qualify whether the final destination, the landfill waste, is suitable for the acceptable parameters. This research has the main goal to evaluate the quality index of the municipal landfill sites of Campo Mourão and Cianorte, in Parana state, according to the Waste Landfill Quality Index (IQR) from the Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Results show that Campo Mourão's landfill site had 7.1 index points and Cianorte's had 9.2 points, being classified as under adequate conditions.

**Keywords:** Landfill Site, Evaluation, Waste Landfill Quality Index - IQR, Solid Waste.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter me mostrado e feito acreditar que era possível construir esse caminho.

A meus pais, Ana Lúcia e João Lino, sempre dedicados a proporcionar estudo de qualidade e orientação para que esse dia tornar-se real.

Aos professores do Departamento de Engenharia Civil, pelos conhecimentos e orientações passadas durante minha graduação.

A minha orientadora, Profa. Vanessa pela dedicação, confiança e paciência nos auxílios que foram fundamentais para formulação desse trabalho.

Aos amigos mais próximos que proporcionaram muitas vezes ajuda e momentos de descontração, que se tornaram companheiros para o resto da vida.

A todos colegas dos diversos cursos da UTFPR-CM e de Campo Mourão que conquistei nesses anos.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que proporcionou a formação tanto pessoal com profissional para se tornar Engenheiro Civil.

A todos que contribuíram de alguma forma nessa etapa em minha vida.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Destinação final dos RSU Coletados no Brasil Fonte: ABRELPE, (2013) .....	4
Figura 2– Geração de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil. ....	11
Figura 3 – Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil (t/dia). ....	11
Figura 4– Esquema operacional de um aterro sanitário. ....	13
Figura 5– Mapa de Mesorregiões no Estado do Paraná .....	17
Figura 6 – Mapa de localização dos municípios de Campo Mourão e Cianorte. ....	17
Figura 7 – Portaria de acesso ao aterro.....	28
Figura 8 – Balança eletrônica com emissão de recibo de pesagem. ....	28
Figura 9 – Ficha de controle de acesso de veículos.....	28
Figura 10 – Guarita utilizada para vigilância. ....	28
Figura 11 – Cerca de arame farpado que envolve o perímetro do aterro sanitário.....	29
Figura 12 – Portão de acesso ao aterro sanitário de Campo Mourão. ....	29
Figura 13– Vegetação Arbórea. ....	29
Figura 14– Cinturão verde.....	29
Figura 15 – Acesso à frente de descarga com pavimento revestido com brita. ....	30
Figura 16 –Vias de acesso revestidas com brita. ....	30
Figura 17 – Perfil da frente de trabalho.....	30
Figura 18 – Frente de trabalho em relação a dimensão da área utilizada. ....	30
Figura 19 – Trator de esteira utilizado para compactação de resíduo.....	31
Figura 20 – Vista superior do talude desmoronado. ....	32
Figura 21 – Vista lateral do talude desmoronado .....	32
Figura 22– Gramíneas na lateral da célula finalizada.....	32
Figura 23 –Vegetação face célula que está sendo utilizada.....	32
Figura 24 – Afloramento de chorume na lateral da célula. ....	33
Figura 25 – Galeria de escoamento de chorume.....	34
Figura 26– Lagoa anaeróbia .....	34
Figura 27 – Lagoa facultativa .....	34
Figura 28 – Lagoa de infiltração.....	34
Figura 29 – Canaleta de água pluvial presente na lateral da célula em funcionamento .....	35
Figura 30 – Queimador manual na área finalizada. ....	35
Figura 31 – Dreno vertical de concreto perfurado com anel de brita.....	35
Figura 32 – Distanciamento entre drenos verticais.....	36
Figura 33 – Presença de urubus próximo ao entorno da célula .....	37
Figura 34 – Presença de cachorro dentro do aterro Fonte: Autoria própria, (2015).....	37
Figura 35 – Gaivotas na frente de trabalho.....	37
Figura 36 – Urubus na frente de trabalho .....	37
Figura 37 – Mapa de distanciamento de núcleos populacionais .....	38

Figura 38 – Portaria de acesso ao aterro.....	40
Figura 39 – Balança utilizada na pesagem de caminhões de coleta.....	40
Figura 40 – Tela plástica utilizada próximo a frente trabalho .....	40
Figura 41 – Cerca de arame farpado que envolve o entrono do aterro sanitário. ....	40
Figura 42 – Vegetação arbórea que envolve o entorno do aterro sanitário .....	41
Figura 43– Careira de Eucaliptos.....	41
Figura 44– Bambu recém plantado .....	41
Figura 45– Via de acesso interno revestidas com brita. ....	42
Figura 46 – Acesso à frente de trabalho. ....	42
Figura 47 –Vista frontal da frente de trabalho.....	42
Figura 48 – Vista lateral da frente de trabalho .....	42
Figura 49 – Trator esteira utilizado para a compactação do resíduo.....	43
Figura 50– Recobrimento da camada intermediaria de resíduo.....	43
Figura 51– Inclinação talude .....	44
Figura 52– Vista face talude.....	44
Figura 53– Cobertura Vegetal presente na célula finalizada .....	44
Figura 54– Pequeno afloramento de chorume na canaleta de água pluvial .....	45
Figura 55 – Geomebrana envolvendo toda a lateral da trincheira.....	46
Figura 56– Capa de solo argiloso para proteção mecânica .....	46
Figura 57 – Caixa de liquido percolado.....	46
Figura 58 – Caixa de liquido percolado.....	46
Figura 59– Drenos de chorume na forma de espinha de peixe.....	47
Figura 60– Lagoa anaeróbia .....	47
Figura 61 – Lagoa facultativa .....	47
Figura 62– Lagoa de polimento.....	47
Figura 63 – Lagoa de infiltração adaptada para recirculação.....	47
Figura 64– Canaleta de água pluvial sendo instalada próxima à frente de trabalho.....	48
Figura 65 – Lagoa de acumulo de água pluvial .....	48
Figura 66 – Canaleta de concreto para coleta de água pluvial.....	48
Figura 67 – Escadas dissipadoras para água pluvial .....	49
Figura 68 – Queimador .....	49
Figura 69 – Queimadores célula finalizada.....	49
Figura 70 – Poço a jusante do aterro sanitário .....	50
Figura 71 – Poço a montante do aterro sanitário.....	50
Figura 72 – Marcos superficiais de concreto na extremidades da célula .....	50
Figura 73– Marco de concreto .....	50
Figura 74 – Bombos e gaiotas presentes na frente de trabalho .....	51
Figura 75 – Mapa de distâncias de núcleos populacionais .....	52



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Classificação segundo a origem dos resíduos sólidos e a responsabilidade pelo seu gerenciamento.....	9
Quadro 2 – Critérios para pré-seleção de áreas para instalação de aterros sanitários. ....	14
Quadro 3 – Enquadramento das condições das instalações de tratamento/destinação final dos RSU em função do IQR, IQR Valas “Nova Proposta”. ....	16
Quadro 4 – Itens a serem avaliados para a formulação do índice de IQR tendo como critérios as condições das instalações de disposição final de resíduos sólidos urbanos .....	20
Quadro 5 – Itens avaliados para a obtenção do IQR no município de Campo Mourão. ....	39
Quadro 6– Itens avaliados para a obtenção do IQR no município de Cianorte .....	53

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>4</b>
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
4.1 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	6
4.1.1 ASPECTOS LEGAIS REFERENTES AOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	8
4.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	9
4.3 CENÁRIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL.....	10
4.4 DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO SOLO.....	12
4.5 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS – IQR.....	15
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	17
5.3 COLETA DE DADOS E DETERMINAÇÃO DO IQR .....	18
5.4 PARAMETROS DE REFERÊNCIA PARA OBTENÇÃO DO IQR.....	21
5.4.1 Estrutura de apoio .....	21
5.4.2 Frente de trabalho .....	22
5.4.3 Talude e bermas .....	23
5.4.4 Superfície superior .....	24
5.4.5 Estrutura de proteção ambiental .....	24
5.4.6 Outras Informações:.....	26
5.4.7 Característica da área .....	26
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>28</b>
6.1 AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS DO IQR NO ATERRO SANITÁRIO DE CAMPO MOURÃO .....	28
6.1.1 Estrutura de apoio .....	28
6.1.2 Frente de trabalho .....	30
6.1.3 Talude e bermas .....	31
6.1.4 Superfície superior: .....	33
6.1.5 Estrutura de proteção ambiental: .....	33
6.1.6 Outras informações: .....	36
6.1.7 Característica da área .....	37
6.1.8 Avaliação do aterro sanitário de campo mourão .....	38
6.2 AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS DO IQR NO ATERRO SANITÁRIO DE CIANORTE.....	40
6.2.1 Estrutura de apoio .....	40
6.2.2 Frente de trabalho .....	42
6.2.3 Talude e bermas .....	43
6.2.4 Superfície superior .....	45
6.2.5 Estrutura de proteção ambiental .....	45
6.2.6 Outras informações: .....	50
6.2.7 Característica da área .....	51
6.2.8 Avaliação do aterro sanitário de Cianorte.....	52
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	<b>54</b>
<b>8. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>55</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de industrialização associado aos novos hábitos de consumo da população fez com que a geração dos resíduos sólidos se tornasse um dos maiores problemas ambientais da atualidade.

Além dos impactos ambientais, a destinação inadequada dos resíduos sólidos urbanos gera impactos sanitários e sociais. A gestão inadequada dos resíduos sólidos está presente principalmente nos países em desenvolvimento, decorrente entre outros da falta de capacidade técnica dos gestores, precariedade da infraestrutura operacional e ausência de sustentabilidade financeira do sistema (TORRE, 2007).

O destino dos resíduos sólidos representa um sério problema ecológico, envolvendo aspectos sanitários e de saúde pública. Essa questão tornou-se um grande desafio a ser solucionado pelos vários planos hierárquicos do poder público, em busca da sustentabilidade (FARIA, 2002 p.17).

No Brasil, aproximadamente 41,7% dos municípios ainda dispõe seus resíduos sólidos sem qualquer controle (ABRELPE, 2013). Uma prática que gera impactos como: contaminação do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas, criação de focos de organismos patogênicos e vetores de transmissão de doenças (SCHALCH,2002).

Outro problema encontrado nas cidades brasileiras é a questão de onde se instalar os aterros sanitários.

Segundo Jardim (1995) no procedimento de escolha de áreas para a localização de aterros sanitários é preciso priorizar as características do meio físico, pois uma área adequada significa economia de recursos na implantação, operação, encerramento das atividades e principalmente significa menores riscos ao meio ambiente e à saúde pública.

De acordo com a NBR 13.896 (ASSOCIAÇÃO..., 1997) o local a ser utilizado para implantação de um aterro sanitário precisa ser antecipadamente avaliado quanto à sua adequabilidade, de tal forma que os impactos ambientais gerados na sua implantação e operação sejam mínimos. A instalação do aterro deve ser bem aceita pela população vizinha; além disso, é necessário que ele esteja de acordo com o zoneamento local e que possa ser utilizado com vida útil mínima de 10 anos.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, estabeleceu o prazo de 4 anos para que todos os municípios brasileiros destinassem os rejeitos em aterros sanitários. Todavia, a maioria dos municípios não cumpriu o estabelecido, e por meio da medida provisória 651/14, aprovada no Plenário da Câmara dos Deputados, esse prazo foi ampliado por mais quatro anos (2018).

A contribuição ambiental de um aterro sanitário depende das condições de operação desse tipo de empreendimento. A utilização de uma ferramenta que avalia o índice de qualidade dessas áreas torna possível obter um diagnóstico do aterro. Nessa perspectiva, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar o índice de qualidade dos aterros sanitários dos municípios de Campo Mourão e Cianorte, no estado do Paraná.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o índice de qualidade dos aterros sanitários dos municípios de Campo Mourão e Cianorte, no estado do Paraná.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar a área de localização dos aterros sanitários;
- Avaliar as estruturas de apoio, frente de trabalho, taludes e bermas e superfície superior dos aterros sanitários;
- Avaliar as estruturas de proteção ambiental dos aterros sanitários;
- Avaliar as condições gerais de operação dos aterros sanitários;

### 3 JUSTIFICATIVA

A gestão de resíduos sólidos é um desafio para a sociedade atual, principalmente em função da quantidade gerada e da heterogeneidade de resíduos.

