



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

ITHALO CABRAL LUZ

ANÁLISE DO ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS – TOCANTINS

Palmas – TO
2018

ITHALO CABRAL LUZ

ANÁLISE DO ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS – TOCANTINS

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dr. José Geraldo Delvaux
Silva

Palmas – TO

2018

ITHALO CABRAL LUZ

ANÁLISE DO ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS – TOCANTINS

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dr. José Geraldo Delvaux Silva

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Geraldo Delvaux Silva
Orientador
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof(a). Dra. Michele Ribeiro Ramo
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof(a). M.Sc. Jacqueline Henrique
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO
2018

EPÍGRAFE

“Quando eu tinha 5 anos de idade, minha mãe sempre me disse que a felicidade era a chave para a vida. Quando eu fui para a escola, eles me perguntaram o que eu queria ser quando crescer. Eu escrevi “feliz”. Eles me disseram que eu não entendi o exercício, e eu os disse que eles não entenderam a vida.” – John Lennon

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer em primeiro lugar a Deus, pela oportunidade de chegar até aqui, pois sei que Ele cuidou de tudo para mim, ao meu Orientador Dr. José Geraldo, por toda paciência e dedicação. Muita gratidão também pelos meus avos, meus pais, toda minha família e amigos. E um agradecimento muito especial a minha namorada Thais Clara, que sem dúvidas tornou toda trajetória bem mais fácil e válida. Hoje, com toda certeza tenho muito mais do que sonhei e pedi para Deus no passado.

RESUMO

CABRAL, Ithalo. **Análise do Aterro Sanitário de Palmas – Tocantins**. 2018. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Luterano de Palmas, Palmas - TO, 2018.

Uma das grandes importâncias de ter um Aterro Sanitário em conformidade com as exigências feitas pela legislação, é solucionar parte dos problemas causados pelo excesso de lixo gerado nas grandes cidades sendo que, o aterro consiste numa forma de disposição controlada de resíduos que quando bem projetado e manejado, apresenta vantagens, como a destinação final sanitária adequada e completa, a proteção ao meio ambiente e principalmente à saúde pública. Este trabalho tem como objetivo analisar o monitoramento da disposição final dos resíduos sólidos do aterro sanitário de Palmas – TO, bem como o processo construtivo, o funcionamento, se cumpre com todas as exigências previstas em lei e os benefícios que oferece para o município. A metodologia adotada neste trabalho consta de um processo qualitativo e se analisou desde o processo construtivo do aterro sanitário, sua história, os métodos de implantação utilizados na época, bem como o seu desempenho na atualidade. Para isto foi utilizado inicialmente a pesquisa bibliográfica com uma revisão em publicações a respeito do aterro e posteriormente realizou-se um check list com o responsável pelo, o qual mostrou a real situação do aterro analisado. Com base em todos os estudos e visitas técnicas ocorridas durante a realização deste trabalho, foi claramente possível observar o quão importante é um aterro sanitário para a saúde dos seres humanos e meio ambiente. Foi possível também ver como as disposições dos resíduos sólidos são feitas de maneira correta e que realmente funciona no município.

Palavras chave: Impermeabilização. Processo Construtivo. Chorume.

ABSTRACT

CABRAL, Ithalo. Analysis of Landfill of Palmas - Tocantins. 2018. 35 f. Course Completion Work (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Palmas Lutheran Center, Palmas - TO, 2018.

One of the great importance of having a sanitary landfill in accordance with the requirements made by the legislation is to solve part of the problems caused by the excess of garbage generated in the big cities and that the landfill consists of a form of controlled waste disposal that when well designed and managed, has advantages, such as adequate and complete sanitary final destination, protection of the environment and especially public health. The objective of this work is to analyze the monitoring of the final disposal of solid waste from the Palmas - TO landfill, as well as the construction process, the operation, if it complies with all the legal requirements and the benefits it offers to the municipality. The methodology adopted in this work consists of a qualitative process and it was analyzed from the construction process of the landfill, its history, the methods of implantation used at the time, as well as its current performance. For this, the bibliographical research was initially used with a review in publications about the landfill and later a check list was made with the person in charge, which showed the real situation of the landfill analyzed. Based on all the studies and technical visits that occurred during the execution of this work, it was clearly possible to observe how important a landfill is for human health and the environment. It was also possible to see how the provisions of solid waste are done correctly and that it really works in the municipality.

