



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Kássio Fernando Miranda Rocha

CONTROLE AMBIENTAL DO ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE PALMAS

**Palmas
2015**

Kássio Fernando Miranda Rocha

**CONTROLE AMBIENTAL DO ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO
DE PALMAS**

Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor Mestre José Geraldo Delvaux Silva.

**Palmas
2015**

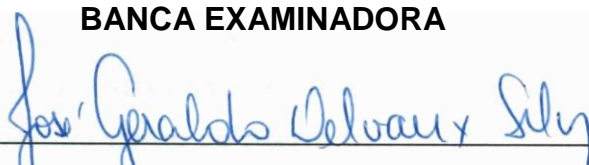
KÁSSIO FERNANDO MIRANDA ROCHA

CONTROLE AMBIENTAL DO ATERRO SANITÁRIO NO MUNÍCIPIO DE PALMAS

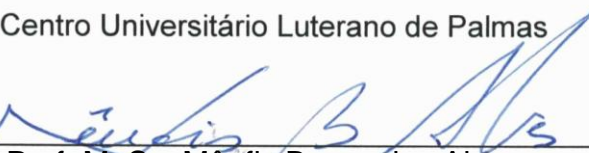
Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor Mestre José Geraldo Delvaux Silva.

Aprovado em 06 de NOVENBRO 2015

BANCA EXAMINADORA



Prof. M.Sc. José Geraldo Delvaux Silva
Centro Universitário Luterano de Palmas



Prof. M.Sc. Mênfis Bernardes Alves
Centro Universitário Luterano de Palmas



Prof.ª Dr.ª Ângela Ruriko Sakamoto
Centro Universitário Luterano de Palmas

**PALMAS - TO
2015**

DEDICATÓRIA

Gostaria de dedicar essa conquista a Deus. A Ele, pois foi quem me deu o dom da vida, a oportunidade de ingressar nessa faculdade, a coragem para enfrentar os desafios durante todos esses anos e a força para concluir essa monografia e vencer mais uma etapa da minha caminhada. Obrigado, Deus!

AGRADECIMENTOS

Em um universo de palavras, talvez a que resumiria esse momento seria: gratidão. Sou eternamente grato a minha mãe, Wenina Miranda de Carvalho, por todo esforço, incentivo, preocupação e amor. Seu exemplo de garra e determinação me fez chegar até aqui, obrigado. Não poderia deixar de agradecer ao meu professor e orientador, Mestre José Geraldo. Agradeço em especial pelas orientações essenciais e necessárias para o desenvolvimento desta monografia. A todos que fizeram parte da minha vida acadêmica e torceram pela conclusão do meu curso, deixo aqui o meu muito obrigado.

EPÍGRAFE

“Conhecimento não é aquilo que você sabe, mas o que você faz com aquilo que você sabe.” - Aldous Huxley.

RESUMO

ROCHA, K. F. M. **CONTROLE AMBIENTAL DO ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE PALMAS / TO.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO.

O processo de urbanização e o consumismo exagerado do ser humano acarretam um aumento da produção de resíduos sólidos, então a destinação desses resíduos de qualquer maneira pode causar danos ao meio ambiente e também a qualidade de vida do ser humano. Então o melhor lugar para fazer a destinação final dos resíduos sólidos é o aterro sanitário. Essa pesquisa tem como objetivo analisar a disposição dos resíduos sólidos realizada no aterro sanitário de Palmas/TO. Dentro desse foco, o trabalho apresenta os possíveis problemas causados a partir do desempenho operacional. Para o desenvolvimento desta monografia foi realizado um visitas “in loco”, com entrevista ao engenheiro responsável pelo aterro de Palmas. Avaliar as condições do aterro, bem como o seu desempenho operacional, foi essencial para identificar os principais riscos causados pela disposição inadequada. A partir dos estudos e análises realizadas, também foi apresentado possíveis soluções para o problema, com objetivo de minimizar os impactos sociais e ambientais na cidade de Palmas/TO.

Palavras - chave: Aterro Sanitário, Controle Ambiental, Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

ROCHA, K. F. M. ENVIRONMENTAL CONTROL OF LANDFILL IN THE CITY OF PALMAS / TO. 2015. Course Conclusion Work's (Bachelor of Civil Engineering). Lutheran University Center of Palmas, Palmas / TO.

The process of urbanization and over-consumption of human beings really increase in production of solid waste, then the disposal of the wastes in any way may cause damage to the environment and also the quality of life of humans. The best place to make the final disposal of solid waste is the landfill. This research aims to analyze the disposal of solid waste performed in landfill in Palmas / TO. Within this focus, the study presents the possible problems caused from the operating performance. For the development of this monograph was carried out visits "in loco", with an interview with the engineer responsible for Palmas landfill. Insure the conditions of the landfill, as well as its operational performance was essential to identify the main risks caused by improper disposal. From the conducted studies and analyzes, it was also presented possible solutions to the problem, in order to minimize the social and environmental impacts in the city of Palmas / TO.

Keywords: Landfill, Environmental Control, Solid Waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de controle de um aterro.	21
Figura 2 - Principais impactos ambientais resultantes das disposições de resíduos em aterros.	25
Figura 3 - Localização do aterro sanitário de Palmas-TO.	30
Figura 4 - Balança para controle na entrada do aterro.	34
Figura 5 - Caminhão fazendo depósito de lixo.	35
Figura 6 - Retroescavadeira fazendo a cobertura do lixo depositado.....	35
Figura 7 - Serviço de impermeabilização da base e laterais do aterro.	36
Figura 8 - Célula com 20 m de Aterro dos resíduos37	37
Figura 9 - Escavação da nova célula do Aterro Sanitário de Palmas.	37
Figura 10 - Drenos de gás na base antes de iniciar o depositam dos resíduos.	38
Figura 11 - Drenos de gás a 20 metros de aterro de resíduos.	39
Figura 12 - Lagoas de tratamento do Chorume.....	40
Figura 13 - Iguana fazendo uso da água na terceira lagoa de tratamento.	40
Figura 14 - Lixão local de depósito de resíduos do Município de Aparecida do Rio Negro.	43
Figura 15 - Grande quantidade de urubus no lixão do Município.	43
Figura 16 - Entrada do lixão sem controle.....	44
Figura 17 - Poço de monitoramento situado na montante do Aterro Sanitário.	45
Figura 18 - Poço de monitoramento situado na jusante do Aterro Sanitário.	45
Figura 19 - Lagoa formada com nascente na jusante do aterro de Palmas.	47
Figura 20 - A presença de peixes comprova a qualidade da água.....	47

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Doenças e Vetores42

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Protocolo de Pesquisa.....31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CETESB	Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CEULP/ULBRA	Centro Universitário Luterano de Palmas
DBO	Demanda Bioquímica De Oxigênio
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
IFTO	Instituto Federal do Tocantins
IQA	Índice de Qualidade da Água
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica
MPF	Ministério Público Federal
NSF	National Sanitation Foundation
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
SEDER	Secretaria de Desenvolvimento Rural
SPT	Sistemas de Processamento de Transações
TO	Tocantins
UFT	Universidade Federal do Tocantins

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS.....	14
1.1.1	Objetivo Geral	14
1.1.2	Objetivos Específicos.....	14
2	REFERENCIAL TEORICO	15
2.1	Resíduos Sólidos	15
2.2	Disposições de Resíduos.....	16
2.2.1	Aterro Sanitário	17
2.2.2	Aterro Controlado.....	18
2.2.3	Lixão	19
2.3	Transporte	19
2.4	Controle Ambiental de Aterro Sanitário	20
2.4.1	Controle de Emissão de Biogás	21
2.4.2	Chorume	22
2.4.3	Tratamento de Lixiviados	22
2.4.4	Sistema de Drenagem de Água Pluvial.....	23
2.4.5	Vegetação em Taludes	24
2.5	Impactos Ambientais	24
2.5.1	Análise da qualidade do Solo.....	26
2.5.2	O Monitoramento de águas Subterrâneas	26
2.5.3	O Monitoramento de Mananciais / Superficiais	27
2.5.4	Índice da Qualidade da Água (IQA)	27
3	METODOLOGIA	29
3.1	Método de Estudo	29
3.2	Local e Período de Realização do Estudo	29
3.3	Análise e Apresentação dos Dados	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1	Disposição dos resíduos e sistemas do Aterro Sanitário de Palmas.....	33
4.2	Sistemas de Drenagem de Gases.....	38
4.3	Sistemas de Drenagem do Chorume.....	39
4.4	Disposições Inadequadas de Resíduos sólidos	41
4.5	Sistema de Monitoramento do Aterro de Palmas.....	44

4.6	Alternativa para disposição de resíduos dos municípios do Tocantins	48
5	CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	50
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e seu consumismo acarretam um aumento da produção de resíduos sólidos, e isto é superior ao que a natureza consegue absorver. O que também é fato é o aumento da urbanização, que consequentemente aumenta o consumo de bens industrializados. A destinação desses resíduos de qualquer maneira pode trazer inúmeros problemas tanto para o meio ambiente quanto para a qualidade de vida do cidadão.