A população brasileira cresceu 12% nos últimos dez anos (IBGE, 2010), e a produção de resíduos, no mesmo período, cresceu 90%. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE, a geração per capita cresceu 5,3% entre 2009 e 2010 no Brasil (SERLU, 2011, p.7).

Uma parcela significativa dos RSU (41,74%) tem destinação ambientalmente inadequada (Figura 1). Esses seguiram para aterros controlados ou lixões, os quais se caracterizam por formas de disposição que não possuem o conjunto de sistemas necessários para a proteção do meio ambiente e da saúde pública (ABRELPE, 2013).

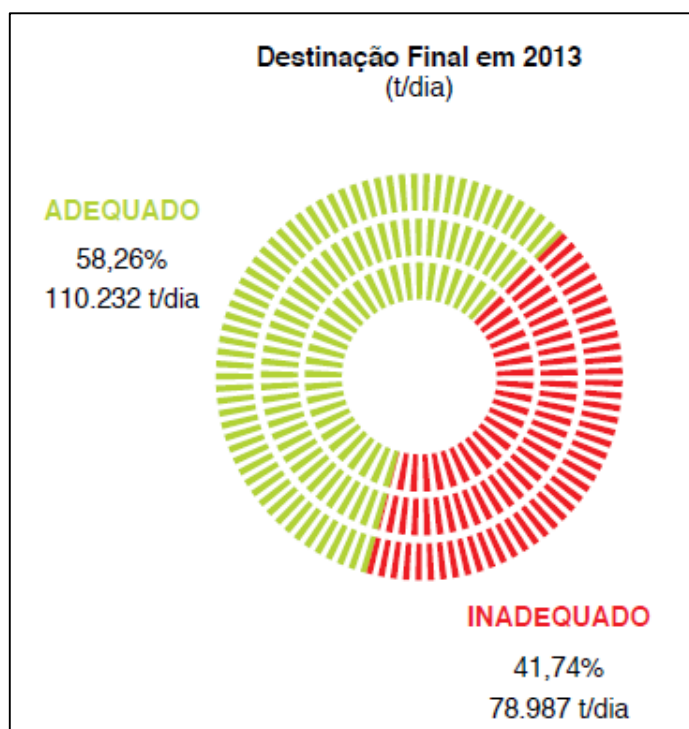


Figura 1 – Destinação final dos RSU Coletados no Brasil  
Fonte: ABRELPE, (2013)

Os aterros sanitários são obras de engenharia que para atender o seu propósito necessitam de sistemas de controle ambiental e geotécnicos devidamente implantados e mantidos, seja nas fases de preparação, implementação, operação ou

encerramento das atividades. Do contrário, os mesmos se tornam um agravante na geração de impactos ambientais associados aos RSU. Fato este que justifica a importância da avaliação da qualidade dos aterros sanitários, com o objetivo diagnosticar as condições do empreendimento e reduzir os impactos ambientais.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo a NBR 10.004 (ASSOCIAÇÃO..., 2004) os resíduos sólidos são definidos como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (NBR 10.004, ASSOCIAÇÃO..., 2004, p. 1).

A Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, define resíduos sólidos como:

Material, 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, p. 11).

Segundo Pereira Neto (2007, p.5) “lixo é uma massa heterogênea de resíduos sólidos resultantes das atividades humana, que podem ser reciclados e parcialmente utilizados, gerando, entre outros benefícios, proteção à saúde pública e econômica de energia e de recursos naturais.”.

Segundo a NBR 10.004 (ASSOCIAÇÃO..., 2004) os resíduos sólidos são classificados em perigosos e não perigosos, podendo estes últimos ser não inerte ou inerte.

- Resíduos classe I - Perigosos: São aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da



mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

- Resíduos classe II - Não perigosos:

Resíduos classe II A - Não inertes: São os resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos perigosos ou inertes.

Resíduos classe II B – Inertes: São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem nº 8 (Anexo H da NBR 10.004), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (2010) classifica os resíduos sólidos a partir da origem e da periculosidade.

I – quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas a e b;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas b, e, g, h e j;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea c;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS);
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II – quanto à periculosidade:

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

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea a. (BRASIL, 2010, p.16).

#### 4.1.1 ASPECTOS LEGAIS REFERENTES AOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A Constituição Federal de 1988 estabeleceu que o gerenciamento dos serviços públicos de limpeza urbana, de interesse local, é de competência municipal (BRASIL, 2010).

Ao longo dos anos, foram estabelecidas resoluções específicas a respeito de determinados tipos de resíduos como os de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, construção civil etc. válidas em âmbito federal (SOARES, 2012).

A Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispõe entre outros, sobre as responsabilidades dos geradores e do poder público:

- A responsabilidade de assegurar o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos fica atribuída ao poder público, o setor empresarial e a coletividade além das demais determinações instituídas nesta Lei e em seu regulamento.

- O encarregado dos serviços públicos de limpeza urbana e de gestão de resíduos sólidos é responsável pela prestação e organização sendo ela direta ou indireta dos serviços prestados.

- A contratação de serviços ligados à logística dos resíduos sólidos não desobriga ou livra as pessoas físicas ou jurídicas dos compromissos por possíveis danos que vierem a ser provocados pelo mau gerenciamento dos respectivos resíduos ou rejeitos.

- O gerador de resíduos sólidos domiciliares tem sua responsabilidade interrompida no momento em que sua disponibilização é feita de maneira adequada para a coleta ou local de logística reversa.

- Compete ao poder público proceder, de modo há auxiliar, com fiscalização a minimizar ou cessar o dano, logo que venha a ter o conhecimento de evento prejudicial ao meio ambiente ou à saúde pública associado ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Na sequência são apresentados de forma simplificada os responsáveis pelo gerenciamento dos diferentes tipos de resíduos (Quadro 1).

<b>Classificação</b>	<b>Origem</b>	<b>Responsável</b>
<b>Domiciliar</b>	Vida diária das residências	Prefeitura
<b>Comercial</b>	Estabelecimentos comerciais e de serviços	Prefeitura < 50kg/dia Gerador > 50kg/dia (Prefeitura de São Paulo)
<b>Público</b>	Limpeza pública urbana e de áreas de feiras livres	Prefeitura
<b>Resíduos de serviços de saúde (RSS)</b>	Resíduos sépticos de serviços de saúde	Gerador
<b>Portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários</b>	Resíduos sépticos que podem veicular doenças provenientes de outras localidade	Gerador
<b>Industrial</b>	Indústrias(maioria dos resíduos classe I)	Gerador
<b>Agrícola</b>	Agricultura e pecuária	Gerador
<b>Entulho (RCC)</b>	Construção civil	Gerador

Quadro 1- Classificação segundo a origem dos resíduos sólidos e a responsabilidade pelo seu gerenciamento.

Fonte: adaptado D'ALMEIDA, (2002).

## 4.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O gerenciamento de resíduos sólidos é um grupo de ações operacionais, normativas, financeiras e de planejamento que uma administração desenvolve (embasado em critérios sanitários, ambientais e econômicos) para coletar, segregar, tratar e dispor os resíduos sólidos gerados. Trata-se de um conjunto estruturado e

interativo de processos e funções, entre elas: operação, desenvolvimento organizacional, relações de trabalho, etc. (JARDIM,1995).

A Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), define gerenciamento de resíduos sólidos como sendo:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL,2010).

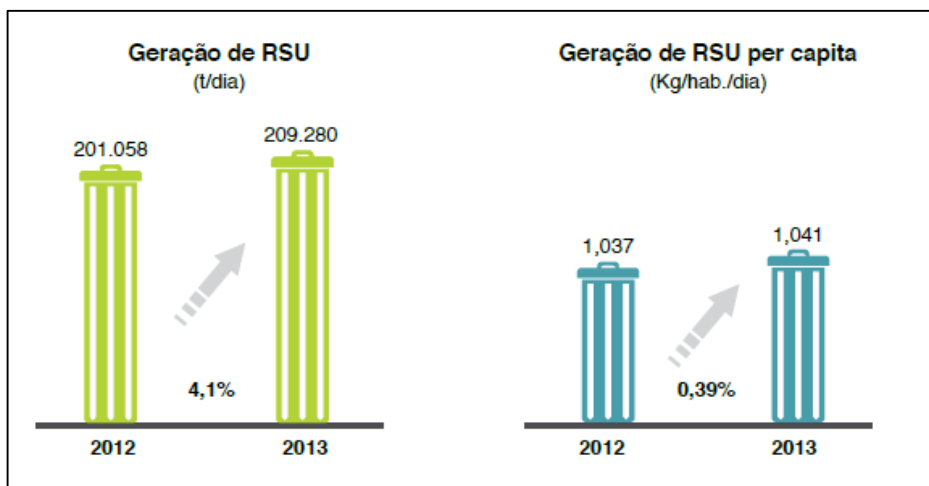
Gerenciamento de resíduos sólidos pode ser interpretado como sendo a área associada ao controle da geração, coleta, estocagem, transferência, transporte, processamento e disposição dos resíduos sólidos, de acordo com princípios de saúde pública, econômicos, de engenharia, de conservação, estéticos, e de proteção ao meio ambiente (TCHOBANOGLIOUS et al., 1993).

Segundo Castilhos Junior (2003), o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos precisa ser integrado, possuindo como etapas relacionadas, desde ações para o início do processo com a não geração de resíduos até a disposição final, associadas com a compatibilidade dos sistemas do saneamento ambiental, tendo significativa importância a participação do governo, iniciativa privada e sociedade civil organizada para o seu cumprimento.

De acordo com Monteiro (2001) o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos trata-se da formação e aplicação de ações com o intuito de promover a conscientização da sociedade sobre a logística dos resíduos, se fazendo necessário o comprometimento das entidades governamentais e da população.

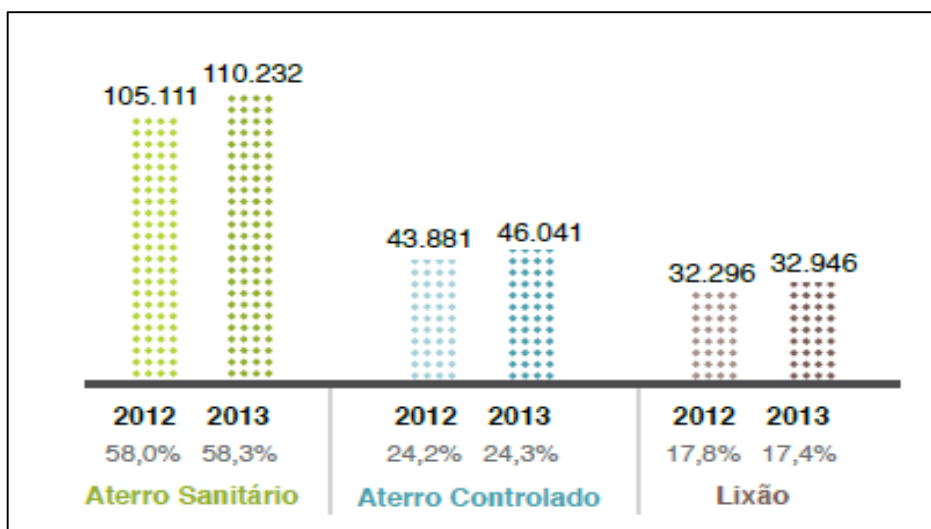
#### 4.3 CENÁRIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

Conforme dados da ABRELPE, a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil em 2013 teve crescimento de 4,1% significando um aumento de 76.387.200 toneladas (Figura 2). Nesse mesmo período a taxa de crescimento populacional no país foi de 3,7%.



**Figura 2– Geração de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil.**  
**Fonte: ABRELPE, (2013).**

Segundo dados da ABRELPE (2013) 58,3% dos resíduos coletados seguiram para aterros sanitários, sem significativa mudança em relação aos dados registrados no ano anterior (58,0%). Como consequência 41,7% (79 mil toneladas diárias) foi destinada para lixões ou aterros controlados (Figura 3).