Key words: Waterproofing. Constructive Process. Slurry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de Aterro Sanitário	12
Figura 2 - Sistema de Aterro Irregular – Lixão	13
Figura 3 - Sistema de Aterro Controlado	14
Figura 4 - Terreno impermeabilizado.....	27
Figura 5 – Tubulação de drenagem dos gases.....	28
Figura 6 – Tubulação de drenagem dos gases.....	29
Figura 7 – Lagoas de tratamento com PEAD.....	30
Figura 8 – Lagoas de tratamento com PEAD.....	30
Figura 9 – Poços de monitoramento.....	32
Figura 10 – Poços de monitoramento.....	32
Figura 11 – Pontos de leitura do gabarito.....	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Protocolo de Pesquisa	25
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 PROBLEMA DE PESQUISA	7
2.1 HIPÓTESE	7
3 OBJETIVOS	8
3.1 OBJETIVO GERAL.....	8
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4 JUSTIFICATIVA.....	9
5 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
5.1 HISTÓRICO DO LIXO E DO ATERRO SANITÁRIO.....	10
5.2 TIPOS DE ATERROS	11
5.2.1 Aterro Sanitário.....	11
5.2.2 Lixão	13
5.2.3 Aterros Controlados.....	14
5.3 PRINCIPAIS ELEMENTOS DE UM ATERRO SANITÁRIO	15
5.3.1 Isolamento do Aterro	15
5.3.2 Acessos.....	16
5.3.3 Resíduos Sólidos	16
5.3.4 Controle de Emissão de Biogás	17
5.3.5 Chorume.....	18
5.3.6 Tratamento de Lixiviados.....	19
5.3.7 Impermeabilização da Base e Laterais.....	20
5.3.8 Sistema de Drenagem de Água Pluvial.....	20
5.3.9 Monitoramento das águas do subsolo.....	21
5.3.10 Coberturas intermediária e final	21
5.4 PRELIMINARES PARA EXECUÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO	21
5.4.1 Estudos Preliminares	22
5.4.2 Seleção da área.....	22
5.4.3 Licenciamento ambiental.....	22
5.4.4 Aquisição do local.....	23
6 METODOLOGIA	24
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
7.1. Implantação e controle do sistema do aterro sanitário de Palmas	26

7.2. Impermeabilização do solo	27
7.3. Captação e drenagem dos gases	28
7.4 Sistemas de Drenagem do Chorume.....	29
7.5 Disposições Inadequadas de Resíduos sólidos	31
7.6 Sistema de Monitoramento do Aterro de Palmas.....	31
8 CONCLUSÃO	34

1 INTRODUÇÃO

O Aterro Sanitário de Palmas ganhou reconhecimento a nível nacional, criado em 21 de novembro de 2001, tem como característica atender todos os requisitos ambientais previstos na legislação vigente, sendo construído com novas tecnologias aplicadas a esse tipo de instalação.

O que se iniciou com aproximadamente 10 hectares, hoje conta com 94 hectares e, em média, são depositados por dia 150 toneladas de lixo no local. Em épocas de festas, como no carnaval e final de ano, esse valor chega a 250 toneladas/dia.

A uma das grandes importâncias de ter um Aterro Sanitário em conformidade com as exigências feitas pela legislação, é solucionar parte dos problemas causados pelo excesso de lixo gerado nas grandes cidades sendo que, o aterro consiste numa forma de disposição controlada de resíduos que quando bem projetado e manejado, apresenta vantagens, como a destinação final sanitária adequada e completa, a proteção ao meio ambiente e principalmente à saúde pública.

Posto estas afirmações fica claro que um bom funcionamento do Aterro Sanitário, ocasiona inúmeros benefícios, sendo um local livre da poluição e dos diversos tipos de doenças gerados pelos vetores. O Aterro sanitário tem por finalidade blindar qualquer tipo de problema ou poluição, diferentemente do lixão. A implantação do Aterro Sanitário é de grande valia, pois visa especialmente manter a saúde e o bem estar da população e evitar a poluição de corpos hídricos, solo e ar no meio ambiente, bem como, pode gerar energia através da transformação de gases tóxicos em biogás.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

Por que é tão importante que o Aterro Sanitário de Palmas cumpra com todas as exigências ambientais previstas, a fim de garantir que o meio ambiente seja o máximo possível preservado e dessa forma evitar vários tipos de doenças para a população?