De acordo com a Constituição Federal de 1988, artigo 23, defende que é de responsabilidade da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, a proteção ao meio ambiente em qualquer que seja de suas formas.

A destinação final dos resíduos sólidos nos municípios se resume em três maneiras, sendo elas em lixões, aterros controlados, e o que atende a maneira mais correta de destinação final dos resíduos que é o aterro sanitário. Para (PHILIPPI Jr. et. al., 2005); (RIBEIRO, 2009) o aterro sanitário tem uma importância muito grande para o meio ambiente, pois ele é uma obra da engenharia que visa atender os impactos que são direcionados ao meio ambiente, então o aterro diminui os impactos que os resíduos sólidos causariam ao meio ambiente, caso sejam depositados de maneira desordenada.

Para que o aterro atenda aos requisitos de minimizar os impactos ao meio ambiente e a população, é necessário atender alguns requisitos. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT 8419, 1992), referente a projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos cita algumas condições específicas que o aterro tem que atender para os impactos serem minimizados, como por exemplo: sistema de drenagem superficial, sistema de drenagem e remoção de percolados, sistema de drenagem de gás, dentre outros sistema. Sistema esses que serão analisados no decorrer do projeto.

Assim, o trabalho irá mostrar especificamente as consequências que são causadas devido à disposição inadequada dos resíduos sólidos. Amaro (2010) faz algumas citações dessas consequências, como por exemplo, a poluição dos mananciais, contaminação do ar, problemas estéticos, problemas de odores, problemas sociais como catadores de lixo, e o problema mais agravante que são as doenças causadas pela disposição feita de maneira errada. O trabalho também irá fazer uma análise sobre o controle ambiental do aterro sanitário do Município de

Palmas. Castilho Junior (2003) cita que o controle ambiental tem como objetivo analisar o desempenho do sistema em relação ao controle, tais como: monitoramento de águas do subsolo e superficiais, de biogás, de influentes líquidos e as estabilidades do maciço de resíduos.

1.1 OBJETIVOS

Nesta etapa serão detalhados os objetivos da presente monografia.

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o sistema de disposição do aterro sanitário de Palmas-TO, e propor alternativas para melhora às demais disposições de resíduos da região.

1.1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Fazer uma análise do controle ambiental do Aterro Municipal de Palmas.
- ✓ Demonstrar a disposição de resíduos do Aterro Sanitário de Palmas.
- ✓ Caracterizar as possíveis consequências das disposições inadequadas de resíduos sólidos.

2 REFERENCIAL TEORICO

Neste capítulo busca-se discorrer sobre conceitos e definições de aterro sanitário, mostrando a forma de tratamento dos resíduos sólidos, seus impactos ao meio ambiente, dentre outros fatores que serão abordados no decorrer deste referencial.

2.1 Resíduos Sólidos

Quando citamos resíduos sólidos na maioria das vezes não temos a definição correta dessa expressão, desta forma a NBR 10004 (ABNT, 2004), define os resíduos sólidos como todos os restos sólidos ou semissólidos provindos das atividades humanas e não humanas, das ações industriais, comerciais, agrícolas e até domésticas, que não podem ser utilizados onde foram gerados, mas podem servir para outras atividades. Dentre os industriais, pode-se acrescentar o lodo e as partículas formadas pelo tratamento de água.

Os resíduos sólidos podem ser definidos também como resto ou mistura de materiais, que não irão mais agregar valor ao uso da sociedade, materiais estes que foram gerados a partir do uso humano (PHILIPPI JR. 1999).

Com o crescimento populacional, vários problemas surgem no convívio entre as pessoas, e um problema sério que a sociedade acaba enfrentando são o lixo urbano que aumenta de acordo com a demanda e produção de alimentos e industrialização de matérias prima resultando no aparecimento de resíduos sólidos que, de certa forma, causam impacto para qualidade de vida da sociedade (FONSECA, 1999).

Ainda de acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004), os resíduos sólidos classificam-se de acordo com sua periculosidade como sendo:

a) Resíduos Classe I - Perigosos;

São aqueles que por suas características apresentam, em função de suas propriedades físicas, químicas, certo risco a saúde pública ou ao meio ambiente quando manuseados de forma inadequada.

b) Resíduos Classe II – Não perigosos;

A descrição de alguns resíduos que se engloba nesta classe é: Resíduo de restaurante, sucata de metais ferrosos, sucata de metais não ferrosos, resíduo de papel e papelão, resíduos de plástico polimerizado, resíduos de borracha, resíduo de madeira, resíduo de materiais têxteis, resíduos de minerais não metálicos, areia de fundição, bagaço de cana, dentre outros que não oferecem perigo.

– Resíduos Classe II A – Não inertes;

Esta classe se caracteriza por apresentar propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água, além de terem sua característica semelhante às do lixo domiciliar.

– Resíduos Classe II B – Inertes;

Este tipo de resíduo se caracteriza por ter contato com a água e mesmo assim permanecer potável, pois sua degradação é de maneira lenta e a maioria não é reciclável. Alguns dos exemplos desses resíduos são: pedras e areias de escavações, alguns entulhos de demolições e, conforme NBR 10006 (ABNT, 2006), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados à concentrações superiores aos padrões de portabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

2.2 Disposições de Resíduos

Para atendermos o conceito de cidade limpa e povo sadio, temos que ter uma grande participação por parte da população em relação a acondicionar os resíduos domiciliares de uma forma sanitariamente adequada, tanto quanto ao tipo e a quantidade de resíduos. É certo que o melhor lugar para fazer a disposição dos resíduos sólidos é um aterro sanitário, onde será tratado da melhor maneira, afetando o mínimo possível a saúde humana, o solo, as águas fluviais e superficiais e até mesmo o ar. Então para que estes resíduos sejam coletados na residência do cidadão, na manutenção dos logradouros, o cidadão tem que dispor esse resíduo da melhor maneira e de fácil manuseio, sendo assim, terá uma coleta adequada, manuseando para um destino final da melhor forma possível (MONTEIRO et al, 2001).

Segundo Ribeiro (2009), quando se trata de resíduos sólidos e suas disposições final, comenta-se, que a melhor opção de despejo é o aterro sanitário, quando se olha os impactos ocasionados a saúde humana e aos impactos ao meio ambiente.

A disposição feita de maneira incorreta pelo cidadão acarreta em diversos fatores que trazem malefício para o mesmo. Municípios que utilizam lixões como depósito final dos resíduos também estão trazendo perigo à saúde, pois esses lixos, assim lançados, são fontes de proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos), e ainda geram mal odor, afetam o solo e a poluição de águas subterrâneas e superficiais (D'ALMEIDA 2000).

Segundo Forattini (1973) apud Mota (1994) relata que mesmo o resíduo sólido não sendo um agente causador de doenças, se ele for armazenado ou descartado de uma maneira inadequada pode criar condições que de fato proliferam vários vetores ocasionando várias doenças para o ser humano, principalmente aqueles que vivem próximo ou junto a estas áreas de disposições inadequadas.

“[...] O lixo representa componente que não pode ser desprezado no estudo da estrutura epidemiológica de vários agravos à saúde. Contudo sua influência se faz sentir principalmente por vias indiretas. Assim é que ele propicia condições que facilitam, ou mesmo possibilitam a ação de múltiplos fatores. Do conjunto destes últimos resultam como efeitos, os vários inconvenientes à saúde e bem-estar da comunidade. (FORRATINI apud MOTTA, 1994, p.355).”

No artigo 3º da política nacional de resíduos sólidos cita como disposição final dos resíduos sólidos adequada, é aquela que de modo evita danos a saúde pública e a segurança e minimização dos impactos ambientais. No artigo 7º frisa que são objetivos da política nacional a reciclagem e tratamentos dos resíduos assim como uma disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL – Lei Federal nº 12.305, 2010).

2.2.1 Aterro Sanitário

Aterro sanitário é o local que recebe o lixo proveniente das metrópoles, sendo eles de indústrias, hospitais, construções, residências, que é de fato um controle fundamentado em critérios de engenharias e seguindo normas operacionais específicas que, desta maneira, protege ou diminui a poluição ao meio ambiente e, consequentemente, protege também a saúde pública (BIDONE, 1999).

De acordo com a NBR 8419 (ABNT, 1992), a definição de aterro sanitário é a seguinte:

“Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.”

É uma obra da área de engenharia que projeta certo local onde será recebido o lixo de uma região, e tem os estudos técnicos que atentam em atender e minimizar os impactos que os resíduos causariam ao meio ambiente (RIBEIRO, 2009); (PHILIPPI Jr. et. al., 2005).

Castilho Junior (2003) relata que o aterro sanitário é o meio de tratamento dos resíduos de menor custo e maior utilização, cita os principais constituintes do aterro, sendo eles: camada impermeabilizante, saída para estação de tratamento, dreno de gás, dreno de água de superfície, dreno de chorume, dentre outros.

Segundo a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2005) aterro sanitário por consistir em uma técnica simples, mas tem a exigência e cuidados especiais, conta com procedimentos bastante específicos que vão desde a escolha de sua localização até a operação e seu monitoramento. Pois o aterro tem uma vida útil maior que 10 anos, e o seu monitoramento deve acontecer por pelo menos mais 10 anos após o seu encerramento.