**Figura 3 – Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil (t/dia).**  
**Fonte: ABRELPE, (2013).**

Mesmo possuindo uma legislação mais restritiva, a destinação inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos está presente de maneira significativa no Brasil. Calcula-se que 60,0% dos 3.344 municípios, ainda fizeram uso em 2013 de locais impróprios para destinação final dos resíduos coletados (ABRELPE, 2013,).

#### 4.4 DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO SOLO

Segundo a PNRS entende-se por disposição final ambientalmente adequada: “a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos” (BRASIL, 2010).

##### 4.4.1 Lixão ou vazadouro

Conforme D'almeida (2002) lixão é uma forma inadequada de disposição final dos resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga dos mesmos sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. É o mesmo que descarga de resíduos a céu aberto.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos define lixão como sendo uma forma inadequada de disposição final de resíduos e rejeitos, que consiste na descarga do material no solo sem qualquer técnica ou medida de controle (BRASIL, 2012b).

Lixão caracteriza-se por ser um local onde é depositado materiais de diversas origens sem qualquer tipo de tratamento. O lixão é causador de poluição: os resíduos em decomposição geram chorume, que liberados contaminam o solo e a água. Além de fatores que propiciam a proliferação de roedores e insetos (AGENDA 21, 2014).

##### 4.4.2 Aterro controlado

Segundo D'almeida (2002) aterro controlado caracteriza-se pela disposição dos resíduos em local controlado. Estes recebem uma cobertura de solo ao final de cada jornada. Os aterros controlados geralmente não possuem impermeabilização de base, e sistemas de captação de líquidos percolados ou gases, assim caracterizando em uma forma de disposição inadequada.

“Forma inadequada de disposição final de resíduos e rejeitos, no qual o único cuidado realizado é o recobrimento da massa de resíduos e rejeitos com terra” (BRASIL, 2012b, p.15.).

#### 4.4.3 Aterro sanitário

Segundo a NBR 8.419 (ASSOCIAÇÃO..., 1992) o aterro sanitário caracteriza-se por uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem gerar danos à saúde pública e à sua segurança, reduzindo os impactos ambientais, método este que utiliza os princípios de engenharia (impermeabilização do solo, cercamento, ausência de catadores, sistema de drenagem de gases, águas pluviais e lixiviado) para manter os resíduos e rejeitos na menor área possível e reduzir a volume permissível, cobrindo-o com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.

O aterro sanitário é o método mais adequado de disposição final dos resíduos sólidos no solo utilizando princípios de engenharia e normas operacionais específicas (RODRIGUES, 2008) (Figura 4).

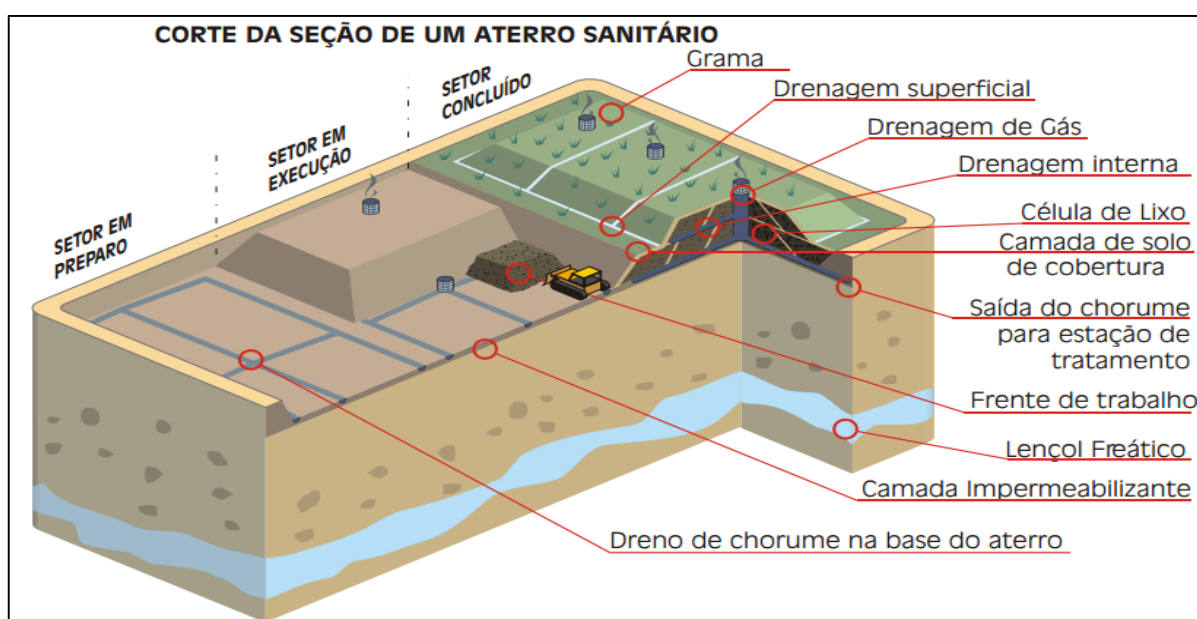


Figura 4– Esquema operacional de um aterro sanitário.  
Fonte: CONDER, (1998).

Segundo D'almeida (2002) alguns critérios precisam ser adotados para a justificativa da escolha do local destinado ao aterro sanitário, entre eles vida útil, distância do centro atendido, zoneamento ambiental, densidade populacional, uso e ocupação das terras, valor da terra, aceitação da população e de entidades ambientais não-governamentais, declividade do terreno, distância aos cursos d'água (Quadro 2):

Dados Necessários	Classificação das áreas		
	Adequada	Possível	Não-Recomendada
Vida útil	Maior que 10 anos	Menor que 10 anos (a critério do órgão ambiental)	
Distância do centro atendido	5 – 20 km		Menor que 5 km Maior que 20 km
Zoneamento ambiental	Áreas sem restrições no zoneamento ambiental		Unidades de conservação ambiental e correlatas
Zoneamento urbano	Vetor de crescimento mínimo	Vetor de crescimento intermediário	Vetor de crescimento principal
Densidade populacional	Baixa	Média	Alta
Uso e ocupação das terras	Áreas devolutas ou pouco utilizadas		Ocupação intensa
Valor da terra	Baixo	Médio	Alto
Aceitação da população e de entidades ambientais não-governamentais	Boa	Razoável	Oposição severa
Declividade do terreno (%)	$3 \leq \text{declividade} \leq 20$	$20 \leq \text{declividade} \leq 30$	Declividade < 3 ou Declividade > 30
Distância aos cursos d'água	Maior que 200 m	Menor que 200 m, com aprovação do órgão ambiental responsável	

**Quadro 2 – Critérios para pré-seleção de áreas para instalação de aterros sanitários.**

Fonte: adaptado D'ALMEIDA, (2002).

De acordo com a NBR 8.419 (ASSOCIAÇÃO..., 1992), o projeto de aterro sanitário deve ter medidas de proteção ambiental tais como:

- Sistema de drenagem superficial: Deve ser previsto sistema de drenagem das águas superficiais que tendam a escoar para a área do aterro sanitário, bem como das águas que se precipitam diretamente sobre essa área.
- Sistema de drenagem e remoção de percolado: Deve ser previsto um sistema para drenagem e remoção dos líquidos que percolam através dos resíduos dispostos.
- Sistema de tratamento do percolado: Deve ser previsto um sistema de tratamento para o líquido percolado coletado.
- Impermeabilização inferior e/ou superior: Deve ser prevista uma impermeabilização inferior e/ou superior do aterro sanitário.
- Sistema de drenagem de gás: Deve ser previsto um sistema para a drenagem de gás, que pode ser integrado ao sistema de drenagem de líquido percolado.



Os aterros sanitários possuem vantagens e desvantagens. Segundo a CETESB (1997) essas são:

Vantagens:

- Custo de investimento muito menor que o requerido por outras formas de tratamento de resíduos; incineração, compostagem e reciclagem.
- Custo de operação muito menor que o requerido pelas instalações de tratamento de resíduos;
- Método completo, pois não apresenta rejeitos ou refugos a serem tratados em outras instalações;
- Simplicidade operacional; e flexibilidade operacional, sendo capaz de operar bem mesmo ocorrendo flutuações nas quantidades de resíduos a serem aterradas.

Desvantagens:

- Não tratam os resíduos,
- Consistindo numa forma de armazenamento no solo;
- Requerem áreas cada vez maiores;
- A operação sofre ação das condições climáticas;
- Apresentam risco de contaminação do solo e da água subterrânea.

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

O IQR trata-se de um índice que foi desenvolvido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, utilizado pela primeira vez no ano de 1997 no Inventário Estadual das Condições dos Locais Utilizados para Destinação Final de Resíduos. Neste inventário, todas as instalações de destinação de resíduos em operação no Estado de São Paulo foram inspecionadas pelos técnicos das Agências Ambientais e aplicado um formulário padronizado composto por 34 itens com informações sobre as principais características locacionais, estruturais e operacionais de cada instalação. Essas informações reunidas compuseram IQR-Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (CETESB, 2013).

O IQR nova proposta é um questionário padronizado constituído por sete itens: estrutura de apoio; frente de trabalho; talude e bermas; superfície superior; estrutura de proteção ambiental; característica da área; outras informações. Cada um desses itens contém subitens, que recebem uma avaliação com peso, obtendo-

se para cada subitem pontos. Ao final ocorre a soma total de pontos que é dividida por 10 (sem recebimento de resíduos industriais) ou 11 (com recebimento de resíduos industriais) (anexo 1) (ALBERTIN et al, 2010).

Os itens incorporados, somados à estratificação da nota em duas categorias, Inadequada (0,0 a 7,0) e Adequada (7,1 a 10,0), resultam em notas mais baixas para aqueles municípios que se encontram na faixa limítrofe de enquadramento entre inadequado e controlado<sup>1</sup> pelo critério anterior. Portanto, este novo critério exige dos agentes de controle uma maior acompanhamento das instalações e, dos responsáveis pela gestão dos aterros, um maior acompanhamento da operação (CETESB, 2013)

O resultado pode variar de 0,0 a 10,0, sendo o objetivo desta pontuação é avaliar se as condições da unidade de disposição final apresentam-se adequadas ou inadequadas (Quadro 3).

ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR NOVA PROPOSTA			
IQR		AVALIAÇÃO	
0	a	7	CONDIÇÕES INADEQUADAS
7,1	a	10	CONDIÇÕES ADEQUADAS

**Quadro 3 – Enquadramento das condições das instalações de tratamento/destinação final dos RSU em função do IQR, IQR Valas “Nova Proposta”.**

Fonte: CETESB (2013).

<sup>1</sup> Antes da “Nova Proposta” do IQR havia três critérios de enquadramento - Adequado, Controlado e Inadequado, sendo os dois ultimo o que se enquadraria hoje no critério de Condições Inadequadas.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo do presente trabalho abrange os municípios de Cianorte e Campo Mourão ambos no estado do Paraná. O município de Campo Mourão está localizado na região Centro-Ocidental do estado do Paraná e o município de Cianorte na região Noroeste. Os dois municípios possuem toda sua extensão territorial no Terceiro Planalto (Planalto de Guarapuava) formação com predominância de derrames basálticos (IBGE, 2014).



Figura 5– Mapa de Mesorregiões no Estado do Paraná  
Fonte: Adaptado IPARDES, (2014).



Figura 6 – Mapa de localização dos municípios de Campo Mourão e Cianorte.  
Fonte: Adaptado IPARDES, (2014).

O município de Campo Mourão está localizado a uma altitude de 585 metros, possui população estimada de aproximadamente 92.300 habitantes, suas coordenadas geográficas são: Latitude 24° 02' 44" S e Longitude 52° 22' 59" W. Faz limites com os municípios: Peabiru, Farol, Mamborê, Luiziana, Corumbataí do Sul, Araruna e Barbosa Ferras (IBGE, 2010a).