2.1 HIPÓTESE

O aterro sanitário é um local selecionado e previamente preparado com cobertura do solo que evita a contaminação do mesmo e, conseqüentemente, a contaminação dos lençóis freáticos, há tratamento do chorume, além da captação e queima do gás liberado. Possui também uma cobertura diária posta sobre o lixo descarregado, utilizada para que não haja animais ou insetos transmissores de doenças.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o desempenho e o funcionamento do Aterro Sanitário de Palmas Tocantins.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o processo construtivo do Aterro Sanitário de Palmas;
- Acompanhar o funcionamento do Aterro Sanitário de Palmas Tocantins;
- Verificar se o Aterro Sanitário cumpre com todas as exigências previstas em lei;
- Avaliar os benefícios que o Aterro Sanitário oferece para o município.

4 JUSTIFICATIVA

Demonstrar a importância do Aterro Sanitário de Palmas, explicando os benefícios ofertados para a sociedade e o meio ambiente, com o devido funcionamento deste tipo de descarte de resíduos sólidos, que implica diretamente na diminuição de doenças causadas por vetores que se proliferam em lixões, ficando claro que até os custos com saúde pública diminuem em razão da considerável redução do número de casos de doenças.

Outro ponto importante que deve ser levado em consideração é a poluição que este tipo de resíduos gera, sendo que o chorume que é gerado pela decomposição da matéria orgânica contida no descarte. Com o aterro sanitário o mecanismo para a drenagem e o tratamento do chorume implica de forma direta na contribuição da preservação e limpeza do solo, água e ar, garantindo dessa forma uma qualidade de vida mais saudável a todos os seres vivos.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

Atualmente um dos campos da engenharia que recebem atenção em diversas pesquisas, é o que trata dos aterros sanitários. Sabe-se que nas regiões mais pobres, a escassez desse tipo de obra ocasiona diversos problemas, tanto de saúde pública quanto ao meio ambiente. Para uma melhor compreensão deste estudo, e para falar sobre a importância dos aterros sanitários, torna-se indispensável a sua conceituação.

5.1 HISTÓRICO DO LIXO E DO ATERRO SANITÁRIO

Na época da Idade Média se juntava muito lixo pelas ruas das cidades, causando doenças e consecutivamente a morte de varias pessoas. Logo no início da Revolução Industrial o processo de urbanização teve andamento, com isso o homem do campo começou a vir mais para as cidades, gerando um aumento considerável na população urbana. Com isso os impactos ambientais tiveram um acréscimo alto, devido a vários fatores inclusive o lixo. O Lixo virou um problema, e precisava ser ocultado da população. A maneira mais fácil era essa, e começou a ser descartado em locais afastados das cidades, em locais denominados lixões. (CARVALHO, 2006)

Com todo o crescimento populacional e industrial nos tempos atuais, vem-se criando novos hábitos de consumo da população, e gerando lixo de diversas formas e quantidade. Este impacto influencia até mesmo as zonas rurais, aonde se encontra plásticos e frascos por não ter uma forma adequada de eliminação. Os Estados Unidos e outros países altamente industrializados geram uma quantidade grande de lixo por pessoa. Essa produção alta de lixo norte-americana é devido ao alto grau de industrialização e também por produtos descartáveis fabricados e utilizados por maior parte da população. Quando falamos em Brasil, o lixo gerado é a maioria orgânico, mais vem cada vez mais se aproximando de países bem desenvolvidos por utilizar bastante produtos descartáveis.

O lixo se tornou uma grande ameaça ao planeta, mesmo assim a mídia sempre incentiva a sua geração desenfreada. Só nos últimos 30 anos, o aumento da produção de lixo cresceu três vezes mais que o aumento da população. Com o problema do lixo sendo descartado em lixões e sendo cada vez mais impactante negativamente ao meio ambiente, começou a se pensar em formas de agredir menos, no passado, foram criados aterros em formato de buracos no chão que tinham sido escavados no período das atividades de extração mineral, em especial nas fossa antigas de areia e pedregulho. Na maioria das vezes, havia

vazamentos que acabavam contaminando os aquíferos. Esses aterros não tinham projetos, não eram controlados e nem supervisionados. Eles acumularam vários tipos de resíduos, alguns até perigosos. Hoje a situação mudou bastante, os aterros são bem projetados e gerenciados, neles não são permitidos resíduos perigosos e os locais são escolhidos de maneira a reduzir de forma significativa o impacto ambiental.

5.2 TIPOS DE ATERROS

5.2.1 Aterro Sanitário

A explicação de aterro sanitário no Brasil, de acordo com Albuquerque (2011, p. 315), é de que “um aterro sanitário é definido como aterro de resíduos sólidos urbanos, ou seja, adequado para a recepção de resíduos de origem doméstica, varrição de vias públicas e comércios”. Já o autor Fiorillo (2011, p. 359) explica que “[...] aterros sanitários são os locais especialmente concebidos para receber lixo e projetados de forma que se reduza o perigo para a saúde pública e para a segurança”.