2.2.2 Aterro Controlado

O Aterro Controlado é uma espécie de lixão, porém reformado. Ele faz com que o lugar para onde os resíduos serão levados se torne apropriado à legislação, porém, inapropriado ao meio ambiente, visto que contamina o solo natural. Este tipo de aterro não passa pelo processo básico antes da deposição de lixo, que é essencial para impedir a poluição do solo e o comprometimento das águas subterrâneas. O Aterro Controlado não utiliza os métodos para combater a poluição, no entanto, ajuda a minimizar os impactos ao meio ambiente (MURGO, RAFAEL e RIBEIRO, 2010).

Magalhães (2008) considera a utilização de Aterro Controlado menos prejudicial do que os lixões. Para ela, há uma redução na poluição local, à medida

que os resíduos dispostos no solo são recobertos com terra ao final do dia. Mesmo assim, a autora defende que essa forma de descarte de lixo urbano não é a mais indicada, pois não possui as técnicas de combate aos problemas ambientais. A decomposição do lixo aterrado sem qualquer segregação, como é o caso do Aterro Controlado, gera tanto a contaminação do solo quanto dos corpos hídricos circunvizinhos.

De acordo com o Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT, 2000) relata aterro controlado como uma técnica de disposição de resíduos, que não ocasiona risco a saúde pública e minimiza os impactos ambientais.

Esta forma de disposição produz poluição, porém, localizada, pois, similarmente ao aterro sanitário, a área de disposição é minimizada. Geralmente não dispõe de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade das águas subterrâneas), nem de sistemas de tratamento do percolado (termo empregado para caracterizar a mistura entre o chorume e a água de chuva que percola o aterro), ou do biogás gerado (IPT, 2000).

2.2.3 Lixão

Gonçalves (2013) define lixão como um local onde são depositados os resíduos sólidos gerados pela população, sem ao menos um controle em relação ao meio ambiente, sendo assim o solo, lençol freático fica diretamente exposto aos impactos gerados pelo chorume criado pelos resíduos.

D'Almeida (2000) também define lixão como uma forma inadequada de depósito final de resíduos dos municípios, que também tem seu depósito de maneira prejudicial ao meio ambiente degradando tanto o solo, água, ar, afetando a saúde pública como o meio ambiente. Estes resíduos assim depositados acarretam inúmeros fatos como, por exemplo, a proliferação de doenças através de moscas, mosquitos, ratos e demais animais que por ai passam.

O lixão é um nome dado a uma disposição final inadequada de resíduos, ação feita por pessoas e prefeituras. Isto acarreta entre vários fatores prejudiciais como: proliferações de animais, mau odor, contaminações de águas subterrâneas, dentre outras (MACHADO, 2009).

2.3 Transporte

A etapa de transporte dos resíduos sólidos é uma etapa de tamanha importância, geralmente em capitais e grandes cidades o transporte exige um maior

investimento, pois geralmente os transportes utilizados são os transportes compactadores. Pois a coleta é uma etapa que tende a atender uma higienização e estanqueidade dos equipamentos, isto para que não haja espalhamento de resíduos pelas ruas enquanto movimentação do carro de transporte durante esta coleta (PHILIPPI Jr.et. al., 2005).

No artigo da política nacional fala sobre a contratação de serviços de coleta e de transporte, e diz que não isenta as pessoas tanto físicas quanto jurídicas da responsabilidade por danos que vierem a provocar pelo gerenciamento inadequado (BRASIL – Lei Federal nº 12.305, 2010).

2.4 Controle Ambiental de Aterro Sanitário

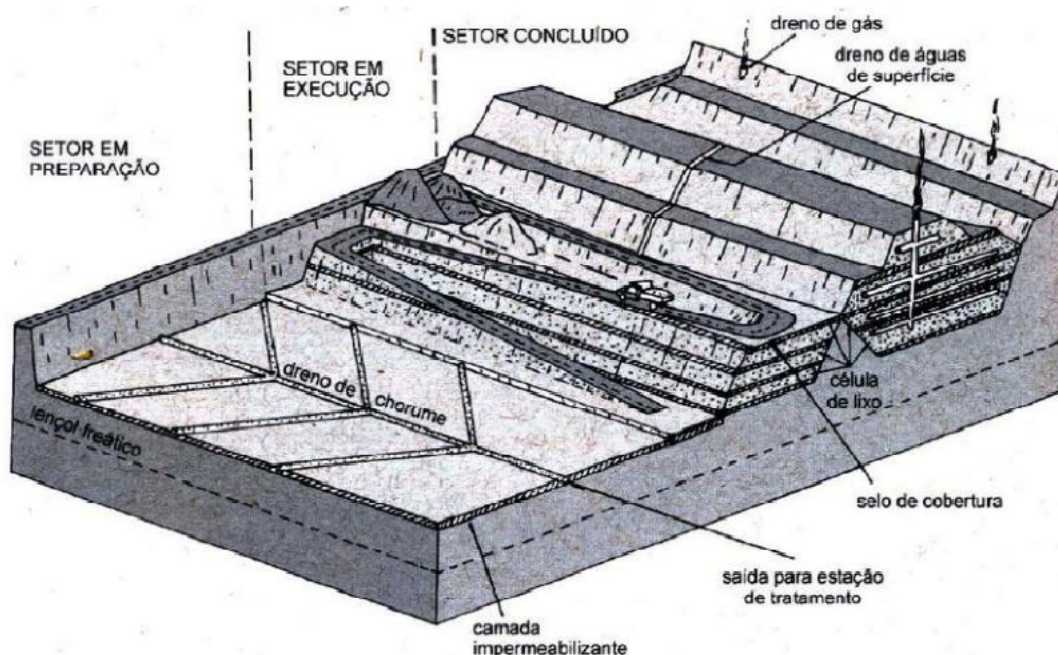
Todos os aterros sanitários principalmente os das grandes metrópoles brasileiras são monitorados de forma regular de acompanhamento, e mesmo assim ainda há diferenças em seus procedimentos adotados. Não há normas específicas para fazer os monitoramentos mecânico e ambiental. Às vezes para que haja algum tipo de ação fiscalizadora somente através de denúncias das populações atingidas (CEPOLLINA M, 2004).

Segundo Lima (2001), o controle ambiental ou dizendo o monitoramento engloba basicamente: coleta de líquidos em pontos georreferenciados para realização de ensaios físico, químicos e bacteriológicos nos reservatórios e nos poços de monitoramento, também coleta de líquido para fazer ensaios físico-químicos, isto para água superficial, medidas de vazão, então segue controle de qualidade do ar, controle de macro e micro vetores dentre mais outros. Também nos monitoramentos de células a partir de ensaios nas sondagens de Sistemas de Processamento de Transações (SPT), coletas de chorume também para realizar ensaios físicos químicos e bacteriológicos dentre outros.

O monitoramento do aterro sanitário tem como finalidade fazer o acompanhamento dos desempenhos dos sistemas em relação ao controle ambiental, garantindo então a segurança e integridade do sistema. Então essas atividades de monitoramento como: monitoramento de águas do subsolo e superficiais, de biogás, de influentes líquidos e as estabilidades do maciço de resíduos deverão ser feitas por toda vida útil que o aterro estiver em funcionamento ou até que as emissões atinjam padrões aceitáveis definidos pelo órgão de controle.

(CASTILHO JUNIOR, 2003). A Figura 1. Apresenta alguns dos sistemas de controle de um aterro sanitário.

Figura 1 - Sistema de controle de um aterro.



Fonte: D'Almeida e Vilhena (2000).

2.4.1 Controle de Emissão de Biogás

Segundo a NBR 8419 (ABNT, 1992), biogás é a mistura de gases produzidos através de uma ação biológica na matéria orgânica em condições anaeróbicas, e é formada principalmente de dióxido de carbono e metano em composições variáveis. O controle de emissão de biogás serve para reduzir alguma possibilidade de instabilidade do aterro, além de minimizar a migração do mesmo para áreas adjacentes ao aterro, onde pode ocasionar infiltrações nos sistemas de esgotos, diminuindo o odor para a população que mora próxima ao aterro (CETESB, 1997).

Ainda de acordo com a NBR 8419 (ABNT, 1992), o aterro deve ter um sistema de drenagem de gás, onde este sistema pode ser interligado ao mesmo sistema de drenagem do líquido percolado, então este sistema de drenagem tem um objetivo de retirar o gás que é produzido no interior do aterro com a intenção de evitar explosões, combustão interna e também estabilização do aterro (GUEDES, 2007).

Percolato et al. (2008) faz um relato dos elementos que são necessários para a geração de gás de um determinado aterro sanitário, sendo eles, a umidade, composição dos resíduos, entre outros. A taxa de geração e formação dos componentes do biogás é variável e esta taxa em condições normais consegue atingir um pico no primeiro e segundo ano, e tem uma recaída constante nos anos subsequentes, e esta geração do biogás é prolongada em um período de 20 anos.