O município de Cianorte está localizado a uma altitude de 543 metros, possui população estimada de aproximadamente 76.456 habitantes, suas coordenadas geográficas são: Latitude 23 ° 39 ' 48 " S e Longitude 52 ° 36 ' 18 " W. Faz limites com os municípios: Araruna, Tuneiras do Oeste, Tapejara, Jussara, São Tomé e Indianópolis (IBGE, 2010b).

O município Campo Mourão gera aproximadamente 0,800 kg/hab/dia de resíduos sólidos urbanos. Todo o município é atendido pelo serviço de coleta de resíduos sólidos urbanos. Na área central a coleta é diária e nas demais regiões em dias alternados. Todo o resíduo de coleta convencional é destinado ao aterro sanitário municipal, em operação desde fevereiro de 2002 (BRASIL, 2012c). O aterro sanitário está localizado a 12 km do centro da cidade de Campo Mourão, no Km 183 da rodovia BR 487 sentido Campo Mourão – Tuneiras do Oeste, e recebe em média 80 ton./dia de RSU.

A geração de RSU no município de Cianorte é de aproximadamente 0,670 kg/hab/dia (REZENDE et al, 2013). A Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), empresa estadual de sociedade mista, é a responsável pelo gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município, contemplando os serviços de coleta, transporte, tratamento, disposição final adequada e implantação do programa de coleta seletiva (ALBERTIN et al, 2010). O aterro sanitário está localizado a 7 km do centro da cidade de Cianorte, no km 52 da rodovia PR 82, sentido Cianorte - São Tomé, e recebe aproximadamente 70 ton./dia de RSU.

### 5.3 COLETA DE DADOS E DETERMINAÇÃO DO IQR

O desenvolvimento do trabalho consistiu nas seguintes etapas: Na primeira foi realizada uma revisão bibliográfica referente ao assunto principal - Aterro de Resíduos Sólidos Urbanos - assim obtendo base para buscar o discernimento aos seguintes assuntos: resíduos sólidos, gerenciamento de resíduos, atual cenário de resíduos no Brasil. Este estudo teve como apoio fontes bibliográficas de domínio

público e foi desenvolvido através de consultas a artigos, dissertações, livros, legislações e normas técnicas.

A segunda etapa caracterizou-se pelo contato com as empresas responsáveis pelos aterros sanitários dos municípios de Campo Mourão e Cianorte, com o objetivo de obter autorização para efetuar visitas técnicas nos locais de disposição de resíduos e ter acesso a documentos para quantificar o IQR dos respectivos aterros sanitários. Dos documentos: licenças ambientais, 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.

Na terceira etapa foram tabulados e analisados os dados obtidos *in loco* para a avaliação do IQR e diagnóstico da situação atual dos aterros (Quadro 4).

ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR NOVA PROPOSTA									
MUNICÍPIO:					DATA:				
LOCAL:					AGÊNCIA:				
BACIA HIDROGRÁFICA:					UGRH:				
<input type="checkbox"/> Licença de Instalação (L.I.) <input type="checkbox"/> Licença de Operação (L.O.)					TÉCNICO:				
ÁREA OCUPADA:					Observações:				
ITEM	SUB-ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS	ITEM	SUB-ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
ESTRUTURAPURIO	1. PORTARIA, BALANÇA E VIGILÂNCIA	SIM/SUFICIENTE	2		OUTRASINFORMAÇÕES	23. PRESENÇA DE CATA DORES	NÃO	2	2
		NÃO/INSUFICIENTE	0				SIM	0	
	2. ISOLAMENTO FÍSICO	SIM/SUFICIENTE	2			24. QUEIMA DE RESÍDUO	NÃO	2	2
		NÃO/INSUFICIENTE	0				SIM	0	
3. ISOLAMENTO VISUAL	SIM/SUFICIENTE	2		25. OCORRÊNCIA DE MOSCAS E ODIRES	NÃO	2	2		
	NÃO/INSUFICIENTE	0			SIM	0			
4. ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	3		26. PRESENÇA DE AVES E ANIMAIS	NÃO	2	0		
	INADEQUADO	0			SIM	0			
FRONTALDE	5. DIMENSÕES DA FRENTE DE TRABALHO	ADEQUADAS	5		27. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS	NÃO	2	2	
		INADEQUADAS	0			SIM	0		
	6. COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS	ADEQUADA	5			SUBTOTAL 2.1: (Pontuação máxima = 10)			8
		INADEQUADA	0			28. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS	SIM (PREENCHER ITEM 29)		
7. RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	5		NÃO (R PARA ITEM 30)					
	INADEQUADO	0		29 ESTRUTURAS E PROCEDIMENTOS	SUFICIENTE / ADEQUADO	10			
TABELEAS	8. DIMENSÕES E INCLINAÇÕES	ADEQUADAS	4		INADEQUADO		0		
		INADEQUADAS	0		SUBTOTAL 2.2: (Pontuação máxima = 20)			8	
	9. COBERTURA DE TERRA	ADEQUADA	4			30. PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	≥ 500 m	2	2
		INADEQUADA	0				< 500 m	0	
10. PROTEÇÃO VEGETAL	ADEQUADA	3		31. PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA	≥ 200 m	2	2		
	INADEQUADA	0			< 200 m	0			
11. A FLORAMENTO DE CHORUME	NÃO / RAROS	4		SUBTOTAL 3: (Pontuação máxima = 4)			4		
	SIM / NUMEROSOS	0		32. VIDA ÚTIL DA ÁREA	<input type="checkbox"/> <= 2 ANOS				
12. NIVELAMENTO DA SUPERFÍCIE	ADEQUADO	5			<input type="checkbox"/> DE 2 A 5 ANOS				
	INADEQUADO	0		<input type="checkbox"/> > 5 ANOS					
13. HOMOGENEIDADE DA COBERTURA	SIM	5		33. LICENÇA DE OPERAÇÃO		<input type="checkbox"/> SIM			
	NÃO	0		<input type="checkbox"/> NÃO / VENCIDA					
ESTRUTURADE	14. IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO	SIM / ADEQUADA (N. PREENCHER ITEM 15)	10		34. RESTRIÇÕES LEGAIS AO USO DO SOLO		<input type="checkbox"/> SIM		
		NÃO / INADEQUADA (PREENCHER ITEM 15)	0		<input type="checkbox"/> NÃO				
	15. PROF. LENÇOL FREÁTICO (P) X PERMEABILIDADE DO SOLO (k)	$P > 3 \text{ m}, k < 10^{-4}$	4						
		$1 \leq P \leq 3 \text{ m}, k < 10^{-4}$	2			CONDIÇÃO INADEQUADA		0	
16. DRENAGEM DO CHORUME	SIM/SUFICIENTE	4							
	NÃO/INSUFICIENTE	0							
17. TRATAMENTO DE CHORUME	SIM / ADEQUADO	4							
	NÃO / INADEQUADO	0							
18. DRENAGEM PROVISÓRIA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFICIENTE / DESNECESS.	3							
	NÃO / INSUFICIENTE	0							
19. DRENAGEM DEFINITIVA DE ÁGUAS	SUFICIENTE / DESNECESS.	4							
	NÃO / INSUFICIENTE	0							
20. DRENAGEM DE GASES	SUFICIENTE / DESNECESS.	4							
	NÃO / INSUFICIENTE	0							
AMBIENTE	21. MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	ADEQUADO	4						
		INADEQUADO / INSUFIC.	1						
		INEXISTENTE	0						
22. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO	ADEQUADO / DESNECESS.	4							
	INADEQUADO / INSUFIC.	1							
	INEXISTENTE	0							
SUBTOTAL 1: (Pontuação máxima = 50)				0					

Quadro 4 – Itens a serem avaliados para a formulação do índice de IQR tendo como critérios as condições das instalações de disposição final de resíduos sólidos urbanos

Fonte: CETESB, (2013).

## 5.4 PARÂMETROS DE REFERÊNCIA PARA OBTENÇÃO DO IQR

### 5.4.1 Estrutura de apoio.

#### **Portaria, balança e vigilância:**

Conforme parâmetros estabelecidos na NBR 13.896 (ASSOCIAÇÃO..., 1997) o aterro sanitário deve ter portão que constitua uma forma de controle de acesso ao local.

De acordo com Recesa (2008) a portaria deverá manter um controle de acesso registrando dados de cada veículo (peso da tara, peso da carga, origem do material) e emitindo recibos e documentos para registro.

#### **Isolamento físico:**

De acordo com Bidone (1999) sua função é isolar a área do aterro. São construídas cercas em arame farpado ou tela rudimentar, com o intuito de limitar o espaço e impedir a entrada de catadores e animais, além de ter a função de servir como barreira para papéis, plásticos e outros detritos que venham a ser carregados pela ação do vento.

Segundo a NBR 13.896 (ASSOCIAÇÃO..., 1997) o isolamento físico caracteriza-se por “cerca que circunde completamente a área em operação, construída de forma a impedir o acesso de pessoas estranhas e animais”.

“Dispositivos que têm por objetivo controlar o acesso às instalações dos aterros evitando, desta forma, a interferência de pessoas e animais em sua operação ou a realização de descargas de resíduos não autorizados” (MANSOR, et al, 2010, p.36).

#### **Isolamento visual:**

O sistema tem a finalidade de utilizar a vegetação como barreira para suavizar a visualização do aterro e suas instalações, bem como diminuir a propagação de poeira e ruídos provocados pela movimentação de máquinas e maus odores provocados pelos gases no entorno do aterro (MANSOR, et al, 2010)

Segundo a NBR 13.896 (ASSOCIAÇÃO..., 1997) a utilização de cerca viva arbustiva ou arbórea ao redor da instalação tem como objetivo os aspectos referentes à vizinhança, a incidência de ventos além da estética.

De acordo com D'Almeida (2002) a finalidade do sistema consiste em evitar os impactos visuais negativos ao público externo além de melhorar a dispersão vertical de gases e odores.

#### **Acesso à frente de descargas:**

Segundo a NBR 13.896 (ASSOCIAÇÃO..., 1997) os acessos devem ser executados de maneira a permitir o tráfego de máquinas e caminhões sob quaisquer condições climáticas.

“Todas as vias de acesso ao aterro devem ser mantidas em condições de tráfego, mesmo em épocas chuvosas. As vias de acesso devem ser macadamizadas, apedregulhadas ou mesmo asfaltadas se o movimento for intenso” (FARIA, 2012, p.97.)

#### 5.4.2 Frente de trabalho

##### **Dimensões da frente de trabalho:**

A frente de trabalho se constitui como um local onde é possível os veículos descarregarem o material e fazer suas manobras de forma que as dimensões desse sejam suficientes (MONTEIRO, 2001).

Segundo Faria (2012) manter uma frente de trabalho com as menores dimensões possíveis, evita a proliferação de vetores e a dispersão de material pelo vento.

##### **Compactação dos resíduos:**

Segundo Faria (2012) o resíduo disposto na célula deverá ser compactado de modo que seu volume tenha uma redução entorno de um terço do volume inicial, o que geralmente consiste em um ciclo de 3 a 5 passadas com o trator sobre o resíduo.

Uma boa compactação necessita de um espalhamento do resíduo de forma que sua camada não ultrapasse espessura maior que 50 cm, em séries de três a seis passadas sobre a massa de resíduos (NARUO, 2003).



**Recobrimento dos resíduos:**

A camada de solo de cobertura necessária é de 20 a 30 cm para os recobrimentos diários dos resíduos, a fim de evitar a presença de vetores como ratos, baratas e aves e que os resíduos se espalhem com o vento. O recobrimento deve ser efetuado diariamente, ao término da jornada de trabalho (MONTEIRO, 2001).

**5.4.3 Talude e bermas****Dimensões e inclinações:**

Segundo Naruo (2003) a inclinação dos taludes operacionais mais estáveis é de 1 metro de base para cada metro de altura nas células em atividade, e de 3 metros de base para cada metro de altura nas células já encerradas.

**Cobertura de terra:**

A camada final (último nível) de cobertura deverá ter uma capa de argila compactada com a espessura mínima de 50 cm (MONTEIRO, 2001).