2.4.2 Chorume

A NBR 8419 (ABNT, 1992) faz a definição de chorume da seguinte maneira: sendo os líquidos formados através da decomposição dos resíduos sólidos, de características de cores escuras, odor fétido e uma alta elevação de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); que se constitui de substâncias inorgânicas, composta de solução, em estado coloidal e diversas espécies de micro-organismo.

A formação de um líquido cuja cor escura é originada a partir da decomposição da matéria orgânica que existe nos resíduos, onde acarreta um odor bastante desagradável, tem um potencial bastante poluidor. Este líquido é denominado de chorume (CETESB, 1997).

O chorume é o agente formado através da água da chuva sobre resíduos sólidos. Então estes líquidos que se formam podem ocasionar uma poluição de um recurso que abastece a sociedade de diversas formas (SILVA, 2005).

O chorume torna-se o principal poluente de lixos que afeta as águas de mananciais da superfície e subterrâneas. Então para que não aconteça uma contaminação no solo na fase de decomposição desses resíduos, os projetos de aterro sanitário têm a exigir um cuidado na fase de impermeabilização do solo, também havendo um sistema de drenagem bastante eficaz (MONTEIRO, et al, 2001).

2.4.3 Tratamento de Lixiviados

A NBR 10005 (ABNT, 2004) define lixiviação como o processo para a determinação da capacidade de transferência de substâncias orgânica e inorgânica presentes no resíduo sólido, por meio de dissolução no meio extrator.

Segundo Lema; Mendez; Blazquez (1988) define lixiviado como um líquido de coloração escura e característica de forte odor, sua formação é feita através da dissolução ou suspensão de materiais, sendo orgânico ou inorgânico, é originado da extração física ou de processo de fermentação dos resíduos, carregados através das águas pluviais. Os lixiviados podem ser formados através de três fontes: uma delas é a umidade natural dos resíduos sólidos, outra é a água de constituição da sobra dos materiais na sua fase de decomposição, e a outra é o líquido proveniente de materiais orgânicos (REICHERT, 2000).

Para se fazer o processo de implantação de sistema de tratamento de lixiviados, coleta e remoção, é necessário ter conhecimento sobre o volume de lixiviados que o aterro sanitário gera, e esse volume é feito em cima da precipitação da área do aterro, sua declividade, solo utilizado para cobertura, dentre outros processos (ROCCA et al., 1993).

Os processos mais utilizados no Brasil para tratamento de lixiviação são processos biológicos, como por exemplo, lagoas de estabilização, lodos ativados e filtros biológicos (BIDONE et al., 1997).

Então os sistemas de drenagem do chorume em aterro sanitário têm uma grande importância quanto ao seu funcionamento, onde sua função é direcionar o líquido resultante da decomposição dos resíduos sólidos para um sistema de tratamento ou qualquer outra que seja alternativa de disposição, fazendo com que diminua o acúmulo de chorume sobre o revestimento (KOERNER e SOONG, 2000).

2.4.4 Sistema de Drenagem de Água Pluvial

O sistema de drenagem das águas superficiais, nos aterros sanitários tem a função de evitar com que a água da chuva de escoamento entre no sistema do aterro. Então o sistema de drenagem serve para evitar o descontrole da água no sistema de disposição de resíduos, porque a entrada dessas águas pluviais aumenta o volume de lixiviados, e também o escoamento permite gerar erosão. Os drenos têm que atender a conformidade da topografia local, para evitar dano ou atrapalhar o andamento das atividades (LIMA, 1995).

Em suas citações Teixeira (2000), cita vários elementos que devem compor projeto para proteção ambiental e um desses elementos é o sistema de drenagem

das pluviais. Um sistema para captar e dar destino adequado a água da chuva, para que não entre ao sistema de disposição dos resíduos, para que não aumente seu nível de lixiviado.

O sistema de drenagem é um conjunto de estrutura que tem como função fazer a captação das águas pluviais e fazer a sua disposição de maneira adequada. Então é necessário descrever as soluções adotadas para esta execução de drenagem, para que de modo impeça a entrada da água da chuva no sistema de disposição do aterro (NBR 15849/2010).

2.4.5 Vegetação em Taludes

Devido à ocorrência de um processo erosivo que os taludes do aterro tende sofrer, dependentemente do solo, sua permeabilidade, inclinação, a mineração e aberturas de estradas, é recomendável que faça uma cobertura vegetal para combater contra a erosão e desmoronamento, e as espécies vegetais mais utilizáveis são as gramíneas (VIRGILI, 2000).

Subic (1994) aconselha fazer a utilização de vegetação e estruturas de engenharia, para que esses elementos técnicos possam dar condições favoráveis para o desenvolvimento da vegetação e a partir de um tempo ela possa, exercer a função de estabilidade do solo.

Então a escolha das espécies a serem plantadas sobre os taludes e suas respectivas quantidades das sementes ou mudas são fatores decisivos no estabelecimento da vegetação, pois é necessário conhecimento técnico para que evite uma escolha aleatória das espécies, gerando uma relação custo benefício positiva (PEREIRA, 2006).

Considerando que a vegetação reduz a desagregação das partículas do solo, pois tem uma característica de proteção, que reduz os impactos das cotas da chuva, reduz à velocidade do escoamento superficial e também a ação dos raios solares sobre o solo (LEMES, 2001).

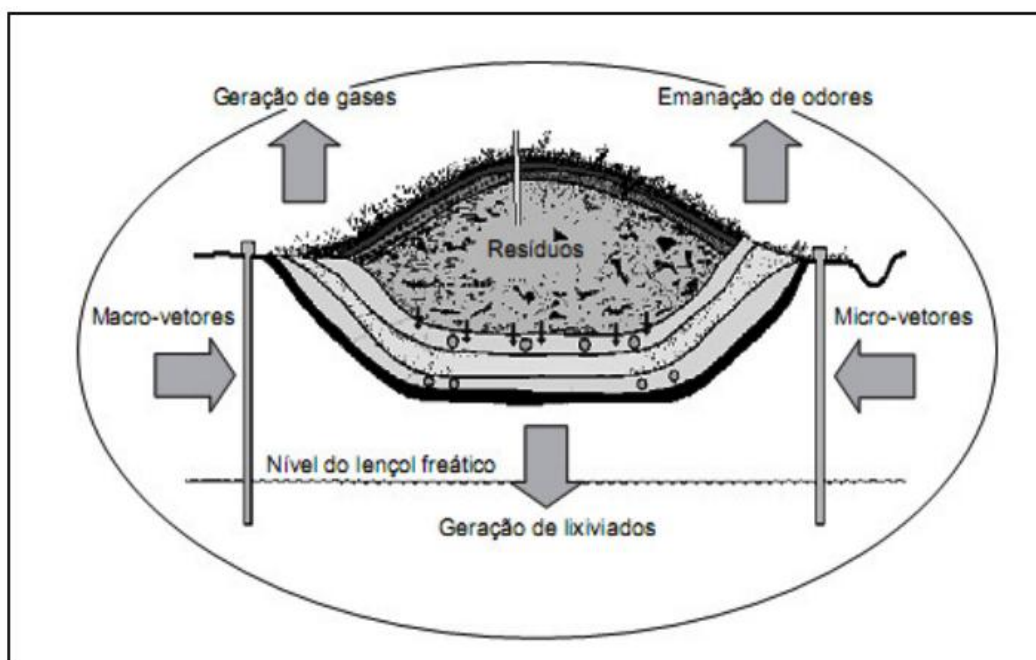
2.5 Impactos Ambientais

Segundo Lopes (2003), as atividades humanas têm uma relação direta em relação aos impactos ambientais, uma que pode ser citada é a disposição

inadequada que pode provocar alterações na qualidade do solo, ar, e águas subterrâneas, ainda levando risco a saúde da sociedade.

Quando se trata de aterro sanitário já é para atender a melhor maneira de dar um fim nos resíduos sólidos visando os menores impactos ambientais possíveis, impactos esses que são causados devido à evolução dos resíduos sólidos urbanos constituem-se, então o fenômeno global que acaba gerando a formação de lixiviados e de biogás. Então, podem-se visualizar na Figura 2 alguns dos principais impactos que ocorrem devido a disposição de resíduos sólidos (CASTILHO JUNIOR, 2003).

Figura 2 - Principais impactos ambientais resultantes das disposições de resíduos em aterros.



Fonte: Castilho Junior (2003).

Segundo Castilho Junior (2003) de modo que se minimizem os impactos ambientais causados devido à disposição de resíduos sólidos nos aterros sanitários, são feitos drenagem, captações e tratamentos de lixiviados. Então as concepções de aterros visam armazenar este lixiviado em poços que o captam e o mantém sob controle e homogeneizá-lo até que se possa fazer a sua transferência a um ponto de tratamento de lixiviado. De certa forma estes poços já servem de pontos de amostragem mais apropriados para quando acontecerá o monitoramento.

De acordo com TOMMASI, 1994 (citado por LOPES, 2003) o impacto ambiental é uma alteração física ou funcional, essa alteração pode ser de uma

maneira favorável ou desfavorável ao ecossistema ou a sociedade. Os impactos no meio físico e biótico podem ser: contaminação do lençol freático, estabilidades e recalques dos maciços, emissão de gases e odores, contaminação do solo, interferência com as comunidades animais, deslocamento de aves e animais silvestres entre outros.

2.5.1 Análise da qualidade do Solo

A poluição do solo nos aterros sanitários acontece através dos lixiviados gerados a partir dos resíduos sólidos, alterações em suas propriedades físicas e químicas e pelo fato de conter uma quantidade elevada de teor energético de substância nos resíduos (LIMA, 2004).

Para não haver infiltração no solo de materiais contaminantes, no período de implantação há a necessidade de fazer a impermeabilização do local onde será implantado o aterro. A impermeabilização pode ser feita através de solos argilosos compactados e ou através de materiais sintéticos (NAHAS, 2004).

Então para fazer a caracterização dos solos é colhida amostra e os ensaios são feitos de acordo com suas normas técnicas, ensaio de Análise Granulométrica NBR 7181 / 1984, Limite de Liquidez NBR 6459 / 1984, Limite de Plasticidade NBR 7180 / 1984, Massa Específica Real dos Grãos Menores que 4,8 mm NBR 6508 / 1984, Teor de Umidade NBR 6457 / 1986, dentre outras.

2.5.2 O Monitoramento de águas Subterrâneas

O monitoramento de águas subterrâneas é feito com a intenção de detectar as influências do sistema de disposição de resíduos na qualidade das águas do subsolo. Então, conforme a NBR 13895 (ABNT, 1997), para este monitoramento são feitos poços de monitoramento, deve se possuir ao menos um ponto na montante da instalação que deverá ser monitorados com a finalidade de avaliação a qualidade original da água subterrânea, e mantendo certa distância para evitar contaminação caso haja uma eventual difusão remontante. E na jusante a instalações devem ser instalados no mínimo três poços, que não sejam alinhados, com o intuito de avaliar possível interferência na qualidade original destas águas subterrâneas na localidade.

De acordo com a NBR 13896 (ABNT, 1997), cita que as análises das amostras nos poços de monitoramento têm que ser feitas, no mínimo, quatro vezes ao ano em cada poço, isto deve acontecer enquanto o aterro sanitário estiver ativo, que é o período que o aterro produz algum tipo de emissão. A norma ainda cita que o aterro tem que ser operado de maneira que mantenha a qualidade das águas subterrâneas, visando o uso para abastecimento público, então frisa que a qualidade das águas subterrâneas tem que atender aos padrões de portabilidade estabelecidos na legislação vigente.

2.5.3 O Monitoramento de Mananciais / Superficiais

Só é necessário fazer monitoramento de águas superficiais quando houver na área de influência direta do aterro, nascentes de águas, rios córregos, lagos, represas ou algo do tipo (CASTILHO JUNIOR, 2003).

Castilho Junior (2003) frisa que todas as coleções hídricas que de alguma forma podem ser afetadas pelo funcionamento do aterro devem ser monitoradas, então os pontos de amostragem são definidos de acordo com a localização de influências desses corpos hídricos com o aterro.

De acordo com a NBR 9898 (ABNT, 1987), para fazer o recolhimento das amostras deve ser feito um planejamento em cima do que se tem como objetivo proposto, também com a escolha das amostras e do mínimo de amostras que de fato tem-se a representar o efluente ou corpo de água em estudo.

2.5.4 Índice da Qualidade da Água (IQA)

O IQA demonstra de forma clara e sucinta as informações físicas e químicas quando se estuda a qualidade das águas, uma das vantagens do método do IQA é a sua facilidade de interpretação do público não técnico. E uma das principais desvantagens é a sua perda de informação das variáveis individuais e da interação entre elas (ANA, 2005 conforme CETESB, 2003).

O IQA foi elaborado em 1970 pelo National Sanitation Foundation (NSF), dos Estados Unidos. Já no Brasil, a companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) utiliza uma versão adaptada. Vários estados brasileiros utilizam este

índice para indicar as condições dos corpos d'água. Então, os parâmetros de qualidade transmitem, principalmente, a contaminação da água, e o índice tende a avaliar a qualidade da mesma (ANA, 2005 conforme CETESB, 2003).

Segundo ANA (2005) o IQA é composto por nove parâmetros, sendo que cada um deles possui um peso (w) respectivo, que foram fixados em função da sua importância para a conformação global, sendo eles: Oxigênio dissolvido ($w = 0,17$), Coliformes fecais ($w = 0,15$), Potencial hidrogeniônico ($w = 0,12$), Demanda bioquímica de oxigênio ($w = 0,10$), Temperatura ($w = 0,10$), Nitrogênio total ($w = 0,10$), Fósforo total ($w = 0,10$), Turbidez ($w = 0,08$), Resíduo total ($w = 0,08$).

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta monografia foram utilizados diversos recursos bibliográficos, que associados com as orientações e visitas técnicas “in loco” permitiram a conclusão do mesmo.

3.1 Método de Estudo

Inicialmente teve um estudo bibliográfico em artigos e teses sobre o tema. Em seguida houve várias visitas “in loco” com o intuito de compreender o funcionamento a relevância do aterro sanitário. Consultas pessoais ao Engenheiro Civil o Professor Dr. João Marques, que é o responsável técnico pelo aterro sanitário de Palmas. Os pontos relevantes operacionais de acordo com os objetivos proposto foram elencados pelo Engenheiro.

Este trabalho teve como caráter demonstrar o funcionamento do aterro sanitário de palmas, demonstrando deste a disposição dos resíduos no aterro bem como seu funcionamento. E por final, foram propostas alternativas para um destino final dos resíduos sólidos dos municípios que fazem essa disposição em locais inapropriados.

3.2 Local e Período de Realização do Estudo

A área de estudo foi o Aterro Sanitário de Palmas–TO, cuja sua localização é a aproximadamente 25 km de distância da parte central da capital, e tem uma área de aproximadamente 96 hectares conforme ilustra a Figura 3. Além das visitas no aterro sanitário de palmas, também houve visitas em um lixão no município de Aparecida do Rio Negro, cuja se localiza a 65 km da capital.

O presente trabalho se dividiu em duas etapas, a primeira fase baseou-se em levantamento bibliográfico, já a segunda foi levantamentos de dados a partir das visitas que se iniciou em Junho de 2015 e se estenderam até o mês de agosto de 2015.

Quadro 1 - Protocolo de Pesquisa.

Visão Geral do Projeto
<p>Objetivo: Analisar o sistema de disposição do aterro sanitário de Palmas-TO, e propor alternativas para melhoras às demais disposições de resíduos da região.</p> <p>Assuntos do estudo de caso: Aterro Sanitário, Controle Ambiental, Resíduos Sólidos, Palmas.</p> <p>Leituras relevantes: Gestão de Resíduos Sólidos, Orientações técnicas para a operação de aterros sanitários, Avaliação dos Impactos Ambientais.</p>
Procedimentos de Campo
<p>Apresentação das credenciais: Apresentação como estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).</p> <p>Acesso aos Locais: Visita ao Aterro Sanitário de Palmas-TO, Visita ao lixão em Aparecida do Rio Negro-TO.</p> <p>Fonte de Dados: Primárias (Aterro Sanitário de Palmas-TO) e secundárias (bibliográfica e documental).</p> <p>Advertências de Procedimento: Não se aplica.</p>
Questões de estudo nos casos:
<p>a) Levantamento bibliográfico sobre a o tema.</p> <p>b) Coleta de informações através de entrevista com o responsável técnico, Dr. Engenheiro João Marques.</p> <p>c) Demonstração da disposição de resíduos sólidos do Aterro Sanitário de Palmas.</p> <p>d) Demonstração do sistema de drenagem de gás, e sistema de drenagem de chorume para lagoas de tratamento.</p>
Esboço para o relatório final dos estudos de caso:
<p>Apresentar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demonstração do processo de disposição dos resíduos sólidos de maneira correta. • Disposição inadequada dos resíduos. • Análise dos resultados da visita realizada ao aterro sanitário de Palmas. • Alternativas para disposição de resíduos dos municípios Tocantinenses que não possuem recursos suficientes para construir e operar um aterro sanitário.

Fonte: Autor, adaptado de Yin (2010).

3.3 Análise e Apresentação dos Dados

Os dados exibidos no presente trabalho mostram a importância do aperfeiçoamento dos estudos sobre a disposição adequada dos resíduos sólidos, além disso, expõem uma alternativa para os municípios tocantinenses que não possuem aterro sanitário. A pesquisa considera-se relevante, visto que muitos

municípios não fazem a disposição correta do lixo. Para isso, foram realizados estudos bibliográficos relacionados ao tema, bem como visita ao Aterro Sanitário de Palmas e entrevista com o responsável técnico o engenheiro Dr. João Marques.

Durante as visitas no aterro foi analisada uma série de sistemas que o aterro atende para que possam se minimizar os impactos ambientais, onde tende evitar problemas que afetam desde o solo, a água, e o ar e conseqüentemente prejudicam a saúde pública. O funcionamento do aterro é indispensável para que haja uma disposição adequada dos resíduos, onde os mesmo estão relatados nos resultados e discussão do presente trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados todos os resultados que foram obtidos por meio de visitas técnicas, entrevistas, e pesquisas bibliográficas.