**Proteção vegetal:**

Para Bocchiglieri (2010) o uso de cobertura vegetal gera o aumento de evapotranspiração, diminuição na quantidade de chuva que infiltra e assim implica na diminuição na quantidade de percolado gerado.

A cobertura vegetal tem como objetivo conter os processos erosivos, evitando a exposição de materiais contaminantes e a propagação de vetores, além de formar uma barreira visual que limita a visualização do interior do aterro e suavizando seu aspecto estético (SOUZA, 2007).

**Afloramento de chorume:**

Este subitem tem avaliação visual tendo como critério o número de afloramentos de chorume em relação ao tamanho de cada célula, classificados nas categorias (Não/Raros) ou (Sim/Numerosos) (CETESB, 2013).

#### 5.4.4 Superfície superior

##### **Nivelamento da superfície:**

De acordo com Monteiro (2001) o caimento de cada célula deve manter uma inclinação mínima de 2% no sentido das bordas, para que não ocorra acúmulo de água na célula, e conseqüentemente aumento da quantidade de chorume e instabilidade da célula.

##### **Homogeneidade da cobertura:**

Este subitem tem avaliação visual, tendo como critério a verificação da camada final de cobertura da célula, sendo classificado em (Sim) ou (Não), em decorrência da presença ou não de material que não faça parte da camada de solo (CETESB, 2013).

#### 5.4.5 Estrutura de proteção ambiental

##### **Impermeabilização do solo:**

A NBR 13.896 (ASSOCIAÇÃO..., 1997) especifica que a impermeabilização do solo pode ser de duas formas: com camadas de materiais artificiais ou naturais, que impeça ou reduza substancialmente a infiltração do solo dos líquidos percolados. Camada natural de solo com espessura superior a 3,0 metros e com coeficiente de permeabilidade inferior a  $10^{-6}$ cm/s. Camadas artificiais de impermeabilização de fundo, com manta plástica.

##### **Profundidade de lençol freático (p) x permeabilidade do solo (k):**

Este subitem relaciona a profundidade e a permeabilidade do solo, têm como base NBR (ASSOCIAÇÃO..., 1997), ele é utilizado caso não haja adequação do subitem Impermeabilização do solo (CETESB. 2013).

##### **Drenagem do chorume:**

A drenagem do chorume deverá ser empregada sobre a camada de impermeabilização inferior utilizando drenos projetados em forma de espinha de peixe, ligados a drenos secundários e estes ligados a um dreno principal que irá

conduzir o chorume levando-o até um caixa de espera, de onde será bombeado para a estação de tratamento (MONTEIRO, 2001).

#### **Tratamento de chorume:**

De acordo com a Resolução CEMA 086/2013, são alternativas para o tratamento do chorume: recirculação (no próprio aterro); tratamento no local seguido de lançamento em corpo hídrico; tratamento por empresas terceirizadas; combinação dos métodos acima; demais tecnologias de tratamento validadas (PARANÁ, 2013).

#### **Drenagem provisória de águas pluviais:**

De acordo com D'almeida (2002) a drenagem provisória de águas pluviais tem a finalidade destinar a água coletada nas etapas de trabalho sem que essa percole na célula, posteriormente sendo substituído por um sistema definitivo.

#### **Drenagem definitiva de águas pluviais:**

Segundo Jardim (1995) a drenagem tem um papel importante, de modo a captar as águas de chuvas precipitadas e conduzi-las de maneira controlada sobre as áreas aterradas ou em seu entorno, deste modo evitando sua entrada no interior da célula e assim não contribuindo para o aumento do chorume.

A produção de chorume está diretamente ligada à parcela de precipitação que se infiltra no corpo no aterro, assim para diminuir o chorume produzido deve ser empregado um sistema eficiente que desvie a água antes que ela possa adentrar no corpo do aterro (D'ALMEIDA, 2002).

#### **Drenagem de gases:**

A drenagem de gases tem como o objetivo, a remoção dos gases gerados no interior do aterro de forma controlada. Estes são gerados a partir dos processos de decomposição da matéria orgânica presentes nos resíduos sólidos urbanos (MANSOR, 2010).

A distribuição dos drenos de gás verticais em planta deve considerar o raio de influência, ou de captação de biogás, de cada dreno. Quanto maior for a altura da célula menor deverá ser o raio de influência de projeto de cada dreno, variando em média de 15m a 30m (RECASE, 2010)

**Monitoramento de águas subterrâneas:**

De acordo com NBR 13.896 (ASSOCIAÇÃO..., 1997), o monitoramento de águas subterrâneas tem como objetivo, permitir uma avaliação de possíveis influências do líquido percolado mantendo desta maneira a qualidade das águas do lençol freático.

A rede de monitoramento deve possuir um ou mais poços localizados a montante da instalação e requer no mínimo 3 poços de monitoramento não alinhados em sua jusante (ASSOCIAÇÃO..., 1997).

**Monitoramento geotécnico:**

O monitoramento geotécnico é um sistema composto por: inspeção visual (indícios de erosão e trincas e fissuras na camada de cobertura ou qualquer outro sinal do movimento da massa de resíduos); deslocamentos verticais e horizontais (marcos superficiais e inclinômetro); medidas de pressões de gases e líquidos no interior do maciço (piezômetros) (BRASIL, 2009).

**5.4.6 Outras Informações:**

Os subitens englobados são: Presença de catadores; Queima de resíduo; Ocorrência de moscas e odores; Presença de aves e animais; Recebimento de resíduos não autorizados; Recebimento de resíduos industriais; Estruturas e procedimentos. Os critérios analisados são de caráter objetivo podendo ser constatado visualmente e tendo opção de avaliação: SIM ou NÃO (CETESB, 2013).

**5.4.7 Característica da área****Proximidade de núcleos habitacionais**

Conforme recomendação da NBR 13.896 (ASSOCIAÇÃO..., 1997), a localização do aterro sanitário deve respeitar uma distância mínima de núcleos populacionais, essa distância deve ser superior a 500 metros do limite da área útil do aterro em relação ao núcleo populacional mais próximo. Essa distância pode ser alterada dependendo do Organismos de Certificação de Sistema de Gestão Ambiental – OCA

**Proximidade de corpos de água;**

De acordo com a NBR 13.896 (ASSOCIAÇÃO..., 1997), “o aterro sanitário deve ser localizado a uma distância mínima 200 metros de qualquer coleção hídrica ou curso de água” além da avaliação da possíveis influências que esse possa acarretar na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas em sua proximidade. Esse distância pode ser alterada dependendo do Organismos de Certificação de Sistema de Gestão Ambiental – OCA.

**Vida útil da área:**

A NBR 13.896 (ASSOCIAÇÃO..., 1997), recomenda-se que o aterro sanitário tenha vida útil mínima de 10 anos.

Os Subitens Vida útil da área, Licença de operação e Restrições legais ao uso do solo são de critérios de observação não interferindo no resultado do Índice

.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS DO IQR NO ATERRO SANITÁRIO DE CAMPO MOURÃO

#### 6.1.1 Estrutura de apoio

**Portaria, balança e vigilância:** Verificou-se no aterro sanitário de Campo Mourão a existência de portaria de acesso (Figura 7), balança eletrônica com emissão de recibo de pesagem (Figura 8), ficha de controle de acesso de pessoas e veículos (Figura 9) e guarita utilizada para vigilância (Figura 10). As instalações de apoio encontram-se em mau estado de conservação.



Figura 7 – Portaria de acesso ao aterro.  
Fonte: Autoria própria, (2015).



Figura 8 – Balança eletrônica com emissão de recibo de pesagem.  
Fonte: Autoria própria, (2015).

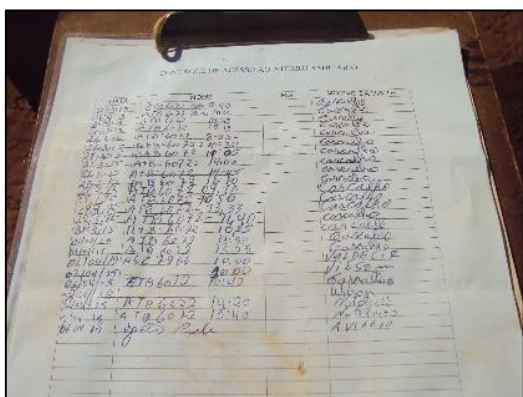


Figura 9 – Ficha de controle de acesso de veículos.  
Fonte: Autoria própria, (2015).



Figura 10 – Guarita utilizada para vigilância.  
Fonte: Autoria própria, (2015).

**Isolamento físico:** Há portão de acesso com trava (Figura 12) e todo perímetro do aterro sanitário é cercado com arame farpado para impedir o acesso de pessoas e animais (Figura 11). Todavia, foram identificados trechos onde a cerca encontra-se em mau estado de conservação.



Figura 11 – Cerca de arame farpado que envolve o perímetro do aterro sanitário.  
Fonte: Autoria própria, (2014).



Figura 12 – Portão de acesso ao aterro sanitário de Campo Mourão.  
Fonte: Autoria própria, (2014).

**Isolamento visual:** O aterro apresenta em seu entorno um isolamento visual constituído por vegetação arbórea de eucaliptos (Figura 13). Na circunvizinhança do aterro há plantações particulares de eucalipto que também contribui para esse isolamento (Figura 14).



Figura 13– Vegetação Arbórea.  
Fonte: Autoria própria, (2015).



Figura 14– Cinturão verde.  
Fonte: Adaptado Google Earth, (2015).

**Acesso à frente de descargas:** As vias de acesso interno do aterro possui pavimento revestido com brita (figura 15 e 16) pois o solo do aterro tem sua constituição com predominância argilosa.



Figura 15 – Acesso à frente de descarga com pavimento revestido com brita.  
Fonte: Autoria própria, (2015).



Figura 16 – Vias de acesso revestidas com brita.  
Fonte: Autoria própria, (2015).

#### 6.1.2 Frente de trabalho

**Dimensões da frente de trabalho:** A frente de trabalho apresenta dimensões aceitáveis pela demanda de caminhões tendo sua medida em torno de 12 metros. Possibilita a descarga de até 2 caminhões simultaneamente.



Figura 17 – Perfil da frente de trabalho.  
Fonte: Autoria própria, (2015).



Figura 18 – Frente de trabalho em relação a dimensão da área utilizada.  
Fonte: Autoria própria, (2015)

**Compactação dos resíduos:** O resíduo é espalhado pelo talude e compactado, por trator de esteira (Figura 19) com movimento de baixo para cima proporcionado a acomodação e diminuição do volume do resíduo. A frequência que o trator passa



sobre o resíduo depende do operador e do resíduo, sendo em média de 4 a 6 passadas.



**Figura 19 – Trator de esteira utilizado para compactação de resíduo.**

**Fonte: Autoria própria, (2015).**

**Recobrimento dos resíduos:** A camada de cobertura utilizada é em torno de 20 cm podendo ter variação de sua espessura dependendo do fluxo de caminhões. Embora a camada não apresentasse uma boa homogeneidade, seu recobrimento é realizado diariamente.

#### 6.1.3 Talude e bermas

**Dimensões e inclinações:** A inclinação dos taludes fica a cargo do operador da retroescavadeira, não há padronização estabelecida. Foram evidenciados desmoronamentos de talude, ocasionados pela ação da chuva e inclinação inadequada.



**Figura 20 – Vista superior do talude desmoronado.**  
 Fonte: Aatoria própria, (2015).



**Figura 21 – Vista lateral do talude desmoronado**  
 Fonte: Aatoria própria, (2015)

**Cobertura de terra:** A camada de solo empregada na cobertura final tem espessura de aproximadamente 50 cm.

**Proteção vegetal:** A camada de cobertura vegetal é constituída por gramíneas e estende-se por toda a área da célula (Figura 22 e 23).



**Figura 22– Gramíneas na lateral da célula finalizada.**  
 Fonte: Aatoria própria, (2015).



**Figura 23 –Vegetação face célula que está sendo utilizada.**  
 Fonte: Aatoria própria, (2015).

**Afloramento de chorume:** Foram identificados vários pontos da célula com afloramento de chorume (Figura 24).



Figura 24 – Afloramento de chorume na lateral da célula.  
Fonte: Autoria própria, (2015).

#### 6.1.4 Superfície superior:

**Nivelamento da superfície:** Verificou-se que a superfície encontra-se nivelada em percentuais aceitáveis - superior a 2% e não foi verificado a presença de poças de água.

**Homogeneidade da cobertura:** Foram verificados resíduos misturados nas camadas de solo da cobertura, comprometendo a homogeneidade da cobertura.

#### 6.1.5 Estrutura de proteção ambiental:

**Impermeabilização do solo:** O sistema empregado para a impermeabilização do solo é o de geomembrana.

**Profundidade do lençol freático (p) x permeabilidade do solo (k):** Como o subitem anterior apresenta-se adequado, esse item pela metodologia da Cetesb (2013), não se aplica.

**Drenagem do chorume:** O sistema utilizado é constituído por drenos horizontais no formato de espinha de peixe, drenos verticais e caixas de coleta de líquido percolado (Figura 25) das quais o chorume é direcionado por gravidade até as lagoas de tratamento.



**Figura 25 – Galeria de escoamento de chorume.**  
Fonte: Autoria própria, (2015).

**Tratamento de chorume:** O sistema empregado no tratamento de chorume é formado por três lagoas, sendo a primeira anaeróbia (Figura 26) a segunda facultativa (Figura 27) e a terceira de infiltração (Figura 28).



**Figura 26– Lagoa anaeróbia**  
Fonte: Autoria própria, (2015).



**Figura 27 – Lagoa facultativa**  
Fonte: Autoria própria, (2015).



**Figura 28 – Lagoa de infiltração.**  
Fonte: Autoria própria, (2015).

**Drenagem provisória de águas pluviais:** Não há sistema de drenagem provisória de águas pluviais no aterro.

**Drenagem definitiva de águas pluviais:** A drenagem definitiva de águas pluviais está presente apenas em um dos lados da célula em operação (Figura 31). Não foi possível evidenciar na célula concluída.



Figura 29 – Canaleta de água pluvial presente na lateral da célula em funcionamento  
Fonte: Autoria própria, (2015).

**Drenagem de gases:** O sistema de drenagem de gases apresenta distanciamento de aproximadamente 25 metros (Figura 32) entre drenos verticais (Figura 31) constituídos de concreto perfurado com um anel de brita envolvendo, com queimadores manuais nas extremidades no qual só foi notado nas áreas finalizadas.



Figura 30 – Queimador manual na área finalizada.  
Fonte: Autoria própria, (2015).



Figura 31 – Dreno vertical de concreto perfurado com anel de brita  
Fonte: Autoria própria, (2015).

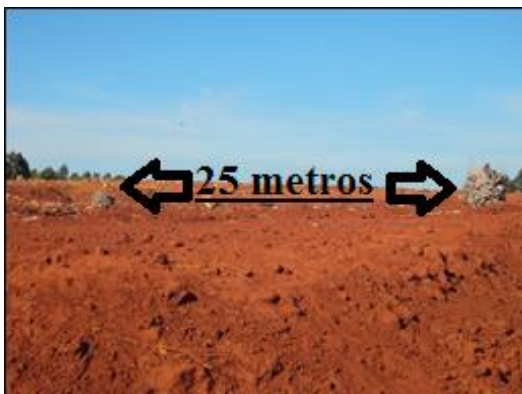


Figura 32 – Distanciamento entre drenos verticais.

Fonte: Autoria própria, (2015).

**Monitoramento de águas subterrâneas:** O sistema de monitoramento de águas subterrâneas é composto por dois poços. Um a montante da instalação outro a jusante, na área do aterro. A análise da qualidade da água subterrânea é feita trimestralmente por empresa terceirizada.

**Monitoramento geotécnico:** Não há sistema de monitoramento geotécnico no aterro sanitário de Campo Mourão.

#### 6.1.6 Outras informações:

**Presença de catadores:** Não foi evidenciada a presença de catadores de resíduos na área do aterro.

**Queima de resíduo:** Não foi evidenciado sinais de queima de resíduos na área do aterro.

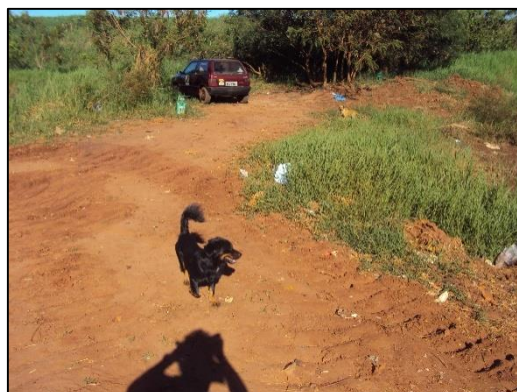
**Ocorrência de moscas e odores:** No decorrer da visita não foi constatado níveis de odores que incomodassem ou número elevado de moscas no entorno da célula. Na frente de trabalho foi notado um número maior de moscas.

.

**Presença de aves e animais:** Foi evidenciada a presença de animais, como urubus (Figura 33 e 36), gaivotas (Figura 35) e cachorros (Figura 34) na área do aterro.



**Figura 33 – Presença de urubus próximo ao entorno da célula**  
**Fonte: Autoria própria, (2015).**



**Figura 34 – Presença de cachorro dentro do aterro**  
**Fonte: Autoria própria, (2015).**



**Figura 35 – Gaivotas na frente de trabalho**  
**Fonte: Autoria própria, (2015).**



**Figura 36 – Urubus na frente de trabalho**  
**Fonte: Autoria própria, (2015).**

**Recebimento de resíduos não autorizados:** O aterro possui cerceamento e portaria recebendo somente resíduos coletados por caminhões cadastrados.

**Recebimento de resíduos industriais:** O aterro não recebe resíduo de origem industrial.

#### 6.1.7 Característica da área

**Proximidade de núcleos habitacionais:** O aterro está localizado na zona rural do município de Campo Mourão, distante de núcleos populacionais (distância superior a 500 m)(Figura 37).

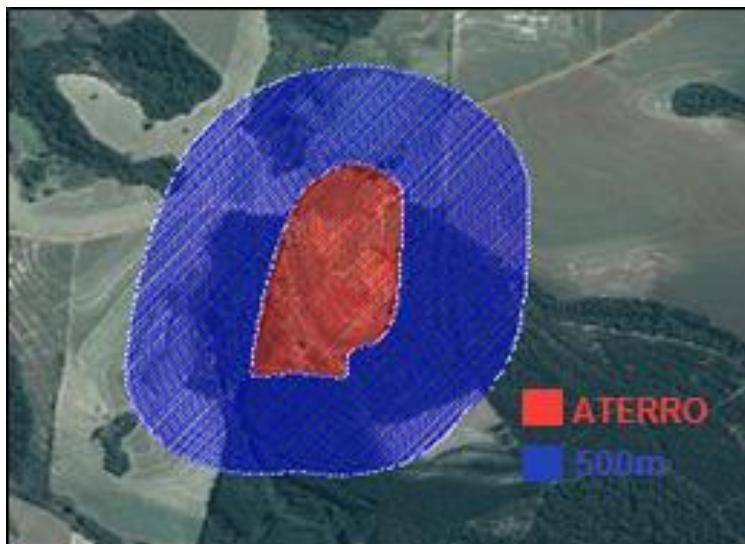


Figura 37 – Mapa de distanciamento de núcleos populacionais  
 Fonte: Autoria própria, (2015).

**Proximidade de corpos de água:** A distância aproximada do corpo hídrico é de 600 metros, ou seja, superior a recomendada, que é de 200 metros.

**Vida útil da área:** Dependendo dos investimentos e criação de novas células, a área tem vida útil superior a 10 anos.

**Licença de operação:** Não possui licença de operação em vigência.

**Restrições legais ao uso do solo:** O solo do aterro não possui restrição de uso, sua constituição é predominantemente argiloso.

#### 6.1.8 Avaliação do aterro sanitário de Campo Mourão

Aplicando a metodologia proposta pela Cetesb (2013) foi possível obter um resultado que demonstra de maneira quantitativa as atuais condições das instalações do aterro sanitário de Campo Mourão (Quadro 5).

O aterro sanitário de Campo Mourão obteve um IQR de 7,1 pontos, valor limite para ser considerado em condição adequada, sinalizando a necessidade de maiores investimentos e manutenções no aterro. As principais inadequações encontradas no aterro sanitário de Campo Mourão estão relacionadas com: dimensionamento de talude e bermas; afloramento de



chorume na superfície da célula; homogeneidade da cobertura na superfície superior; sistema de drenagem de águas provisórias e definitivas; sistema de monitoramento de águas subterrâneas e geotécnico e a presença de animais e aves.

ITEM	ESTRUTURA DE APOIO	AVAIUAÇÃO	PESO	
SUB-ITEM	1. PORTARIA, BALANÇA E VIGILÂNCIA	SIM / SUFICIENTE	2	
	2. ISOLAMENTO FÍSICO	SIM / SUFICIENTE	2	
	3. ISOLAMENTO VISUAL	SIM / SUFICIENTE	2	
	4. ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	3	
ITEM	FRENTE DE TRABALHO	AVAIUAÇÃO	PESO	
SUB-ITEM	5. DIMENSÕES DA FRENTE DE TRABALHO	ADEQUADA	5	
	6. COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	5	
	7. RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	5	
ITEM	TALUDE E BERMAS	AVAIUAÇÃO	PESO	
SUB-ITEM	8. DIMENSÕES E INCLINAÇÕES	INADEQUADO	0	
	9. COBERTURA DE TERRA	ADEQUADA	4	
	10. PROTEÇÃO VEGETAL	ADEQUADA	3	
	11. A FLORAMENTO DE CHORUME	SIM / NUMEROSOS	0	
ITEM	SUPERFÍCIE SUPERIOR	AVAIUAÇÃO	PESO	
SUB-ITEM	12. NIVELAMENTO DA SUPERFÍCIE	ADEQUADO	5	
	13. HOMOGENEIDADE DA COBERTURA	NÃO	0	
ITEM	ESTRURA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	AVAIUAÇÃO	PESO	
SUB-ITEM	14. IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO	SIM / ADEQUADO	10	
	15. PROF. LENÇOL FREÁTICO (P) X PERMEABILIDADE DO SOLO (K)	NÃO PREENCHER	.....	
	16. DRENAGEM DO CHORUME	SIM / SUFICIENTE	4	
	17. TRATAMENTO DE CHORUME	SIM / ADEQUADO	4	
	18. DRENAGEM PROVISÓRIA DE ÁGUAS PLUVIAIS	NÃO / INSUFICIENTE	0	
	19. DRENAGEM DEFINITIVA DE ÁGUAS PLUVIAIS	NÃO / INSUFICIENTE	0	
	20. DRENAGEM DE GASES	SUFICIENTE / DESNEC	4	
	21. MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	INADEQUADO / INSU	1	
	22. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO	INEXISTENTE	0	
	ITEM	OUTRAS INFORMAÇÕES	AVAIUAÇÃO	PESO
SUB-ITEM	23. PRESENÇA DE CATADORES	NÃO	2	
	24. QUEIMA DE RESÍDUO	NÃO	2	
	25. OCORRÊNCIA DE MOSCAS E ODORES	NÃO	2	
	26. PRESENÇA DE AVES E ANIMAIS	SIM	0	
	27. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS	NÃO	2	
	28. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS	NÃO PREENCHER	.....	
	29. ESTRUTURAS E PROCEDIMENTOS	NÃO PREENCHER	.....	
	ITEM	CARACTERÍSTICA DA ÁREA	AVAIUAÇÃO	PESO
	SUB-ITEM	30. PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	>= 500 m	2
31. PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA		>= 200 m	2	
32. VIDA ÚTIL DA ÁREA		<input checked="" type="checkbox"/> > 5 ANOS	.....	
33. LICENÇA DE OPERAÇÃO		<input type="checkbox"/> SIM	.....	
	34. RESTRIÇÕES LEGAIS AO USO DO SOLO	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO	.....	
		<b>TOTAL</b>	<b>71</b>	
		<b>IQR=71/10</b>	<b>7,1</b>	

Quadro 5 – Itens avaliados para a obtenção do IQR no município de Campo Mourão. Fonte: Autoria própria, (2015).