4.1 Disposição dos resíduos e sistemas do Aterro Sanitário de Palmas

O Aterro Sanitário de Palmas tem uma área de aproximadamente 96 hectares conforme citado anteriormente. Recebe diariamente cerca de 240 toneladas de lixo, seu funcionamento acontece de domingo a domingo, 24 horas por dia. Estima-se que sua vida útil seja de 35 a 40 anos, aproximadamente, dependendo do modo como ele for operado. (Marques J. – Consulta Pessoal, 2015).

Segundo Engenheiro responsável pelo aterro se houvesse um trabalho de reciclagem em Palmas, a vida útil do aterro poderia aumentar. Além de gerar emprego e renda para as pessoas, através desse serviço também seria possível retirar todos os resíduos que chegam ao aterro e deixar apenas os rejeitos.

A equipe que opera o aterro sanitário é formada por um quadro de 30 funcionários municipais e operadores contratados por empresa terceirizada, além do engenheiro, do técnico e do estagiário, que também são responsáveis pela área. O aterro atende as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), e sua administração é de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Palmas.

No entorno do aterro foram plantadas 4,5 mil mudas de eucaliptos, elas podem chegar a 20 metros de altura após o ciclo de crescimento, o que formará uma “barreira verde” em torno de todo perímetro do aterro. O objetivo é que essa barreira odorizante minimize os impactos de eventual produção de gás metano, eliminados durante o processamento do lixo. As mudas foram doadas pela Secretaria de Desenvolvimento Rural (SEDER).

O aterro sanitário é o local ideal para evitar que o lixo seja jogado em lugares indevidos, evitando também a contaminação do lençol freático, solo, e a criação de vetores transmissores de doenças. No Aterro Sanitário da Capital o lixo é separado por classes, sendo eles o lixo doméstico, hospitalar e de construção. Antes de dar entrada ao aterro o lixo é pesado na guarita (portaria), para que haja um controle de tudo, e que tenha um controle do volume diário e mensal do que é depositado no mesmo. A Figura 4 demonstra a entrada do aterro e o sistema de pesagem.

Após o recebimento e pesagem do lixo, o caminhão é conduzido para fazer o depósito nas trincheiras, como mostra a Figura 5. Após seu depósito feito, ocorre o espalhamento e compactação dos resíduos, sendo o lixo posteriormente coberto diariamente com uma camada de solo de espessura de aproximadamente 15 cm. O solo utilizado para cobertura provém dos materiais excedentes das operações de cortes/escavação executadas na fase de execução das jazidas, e esta cobertura tem como objetivo impedir que a ação do vento espalhe materiais, evitar a disseminação de odores e evitar a proliferação de vetores como; ratos, moscas, baratas dentre outros. E para fazer estes serviços utilizam-se trator esteira, pá mecânica, retroescavadeira e caminhão basculante, na Figura 6 são possíveis visualizar algumas máquinas fazendo este serviço.

Figura 4 - Balança para controle na entrada do aterro.



Fonte: Autor

Figura 5 - Caminhão fazendo depósito de lixo.



Fonte: Autor

Figura 6 - Retroescavadeira fazendo a cobertura do lixo depositado.



Fonte: Autor

Para iniciar o recebimento do lixo no aterro são feitas trincheiras com dimensão de 18x200m e aproximadamente 2,5 metros de profundidade, onde o lixo é depositado. A base e laterais do aterro é impermeabilizada com uma manta geomembrana de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), ela possui 2 milímetros de espessura e têm uma durabilidade de 100 anos, antes de dar início a sua decomposição. Este serviço de impermeabilização da base e laterais é feito por empresas terceirizadas, conforme mostra a Figura 7. Esse trabalho evita a contaminação do solo e do lençol freático. A trincheira ilustrada na Figura 8 encontra-se com 20 metros de altura. Uma nova célula já está em construção, a previsão para que ela comece a receber lixo é em 2016. Ela já passou pelo processo de desmatamento e encontra-se na fase de escavação e coroamento, conforme ilustra a Figura 9.

Figura 7 - Serviço de impermeabilização da base e laterais do aterro.



Fonte: Dr. João Marques

Figura 8 - Célula com 20 m de Aterro dos resíduos



Fonte: Autor.

Figura 9 - Escavação da nova célula do Aterro Sanitário de Palmas.

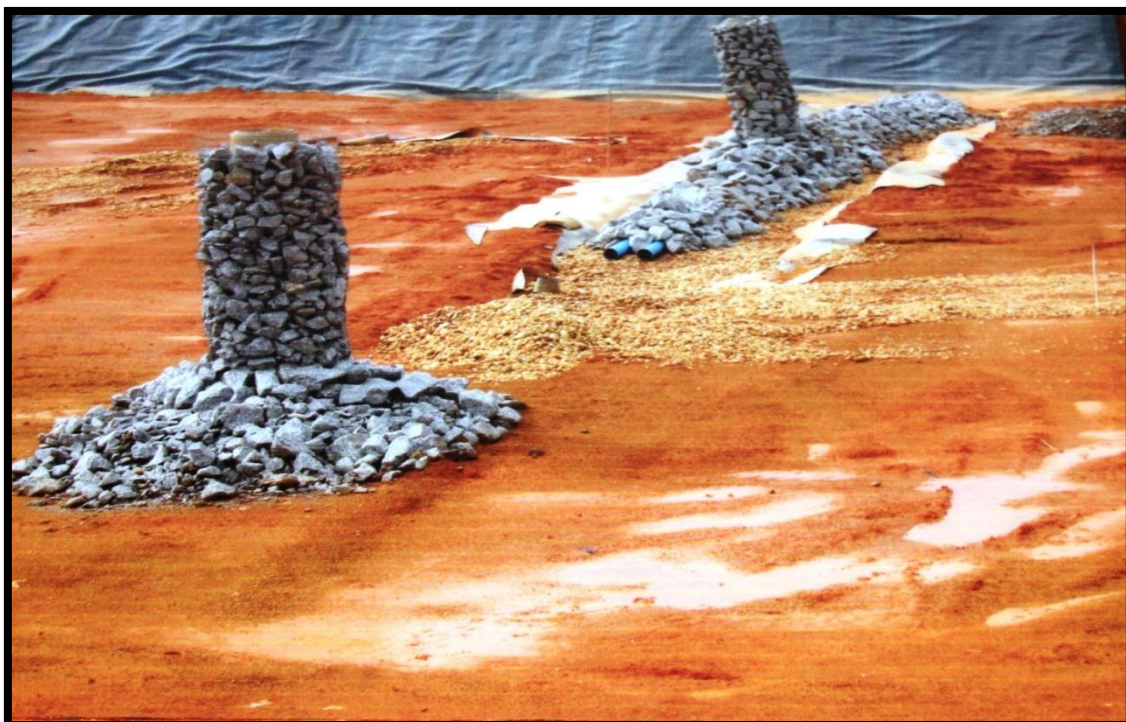


Fonte: Autor.

4.2 Sistemas de Drenagem de Gases

O sistema de drenagem de gás é feito logo após a impermeabilização da base e laterais das células, e é fundamental para manter a estabilidade do aterro, a Figura 10 demonstra a execução deste serviço após a impermeabilização da base. A drenagem é feita através de tubos verticais de concreto perfurado, contendo 1,20 m de diâmetro, uma proteção com brita de número 4 e uma proteção de uma tela. Este sistema de drenagem de gás vai subindo conforme sobe o nível de aterro e compactação dos resíduos. A Figura 11 demonstra os drenos de gás a 20 metros da base, comprovando que conforme sobe o aterramento dos resíduos também sobe a ligação dos drenos de gás. O engenheiro explicou que não é feito o reuso, pois a geração de gás é pequena, e segundo ele, a Prefeitura Municipal de Palmas não tem interesse em fazer esse tipo de investimento no momento, mas já é pensado em utilizá-lo futuramente.

Figura 10 - Drenos de gás na base antes de iniciar o depositam dos resíduos.



Fonte: João Marques.

Figura 11 - Drenos de gás a 20 metros de aterro de resíduos.



Fonte: Autor.

4.3 Sistemas de Drenagem do Chorume

Depois de despejado nas galerias, o lixo é soterrado, compactado e entra em processo de decomposição. O resultado desse processo é o chorume, um líquido tóxico que também recebe tratamento. O aterro possui um processo onde o sistema de coleta do chorume é interligado ao sistema de coleta de gases, onde o mesmo é permitido, levando o chorume à lagoa anaeróbica, onde ele recebe tratamento.

Durante esse processo, ele passa por 3 lagoas de tratamento: 1 anaeróbia e 2 facultativas. Então, após a remoção de suas cargas orgânicas através das ações das bactérias e do tempo em que é depositado nas lagoas, o líquido adquire condições ideais para que seja lançado em um corpo receptor sem que haja contaminação, e dar-se início ao processo natural de autodepuração.

Este sistema de tratamento das lagoas está demonstrado na Figura 12, abaixo. A partir da terceira lagoa já é possível notar visualmente que ocorrera o tratamento, pois nota-se a presença de animais como patos e iguanas, fazendo uso da água, conforme mostra a Figura 13. Conforme o engenheiro, o desassoreamento

na primeira lagoa deve ser feito de tempos em tempos assim que for necessário, até o momento só foi feito uma única vez.

Figura 12 - Lagoas de tratamento do Chorume.



Fonte: Autor.

Figura 13 - Iguana fazendo uso da água na terceira lagoa de tratamento.



Fonte: Autor.

4.4 Disposições Inadequadas de Resíduos sólidos

Já sabemos que o melhor destino dos resíduos sólidos é o aterro sanitário, mas isso nem sempre é a realidade de todos os municípios, a maioria deles não tem um local apropriado para fazer o depósito dos resíduos gerados pela população, gerando assim o mau acondicionamento dos resíduos, que pode gerar diversos fatores negativos. Tal resíduo mal acondicionado pode apresentar alguns vetores que é prejudicial, dentre eles afetarem a saúde humana, este mal acondicionamento acaba desenvolvendo agentes que são responsáveis pela proliferação de doenças.

Apesar dos resíduos não ser um causador de doenças, mas o seu depósito mal feito ou seu mal acondicionamento pode trazer condições para a criação de vetores, que a partir deste mesmo vem disseminar doenças à população que vive junto ou ao redor onde os mesmo são dispersos Forattini (1973) apud Motta (1994).

Através de uma visita em um lixão em Aparecida do Rio Negro uma cidade vizinha de Palmas, é possível visualizar este mal acondicionamento dos resíduos gerados por este município, na Figura 14 a seguir é possível visualizar o mal acondicionamento feito no lixão deste município. Na Figura 15 é possível visualizar a uma grande quantidade de urubus que vivem neste lixão diariamente. O depósito neste lixão é feita por qualquer um, onde o mesmo não tem um controle de disposição, onde pessoas da cidade entram e fazem depósitos de qualquer maneira e também deposita todo tipo de lixo. A Figura 16 demonstra a entrada do lixão onde não tem controle nenhum de quem deposita resíduos no mesmo. Este tipo de local para depósitos tem uma presença de humanos, onde os mesmo fazem aproveitamento de varias coisas depositados neste lixão.

Então além do mal acondicionamento em lixões, também existe a disposição domésticas e comerciais feitas em pontos periféricos da cidade, o que além de gerar vetores que ocasionam doenças também desvalorizam os imóveis ao seu redor, além de contaminar o solo e a água.

A Tabela 1 abaixo mostra as doenças, vetores e sintomas que são ocasionados pelo mau acondicionamento dos resíduos sólidos.

Tabela 1 - Doenças e Vetores

Doença	Vetor	Sintoma
Febre Tifóide	Moscas	Febre contínua, manchas no tórax e abdome, cefaléia, diarreia.
Ancilostomose	Moscas	Distúrbios intestinais, perturbações do sono, vômitos e dores abdominais.
Amebíase	Moscas e baratas	Desintéria (fezes com sangue).
Poliomelite	Baratas	Febre, náuseas, cefaléia, vômitos, paralisia.
Gastroenterites	Baratas	Diarréia, Vômitos e febre.
Elefantíase	Mosquitos	Aumento dos vasos, derramamento, edema linfático
Febre Amarela	Mosquitos	Febre, calafrios, náusea, vômitos, pulso lento, cefaléia, icterícia.
Lepstopirose	Ratos	Febre alta, coriza, cefaléia, hemorragia, icterícia
Peste	Ratos	Inflamações hemorrágicas, baço-fígado-pulmões e sistema central
Toxoplasmose	Suínos e urubus	Calcificações intracerebrais, distúrbios psicomotores
Hepatite infecciosa	Contato com agulhas	Febre, náuseas, icterícia, fadiga, dores abdominais

Fonte: Noil A. de Cussiol (2005), Apud. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental 2007.

Figura 14 - Lixão local de depósito de resíduos do Município de Aparecida do Rio Negro.



Fonte: Autor.

Figura 15 - Grande quantidade de urubus no lixão do Município.



Fonte: Autor.

Figura 16 - Entrada do lixão sem controle.



Fonte: Autor.

4.5 Sistema de Monitoramento do Aterro de Palmas

Com intuito de manter o controle das águas superficiais, o aterro conta com quatro poços de monitoramento de água: um na parte da montante do aterro, denominado de P.01, conforme ilustra a Figura 17; dois na parte da jusante do aterro, denominados de P.02 e P.03, conforme a Figura 18, e um quarto poço P.04 de monitoramento que se encontra fora da área do aterro, para termos uma melhor análise dos corpos de provas das águas subterrâneas.

Figura 17 - Poço de monitoramento situado na montante do Aterro Sanitário.



Fonte: **Autor.**

Figura 18 - Poço de monitoramento situado na jusante do Aterro Sanitário.



Fonte: **Autor**

A pedido do Ministério Público Federal (MPF), além do laboratório do Instituto Federal do Tocantins (IFTO), o monitoramento das águas subterrâneas e superficiais do Aterro Sanitário de Palmas também está sendo realizado pela Universidade Federal do Tocantins (UFT) e Odebrecht, pois ambos possuem laboratórios certificados.

O correto é que essa análise das águas seja realizada mensalmente, contudo, no primeiro semestre de 2015 houve apenas três análises. No entanto, o engenheiro responsável pelo aterro afirmou que os resultados foram positivos, e que o aterro encontra-se dentro das normas necessárias para a renovação do seu credenciamento, os mesmos resultados não foram possíveis ser passados para compor parte deste trabalho devido a questões de cláusulas contratuais com a empresa.

Ainda na área do aterro, localizado na jusante da propriedade, é possível encontrar uma nascente, fruto de uma escavação. Na lagoa, pode-se constatar a pureza da água e a presença de vidas, a exemplo dos peixes. Nela é realizado o monitoramento como bioindicador, a criação de peixes tem como objetivo comprovar que o lençol freático tem qualidade e que não há contaminação, como mostram as Figuras 19 e 20. Segundo o engenheiro, esses dados de monitoramento devem ser apresentados ao Ministério Público Estadual e Federal e Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

Figura 19 - Lagoa formada com nascente na jusante do aterro de Palmas.



Fonte: Autor.

Figura 20 - A presença de peixes comprova a qualidade da água.



Fonte: Autor.

4.6 Alternativa para disposição de resíduos dos municípios do Tocantins

A realidade atual de inúmeras cidades brasileiras é que nem sempre elas possuem recursos e áreas livres satisfatórias para a construção de um aterro sanitário, conforme determina a legislação, mesmo por que a legislação ambiental é cada vez mais rígida e exigem grandes investimentos na destinação e tratamento dos resíduos sólidos, em especial no chamado lixo domiciliar. Com recursos municipais insuficientes, como é o caso dos municípios do Tocantins torna-se necessário a busca por outras soluções para o problema.

Uma alternativa para essas cidades é realização dos chamados consórcios intermunicipais, trata-se de uma proposta modernizada do ponto de vista institucional. Essa ação seria uma forma eficaz para minimizar e quem sabe até mesmo eliminar os impactos socioambientais provocados pelo manejo inadequado dos resíduos sólidos urbanos, que inicia desde a coleta realizada em domicílio, até sua destinação final.

X, Y, W e Z, por exemplo, são municípios de pequeno porte, tanto quanto sua receita mensal. Em função da baixa renda disponível para a gestão, esses e tantos outros municípios enfrentam dificuldades no que diz respeito à construção de um aterro sanitário. Diante disso, considera-se relevante a iniciativa da formação de consórcios intermunicipais a fim de realizar o tratamento e destinação correta dos resíduos sólidos urbanos.

Nesse caso, o consórcio intermunicipal consiste na união das prefeituras, bem como na disponibilização de recursos humanos e materiais, que tem com objetivo minimizar os custos necessários para a construção, bem como para a conservação e manutenção de um aterro. É importante ressaltar que o local deve atender a necessidade de todos os municípios envolvidos no consórcio.

Para ilustrar como funcionaria na prática um consórcio intermunicipal realizado pelos municípios X, Y, W e Z, vamos considerar o exemplo: a união de um Engenheiro, uma área da região para a construção do aterro, mão de obra para sua administração e máquinas e equipamento para implantação e operação do aterro; fornecido por cada um desses municípios, respectivamente.

Considerando que individualmente esses municípios não teriam como implantar um local adequado para destinarem seus resíduos, a formação de um consórcio intermunicipal é uma alternativa plausível. Essa ação é considerável, pois

além de atender a necessidade dos municípios envolvidos com um baixo custo de investimento, ela também se torna um fator importante na contribuição para o cuidado com o meio ambiente e a saúde pública.

Para que o consórcio intermunicipal seja de fato uma alternativa eficaz, é necessária a criação de um Plano Diretor de Resíduos. Dentro desse plano precisa conter informações importantes, que são necessárias antes de dar início às obras. Alguns dados imprescindíveis são: a quantidade e o tipo de lixo gerado pelos municípios, e a partir disso, uma perspectiva da geração de resíduos a médio e longo prazos. Outro fator importante é que as gestões municipais estejam comprometidas com o bom andamento da ação.