## 6.2 AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS DO IQR NO ATERRO SANITÁRIO DE CIANORTE

### 6.2.1 Estrutura de apoio

**Portaria, balança e vigilância:** O aterro sanitário de Cianorte possui sistema de portaria, balança em bom estado de funcionamento e vigilância durante todo o período do dia. Há controle de acesso de visitantes e veículos. Todos os caminhões de coleta são registrados e pesados, para controle interno.



Figura 38 – Portaria de acesso ao aterro  
Fonte: Autoria própria, (2015).



Figura 39 – Balança utilizada na pesagem de caminhões de coleta  
Fonte: Autoria própria, (2015).

**Isolamento físico:** A cerca de arame farpado apresenta-se em boas condições, mantendo todo o perímetro do aterro isolado (Figura 40). Em algumas partes (próximo à frente de trabalho) são utilizadas telas plásticas (Figura 41) para impedir a dispersão de resíduo pelo vento.



Figura 40 – Tela plástica utilizada próximo a frente trabalho  
Fonte: Autoria própria, (2015).



Figura 41 – Cerca de arame farpado que envolve o entrono do aterro sanitário.  
Fonte: Autoria própria, (2015).

**Isolamento visual:** O isolamento visual é feito com a utilização de vegetação arbórea de eucaliptos. (Figura 42 e 43) Em alguns trechos há a utilização conjunta de bambus para uma maior vedação (Figura 44).



**Figura 42 – Vegetação arbórea que envolve o entorno do aterro sanitário**  
Fonte: Autorial própria, (2015).



**Figura 43– Careira de Eucaliptos**  
Fonte: Autorial própria, (2015).



**Figura 44– Bambu recém plantado**  
Fonte: Autorial própria, (2015).

**Acesso à frente de descargas:** As vias de acesso interno são de solo arenoso com trechos revestidos com brita (Figura 45). A constituição do solo facilita o tráfego de caminhões em períodos chuvosos, a utilização de sistemas de drenagem de água pluvial consegue manter a via em bom estado de conservação (Figura 46).



**Figura 45– Via de acesso interno revestidas com brita.**  
 Fonte: Aatoria própria, (2015).



**Figura 46 – Acesso à frente de trabalho.**  
 Fonte: Aatoria própria, (2015).

### 6.2.2 Frente de trabalho

**Dimensões da frente de trabalho:** A dimensão é de aproximadamente 10 metros, compatível com a demanda de caminhões, possibilitando a descarga simultânea de dois ou três caminhões.



**Figura 47 –Vista frontal da frente de trabalho**  
 Fonte: Aatoria própria, (2015).



**Figura 48 – Vista lateral da frente de trabalho**  
 Fonte: Aatoria própria, (2015).

**Compactação dos resíduos:** O resíduo é espalhado pelo talude e compactado, por trator esteira (Figura 49) com movimento de baixo para cima, proporcionado à acomodação e diminuição do volume do resíduo. A frequência que o trator passa sobre o resíduo em média de 8 vezes.



**Figura 49 – Trator esteira utilizado para a compactação do resíduo**  
Fonte: Aatoria própria, (2015).

**Recobrimento dos resíduos:** O recobrimento dos resíduos é realizado diariamente. A camada de cobertura tem espessura de 30 cm de solo (Figura 50).



**Figura 50– Recobrimento da camada intermediária de resíduo**  
Fonte: Aatoria própria, (2015).

### 6.2.3 Talude e bermas

**Dimensões e inclinações:** A inclinação utilizada é de 1 metro de altura para 2 metros de base (Figura 51). Verificou-se que os taludes estavam

aparentemente estáveis, sem evidência de desmoronamento significativo (Figura 52),



**Figura 51– Inclinação talude**  
Fonte: Autoria própria, (2015).



**Figura 52– Vista face talude**  
Fonte: Autoria própria, (2015).

**Cobertura de terra:** A camada de cobertura final tem espessura de 50 cm.

**Proteção vegetal:** Todas as células concluídas apresentam cobertura vegetal de gramíneas (Figura 53). Evidenciou-se a preocupação de manter a cobertura vegetal em boas condições, pois auxilia na estabilidade do talude.



**Figura 53– Cobertura Vegetal presente na célula finalizada**  
Fonte: Autoria própria, (2015).

**Afloramento de chorume:** Foi identificado um ponto isolado de afloramento de chorume (Figura 54), provavelmente ocasionado pela chuva que ocorreu em dias anteriores à visita.



**Figura 54– Pequeno afloramento de chorume na canaleta de água pluvial**

**Fonte: Autoria própria, (2015).**

#### 6.2.4 Superfície superior

**Nivelamento da superfície:** Verificou-se que a superfície encontra-se nivelada em percentuais aceitáveis - superior a 2% e não foi verificada a presença de poças de água.

**Homogeneidade da cobertura:** A camada de cobertura das células apresenta-se homogênea sem a presença de resíduos expostos.

#### 6.2.5 Estrutura de proteção ambiental

**Impermeabilização do solo:** A impermeabilização do aterro é constituída por uma geomembrana de polietileno de alta densidade (2 mm) em toda sua base e nas laterais da trincheira (Figura 55). Sobre a manta há uma camada de 50 cm de solo (Figura 56) com o propósito de minimizar a possibilidade de rompimento da geomembrana pela movimentação das máquinas.



**Figura 55 – Geomebrana envolvendo toda a lateral da trincheira**  
 Fonte: Aatoria própria, (2015).



**Figura 56– Capa de solo argiloso para proteção mecânica**  
 Fonte: Aatoria própria, (2015).

**Prof. lençol freático (p) x permeabilidade do solo (k):** Como o subitem Impermeabilização do Solo apresenta-se adequado, esse item pela metodologia da Cetesb (2013), não se aplica.

**Drenagem do chorume:** O sistema de drenagem de chorume tem formato tipo espinha de peixe (Figura 59) e caixas de coleta de líquido percolado (Figura 57 e 58) das quais o chorume é direcionado por gravidade até as lagoas de tratamento.



**Figura 57 – Caixa de líquido percolado**  
 Fonte: Aatoria própria, (2015).



**Figura 58 – Caixa de líquido percolado**  
 Fonte: Aatoria própria, (2015).





**Figura 59– Drenos de chorume na forma de espinha de peixe**  
**Fonte: Aatoria própria, (2015).**

**Tratamento de chorume:** O sistema empregado no tratamento de chorume é formado por quatro lagoas, lagoa anaeróbia (Figura 60), lagoa facultativa (Figura 61), lagoa de polimento (Figura 62) e a lagoa de infiltração (Figura 63) que foi implantado o sistema de recirculação do chorume para as células.



**Figura 60– Lagoa anaeróbia**  
**Fonte: Aatoria própria, (2015).**



**Figura 61 – Lagoa facultativa**  
**Fonte: Aatoria própria, (2015).**



**Figura 62– Lagoa de polimento**  
**Fonte: Aatoria própria, (2015).**



**Figura 63 – Lagoa de infiltração adaptada para recirculação**  
**Fonte: Aatoria própria, (2015).**

**Drenagem provisória de águas pluviais:** Evidenciou-se a existência de canaletas de concreto para drenagem provisória de água pluvial (Figura 64) no entorno da área de trabalho, e também a utilização de curvas de níveis.



**Figura 64– Canaleta de água pluvial sendo instalada próxima à frente de trabalho**  
Fonte: Autorial própria, (2015)

**Drenagem definitiva de águas pluviais:** O sistema de drenagem definitiva de águas pluviais está presente em todos os lados das células do aterro. Escadas dissipadoras, Canaletas de concreto e lagoas para acúmulo de água pluvial complementam o sistema.



**Figura 65 – Lagoa de acumulo de água pluvial**  
Fonte: Autorial própria, (2015)



**Figura 66 – Canaleta de concreto para coleta de água pluvial**  
Fonte: Autorial própria, (2015)



**Figura 67 – Escadas dissipadoras para água pluvial**

Fonte: Autoria própria, (2015)

**Drenagem de gases:** Os drenos de gases estão localizados há uma distância média de 25 a 30 metros um do outro. Os drenos são constituídos de concreto perfurado com anel de tela metálica preenchido com brita, com queimador manual na extremidade (Figura 68 e 69).



**Figura 68 – Queimador**  
Fonte: Autoria própria, (2015).



**Figura 69 – Queimadores célula finalizada**  
Fonte: Autoria própria, (2015).

**Monitoramento de águas subterrâneas:** O sistema de monitoramento de águas subterrâneas é composto por três poços localizados no aterro: um a montante da instalação (Figura 71), um a jusante (Figura 70) e o terceiro sendo de nível intermediário.



**Figura 70 – Poço a jusante do aterro sanitário**

Fonte: Autoria própria, (2015).



**Figura 71 – Poço a montante do aterro sanitário**

Fonte: Autoria própria, (2015).

**Monitoramento geotécnico:** O sistema de monitoramento geotécnico é composto por marcos superficiais de concreto para verificar os recalques das células (figuras 72 e 73).



**Figura 72 – Marcos superficiais de concreto na extremidades da célula**

Fonte: Autoria própria, (2015).



**Figura 73– Marco de concreto**

Fonte: Autoria própria, (2015)

#### 6.2.6 Outras informações:

**Presença de catadores:** Não foram verificadas evidências da presença de catadores na área do aterro.

**Queima de resíduo:** Não foi evidenciado sinais de queima de resíduos na área do aterro.

**Ocorrência de moscas e odores:** No decorrer da visita não foi constatado níveis de odores que incomodassem ou número elevado de moscas.

**Presença de aves e animais:** No aterro sanitário foi possível constatar a presença de aves (gaivotas e pombos) tanto na frente de trabalho como em seu entorno, embora seja utilizado ações mitigadoras com fogos de artifícios (Figura 74).



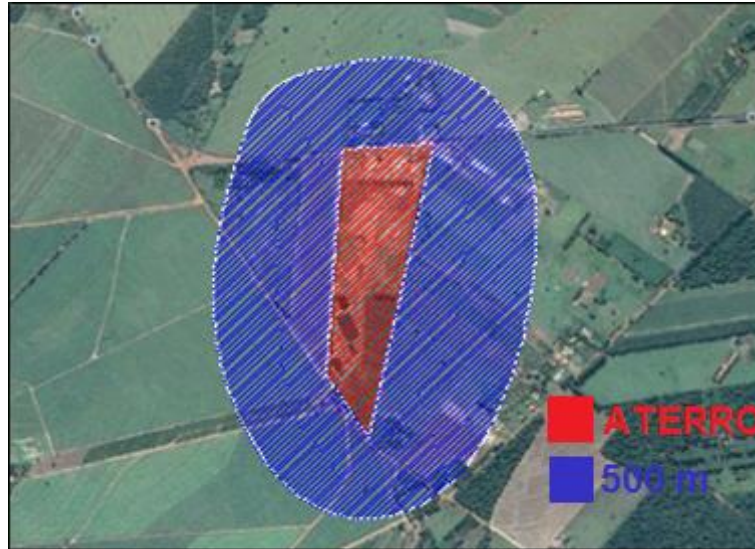
**Figura 74 – Bombos e gaivotas presentes na frente de trabalho**  
Fonte: Autoria própria, (2015).

**Recebimento de resíduos não autorizados:** O aterro possui cercamento e portaria recebendo somente resíduos coletados por caminhões cadastrados.

**Recebimento de resíduos industriais:** O aterro não recebe resíduo de origem industrial.

#### 6.2.7 Característica da área

**Proximidade de núcleos habitacionais:** O aterro está localizado na zona rural do município de Cianorte, com distância de 4 km do núcleo populacional mais próximo.



**Figura 75 – Mapa de distâncias de núcleos populacionais**  
 Fonte: Autoria própria, (2015).

**Proximidade de corpos de água:** Os cursos hídricos mais próximos são o Córrego do Cajuru a oeste do aterro, a uma distância de 900 metros; e o Córrego da Juraia a noroeste, a uma distância de 650 metros. Desta forma caracteriza uma distância maior que a recomendada, 200 metros.