Um ponto que também deve ser considerado é a proximidade dos municípios, bem como a facilidade de acesso, como estradas que promovam o tráfego dos veículos de coleta de resíduos ao aterro sanitário. Procurar meios coletivos a fim de solucionar os problemas dos municípios em questão, deve ser um senso comum entre os gestores.

Como já foi dito anteriormente, a execução dessa alternativa pode gerar inúmeros benefícios, tanto ambiental quanto social. Talvez, o mais importante deles seja exatamente essa possibilidade de compartilhamento de recursos que o consórcio propõe. Além disso, podemos citar outros exemplos, tais como:

- Economia no processo de captação e tratamento de água para o abastecimento das cidades;
- Economia dos recursos naturais, possível pela reciclagem dos materiais que passam pela triagem;
- Melhoria da qualidade de vida dos catadores que ora trabalhavam nos lixões, porém, a partir do consórcio podem se organizar em cooperativas.

Vale lembrar que a população em geral também pode contribuir para o bom andamento do aterro sanitário coletivo: combatendo o consumismo, cuidando do lixo gerado, separando e destinando aos recolhedores aquilo que for reciclável e principalmente dando exemplo para que as próximas gerações se comportem civilizadamente quanto ao tratamento do lixo.

5 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Através de todos os estudos feitos e visitas realizadas, o presente trabalho evidenciou a importância de um aterro sanitário para o meio ambiente e para a saúde da população em geral. Além disso, foi possível explicar e ilustrar como realmente funciona o aterro sanitário de Palmas-TO. Através desta pesquisa foi possível comprovar que a forma com a qual é feita a disposição dos resíduos sólidos da Capital é correta.

A partir dos resultados já obtidos, notou-se a relevância da realização de um estudo futuro, tal como a análise ambiental das águas superficiais em torno da área que o aterro sanitário de Palmas-TO tem influência. Essa análise tem como objetivo fazer uma avaliação das águas superficiais e subterrâneas, a fim de descobrir se acaso o aterro está contribuindo para uma possível contaminação da mesma.

É evidente que o aterro sanitário é um local ideal para disposição dos resíduos sólidos, contudo, se o mesmo não for operado de forma correta pode acarretar em alguns fatores como a contaminação do solo água superficiais e subterrâneas de proximidade ao aterro. Diante disso, outra sugestão para trabalhos futuros seria um estudo mais aprofundado sobre os consórcios intermunicipais, para demonstrar de forma mais ampla algumas sugestões para as disposições de resíduos sólidos para os municípios que não tem recursos suficientes para construir e manter um aterro sanitário.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Panorama da qualidade das águas no Brasil**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília, 2005.

AMARO, Luciano. **Direito Tributário Brasileiro**. 16 ed. Editora Saraiva, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 10004 – **Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 10006 – **Gestão da qualidade - Diretrizes para a qualidade no gerenciamento de Projetos**. Rio de Janeiro 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 10005– **Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólido**. Rio de Janeiro 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 15849 – **Resíduos sólidos urbanos: aterros sanitários de pequeno porte – diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento**. Rio de Janeiro 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 8419 – **Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos**. Rio de Janeiro 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 13895 – **Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1997

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 13896 – **Aterros de Resíduos não Perigosos – Critérios para Projeto, Implantação e Operação – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 9898 – **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro, 1987.

BIDONE, F. R. A.; LLI, J. P. ;COTRIM, S. L. S. **Tratamento de Lixiviado de Aterro Sanitário Através de Filtros Percoladores**. In: DÉCIMO NONO CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9., 1997, Foz de Iguaçu. Paraná: Foz do Iguaçu, 1997.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos**. Publicação EESC-USP São Carlos, SP.1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2º edição. Brasília. 2010.

BRASIL. Ministério do Meio-Ambiente. **Agência Nacional de Águas (ANA). Cadernos de recursos hídricos 1: Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil.** Brasília: TDA Desenho & Arte Ltda , 2005.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Resíduos Sólidos: plano de gestão de resíduos sólidos urbanos. Guia do profissional em treinamento: nível 2 / Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental.** - Belo Horizonte: RECESA, 2007.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. (coordenador). **Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável Para Município de Pequeno Porte.** Rio de Janeiro, ABES, RIMA - Projeto PROSAB 3, 2003.

CEPOLLINA, M.; KAIMOTO, L. S. A.; MOTIDOME, M. J. ; LEITE, E. F. 2004. **Monitoramento em Aterros Sanitários durante a Operação: Desempenho Mecânico e Ambiental.** RESID'2004 – Seminário sobre Resíduos Sólidos. Anais... ABGE : São Paulo, SP, 2004.

COMPANHIA ESTADUAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Aterro em valas.** São Paulo: CETESB. 1997. (Apostilas Ambientais).

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357/05. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.** Brasília, SEMA, 2005.

D'ALMEIDA - **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado/Coordenação:** Maria Luiza Otero D'Almeida, André Vilhena – 2.ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. – (Publicação IPT 2622).

FONSECA, **Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana:** A União. 1999.

GOLDMEIER, Valtemir; JABLONSKI, André. **Gestão Pública Municipal.** Novo Hamburgo: [S.ed.], 2005.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2008. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.** Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf f. Acessado em 10 março 2015.

GOMES, t. I. **Avaliação quali-quantitativa do percolado gerado no Aterro Controlado de Santa Maria–RS.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2005.

GUEDES, V. P. (2007). **Estudo do Fluxo de Gases Através do Solo de Cobertura de Aterro de Resíduos Sólidos Urbanos.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Civil. Rio de Janeiro, 2007.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Orientações técnicas para a operação de aterros sanitários**. Belo Horizonte: FEAM, 2005. 32 p.

GONÇALVES. **Política. Coleta Seletiva** - Planejamento. 2013.

LOPES, W. S.; LEITE, V. D. ; PRASAD, S. **Avaliação dos Impactos Ambientais Causados por lixões**: Um estudo de caso. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, 2003.

KOERNER, R. M.; SOONG. T. Y. Leachate in landfills: the stability issues. **Geotextiles and Geomembranes**, v. 18, n. 5, p 293-309, 2000.

LIMA, J. D. **Gestão de Resíduos Sólidos**. João Pessoa: ABES, 2001. 267p,

LIMA, L. M. Q. Lixo: **Tratamento e Biorremediação**. 3. ed. São Paulo: Hemus, 1995. 265p.

LEMA, J. M., MENDEZ, R., BLAZQUEZ, R. (1988). **Characteristic of landfill leachates and alternatives for their treatment: a review**. *Water, Air and Soil Pollution*, 40 (3-4). P.223-250.

LEMES, M. R. T. **Revisão dos efeitos da vegetação em taludes** (Dissertação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. Malheiros. São Paulo: 2009.

MAGALHÃES, D. N. **Elementos para o diagnostico e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no município de Doris Campos-MG**. Juiz de Fora: UFSJ. 2008.

MONTEIRO, J. H. P. **Manual Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos**, SEDU- Secretaria Especial do Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, 2001.

MOTTA, S. **Saneamento**. In: ROUQUAYROL, M. Z. **Epidemiologia e Saúde**. 4. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1994 cap. 12.

NAHAS, C. M. **Aterros sanitários - Técnicas construtivas e Métodos operacionais**. Seminário sobre resíduos sólidos- RESID 2004. Anais.ABGE. São Paulo, 2004.

PECORA V, FIGUEIREDO N. J. V; VELÁSQUEZ S. M. S. G; COELHO S.T; **Aproveitamento do biogás proveniente de aterro sanitário para geração de energia elétrica e iluminação a gás**. 2008. IEE/CENBIO – Instituto de Eletrotécnica e Energia / Centro Nacional de Referência em Biomassa – Universidade de São Paulo (USP) Departamento de Engenharia Mecânica - Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2008.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e Controle de erosão**. Minas Gerais, 2006.

PHILIPPI Jr, A.; MAGLIO, I. C.s; COIMBRA, J. A. A.; FRANCO, R. M., (org.). **Municípios e Meio Ambiente: Perspectiva para Municipalização da Gestão Ambiental no Brasil**. São Paulo: Associação Nacional de Municípios e Meio Ambiente, 1999.

PHILIPPI JR, Arlindo. et al. **Saneamento, saúde e ambiente**. Barueri, São Paulo: Manole, 2005.

RIBEIRO, D. V. e MORELLI, M. R. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidade?** Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

ROCCA, A. C. et al. **Resíduos sólidos industriais**. São Paulo: Cetesb, 1993.

SUBIC, M. **Bioengineering of steep slopes**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE INTERACTION OF VEGETATION WITH NATURAL AND FORMED SLOPES, 1994, Oxford. Proceedings... London: Thomas Telford, 1995.

TEIXEIRA, E. N. **Resíduos sólidos: minimização e reaproveitamento energético**. In: Seminário Nacional sobre reuso/reciclagem de resíduos sólidos industriais. Anais. São Paulo: SEMA, 2000.

YIN, Roberto, K. **Estudo de Caso – Planejamento e Métodos**. 4ª. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010, 248p.