**Vida útil da área:** A expectativa de vida útil do aterro é de aproximadamente 15 anos.

**Licença de operação:** Possui licença de operação emitida pelo Instituto Ambiental do Paraná - Licença Nº 4921, com validade até 23/06/2016.

**Restrições legais ao uso do solo:** O solo do aterro não possui restrição legal, é classificado como latossolo de textura arenosa, sendo de média permeabilidade.

#### 6.2.8 Avaliação do aterro sanitário de Cianorte

Aplicando a metodologia proposta pela Cetesb (2013) foi possível obter um resultado que demonstra de maneira quantitativa as atuais condições das instalações do aterro sanitário de Cianorte. (Quadro 6).

O aterro sanitário do município de Cianorte obteve um IQR de 9,2 pontos, ou seja, próximo da condição ideal, precisando de pequenas intervenções para isso

ocorra. Os subitens que foram atendidos parcialmente estão associados a: sistema de monitoramento de águas subterrâneas e geotécnico e o que obteve inadequação: presença de animais e aves.

ITEM	ESTRUTURA DE APOIO	AVALIAÇÃO	PESO
SUB-ITEM	1. PORTARIA, BALANÇA E VIGILÂNCIA	SIM / SUFICIENTE	2
	2. ISOLAMENTO FÍSICO	SIM / SUFICIENTE	2
	3. ISOLAMENTO VISUAL	SIM / SUFICIENTE	2
	4. ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	3
ITEM	FRENTE DE TRABALHO	AVALIAÇÃO	PESO
SUB-ITEM	5. DIMENSÕES DA FRENTE DE TRABALHO	ADEQUADA	5
	6. COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS	ADEQUADA	5
	7. RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	5
ITEM	TALUDE E BERMAS	AVALIAÇÃO	PESO
SUB-ITEM	8. DIMENSÕES E INCLINAÇÕES	ADEQUADA	4
	9. COBERTURA DE TERRA	ADEQUADA	4
	10. PROTEÇÃO VEGETAL	ADEQUADA	3
	11. AFLORAMENTO DE CHORUME	NÃO/RAROS	4
ITEM	SUPERFÍCIE SUPERIOR	AVALIAÇÃO	PESO
SUB-ITEM	12. NIVELAMENTO DA SUPERFÍCIE	ADEQUADO	5
	13. HOMOGENEIDADE DA COBERTURA	SIM	5
ITEM	ESTRUTURA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	AVALIAÇÃO	PESO
SUB-ITEM	14. IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO	SIM / ADEQUADO	10
	15. PROF. LENÇOL FREÁTICO (P) X PERMEABILIDADE DO SOLO (k)	NÃO PREENCHER	.....
	16. DRENAGEM DO CHORUME	SIM / SUFICIENTE	4
	17. TRATAMENTO DE CHORUME	SIM / ADEQUADO	4
	18. DRENAGEM PROVISÓRIA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFICIENTE / DESNEC	3
	19. DRENAGEM DEFINITIVA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFICIENTE / DESNEC	4
	20. DRENAGEM DE GASES	SUFICIENTE / DESNEC	4
	21. MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	INADEQUADO / INSL	1
	22. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO	INADEQUADO / INSL	1
	ITEM	OUTRAS INFORMAÇÕES	AVALIAÇÃO
SUB-ITEM	23. PRESENÇA DE CATADORES	NÃO	2
	24. QUIEMA DE RESÍDUO	NÃO	2
	25. OCORRÊNCIA DE MOSCAS E ODORES	NÃO	2
	26. PRESENÇA DE AVES E ANIMAIS	SIM	0
	27. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS	NÃO	2
	28. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS	NÃO PREENCHER	.....
	29. ESTRUTURAS E PROCEDIMENTOS	NÃO PREENCHER	.....
ITEM	CARACTERÍSTICA DA ÁREA	AVALIAÇÃO	PESO
SUB-ITEM	30. PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	>= 500 m	2
	31. PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA	>= 200 m	2
	32. VIDA ÚTIL DA ÁREA	<input checked="" type="checkbox"/> > 5 ANOS	.....
	33. LICENÇA DE OPERAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	.....
	34. RESTRIÇÕES LEGAIS AO USO DO SOLO	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO	.....
		<b>TOTAL</b>	<b>92</b>
		<b>IQR=9,2/10</b>	<b>9,2</b>

**Quadro 6– Itens avaliados para a obtenção do IQR no município de Cianorte**  
**Fonte: Autoria própria, (2015).**

## 7 CONCLUSÃO

Por meio da aplicação do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) da CETESB (2013) foi possível avaliar a atual situação em que se encontram os aterros sanitários dos municípios de Campo Mourão e Cianorte, ambos no estado do Paraná.

Os aspectos analisados nos aterros sanitários de Campo Mourão e Cianorte, possibilitaram evidenciar a presença de diferentes condições tanto em número como em gravidade das inadequações, o que denota diferença de gestão e sua atuação frente ao impacto gerado com o objetivo de minimizá-lo.

Destaca-se que parte dos dados utilizados para esse trabalho foram obtidos através de entrevista com os funcionários das empresas responsáveis pela operação dos aterros sanitários, o que implica que algumas informações possuem subjetividade ou falta de critérios técnicos assim podendo interferir no resultado final do IQR. Nenhuma análise a projetos específicos puderam ser realizadas devido à burocracia ou a não disponibilidade dos dados, como por exemplo, laudos de monitoramento de águas superficiais, subterrâneas e etc.

Outro ponto a ser evidenciado, é que não se teve acesso aos parâmetros de referência utilizados pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental – CETESB em suas avaliações. A análise se deu por embasamento em normas técnicas, leis vigentes e publicações científicas.



## 8. REFERÊNCIAS

- AGENDA 21. **Aterro sanitário e lixo: qual a diferença.** Disponível em:< <http://www.agenda21.comperj.com.br/noticias/aterro-sanitario-e-lixao-qual-diferenca#sthash.4X8UpAmG.dpuf>>. Acesso em: 18 dez. 2014
- ARDENGI, C.T. **Avaliação da área de disposição final de resíduos sólidos urbanos de Paranavaí-PR com base no índice de qualidade de aterro de resíduos (IQR)-** Campo Mourão,2013. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná,2013
- 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 19 out. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT. NBR 10.004: Resíduos sólidos: classificação.** 2.ed. São Paulo, 2004
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT. NBR 13.896: Fixa condições mínimas exigíveis para projetos, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos não perigosos.** São Paulo: ABNT; 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT. NBR 8.419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.** 1.ed. Rio de Janeiro, 1992
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.** 2013. Disponível em:< <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf> >. Acesso em: 1 out. de 2014.
- BIDONE, F.R.A. & POVINELLI, J (1999) **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos.** São Carlos, EESC/USP – Projeto REENGE, 120 p
- BOCCHIGLIERI, Miriam Moreira. **O Lixiviado Dos Aterros Sanitários Em Estações De Tratamento Dos Sistemas Públicos De Esgotos.** U, 2010 tese de doutorado –Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010
- BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos;** altera a Lei nº 9.605, de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2 ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012a. Disponível em: <[http://fld.com.br/catadores/pdf/politica\\_residuos\\_solidos.pdf](http://fld.com.br/catadores/pdf/politica_residuos_solidos.pdf)>. Acesso em 17 out. 2014.
- BRASIL. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos.** 2 ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012b. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/253/\\_publicacao/253\\_publicacao02022012041757.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf)>. Acesso em 17 out. 2014.
- BRASIL. Ministério da Justiça, Sistema de Gestão de Convênios, **Nº / ANO DA PROPOSTA: 037870/2010,** 2012c. Disponível em: <<http://portal.mj.gov.br/TransparenciaWeb/ArquivoServlet?codigoanexoconvênio=18419>>. Acesso em 08 jan. 2015.
- BRASIL. **Programa Nacional de capacitação de gestores ambientais:** Módulo específico licenciamento ambiental de estações de tratamento de esgoto e aterros sanitários / Ministério do Meio Ambiente. – Brasília: MMA, 2009.
- CASTILHOS JUNIOR, A. B. de, et al. **Resíduos Sólidos Urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte.** Rio de Janeiro: ABES/RIMA, 294p,2003.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Aterro sanitário:** apostilas ambientais. São Paulo: CETESB, 40p. 1997.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares: Relatório de 2013.** Coordenação ASSUMPÇÃO, Maria H. P. L. São Paulo: CETESB, 2014. 118p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/residuos-solidos/residuosSolidos2013.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2014.

CONDER, **Manual de Operação de Aterros Sanitários**, Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia, Governo da Bahia, 1998. Disponível em: <[http://www.conder.ba.gov.br/arquivos/biblioteca/9/PDF\\_BIBLIOTECA.PDF](http://www.conder.ba.gov.br/arquivos/biblioteca/9/PDF_BIBLIOTECA.PDF)>. Acesso em: 11 dez. 2014.

D'ALMEIDA, Lixo Municipal: **Manual de Gerenciamento Integrado** / Coordenação: Maria Luiza Otero D'Almeida, – 2.ed. Brasília: IPT/CEMPRE, 2002. – (Publicação IPT 2622). 392p.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Dados Gerais de Municípios.** Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 7 dez. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cianorte Cidades** 2010a. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=41055>>. Acesso em: 17 dez. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Campo Mourão Cidades** 2010b. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=410430>>. Acesso em: 17 dez. 2014.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO E SOCIAL – IPARDES. **Mesorregiões Paraná** 2014. Disponível em: < [http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base\\_fisica/mesorregioes\\_geograficas\\_parana.pdf](http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_fisica/mesorregioes_geograficas_parana.pdf) >. Acesso em: 07 jan. 2015.

JARDIM, Niza Silva et al. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento integrado.** São Paulo: IPT: CEMPRE, 1995.

MANSOR, Maria Teresa C; **Resíduos Sólidos** / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental; autores: Mansor, Maria Teresa C.; Camarão, Teresa Cristina R. Costa; Capelini, Márcia; Kovacs, André; Filet, Martinus; Santos, Gabriela de A.; Silva, Amanda Brito - - São Paulo: SMA, 2010.

MONTEIRO PENIDO, J.H. de, et al **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos** /coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

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

PEREIRA NETO, J. T. **Gerenciamento do lixo urbano: aspectos técnicos e operacionais.** Viçosa – MG: UFV, 2007.

RECESA, **Resíduos sólidos: projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários: guia do profissional em treinamento: nível 2** / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte: ReCESA, 2008. 120 p.

REZENDE et al **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos PMGIRS**. Cianorte,2013, Prefeitura municipal de Cianorte

RODRIGUES, P. S. H. **Análise de viabilidade econômica de um aterro sanitário para cidade de pequeno porte** -Ilha Solteira:[s.n.], 2008.102 f.: il. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2008.

SCHALCH, V, et al. Apostila **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo; São Carlos,2002.

SERLU- Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo. **Guia de orientação para adequação dos Municípios à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. 2014. Disponível em: <<http://www.selur.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/08/guia-orientacao-adequacao-dos-municipios.pdf>> Acesso em: 8 dez. 2014

SOARES, VALÉRIA. **Utilização de mistura de solo saprolítico com bentonita na construção de revestimento de fundo de aterros sanitários** / V.Soares. -- ed.rev. -- São Paulo. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica.118 p,2012.

SOUZA, C. M. **Recuperação de Áreas Degradadas em Aterros Sanitários**, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, Monografia Curso de Engenharia Florestal. Seropédica, RJ, p. 40, 2007.

TCHOBANOGLIOUS, G., THEISEN, H., AND VIGIL, S. **Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues**, McGrall-Hill, Inc., New York, 949 p. 1993.

TORRE, F. **Identificación de opciones mdl por la reducción de emisiones em la gestión de residuos sólidos urbanos em El ecuador**. In. II CONGRESO INTERAMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, VII, 2007, Viña Del Mar, Chile. Anais. Viña Del Mar: 2007, p. 001-010.