Ao complementar o debate sobre essa definição, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 8419, 1992), o conceito de Aterro sanitário é:

“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.”

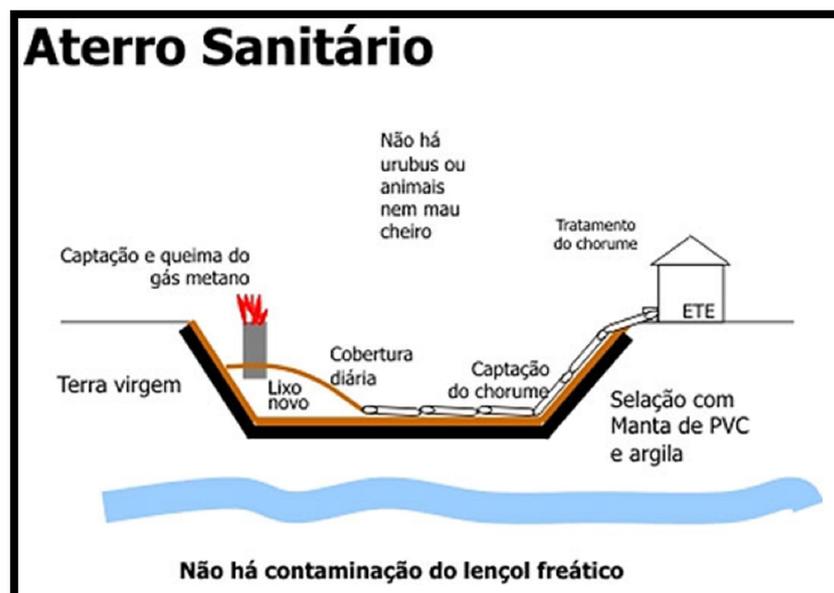
Essa afirmação mostra conceitualmente o significado de um aterro sanitário. Outro pesquisador que complementa sobre esta questão é Brentano (2006, p. 14) como método de disposição final dos resíduos sólidos que, com as técnicas da engenharia, minimiza os impactos causados pela disposição dos resíduos sólidos, sendo adequado para tal fim. Na execução de um aterro sanitário, princípios básicos são executados. Dentre eles, destaca-se a implantação de dispositivo de drenagem e tratamento de gases, drenagem e tratamento de lixiviados, afastamento das águas pluviais, canalização de eventuais córregos e nascentes do local, recobrimento diário e sistemático com argila, isolamento e impermeabilização mínima das células após o alcance da altura limite e urbanização do parque.

Ainda sobre a definição do que é um aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos segundo Obladen, Obladen e Barros (2009, p. 7),

“[...] os aterros sanitários convencionais ou mecanizados são os que se aplicam em todas as localidades com resíduos suficientes para justificar economicamente o uso de máquinas para as operações de escavação, preparo do terreno, corte de material de cobertura, movimentação, espalhamento, compactação e recobrimento do lixo. Trata-se de uma obra de engenharia, que se desenvolve em área previamente determinada e como resultado final produz a modificação da topografia do terreno. Deverá reunir as seguintes características mínimas: (a) O aterramento de resíduos evita a proliferação de vetores, riscos à saúde pública e a degradação ambiental. (b) A área do aterro deverá ser perfeitamente delimitada e cercada. (c) Deverá ser estabelecido um controle de acesso de veículos e pessoas. (d) Não se queima o lixo, nem se produzem maus odores, devendo ser coberto diariamente. (e) Existe drenagem das águas pluviais. (f) Existem obras de engenharia para o controle das emissões gasosas, para a central e tratamento do percolato. (g) Existe um programa de monitoramento ambiental. (h) Existem planos de fechamento (clausura) e pós-clausura. (i) Aplicam-se aos resíduos Classe II – não inertes e Classe III – inertes em condições especiais (NBR 10004).”

O Aterro Sanitário é uma obra de engenharia que tem por finalidade receber e armazenar os resíduos sólidos urbanos, com o principal objetivo de resguardar danos à saúde pública, assim como preservar o meio ambiente por intermédio de mecanismos que nele implantados evitam que os poluentes e contaminantes gerados através da decomposição dos materiais, atinjam corpos hídricos e até mesmo a atmosfera, conforme Figura 1.

Figura 1 - Sistema de Aterro Sanitário



Fonte: BARROS (2016).

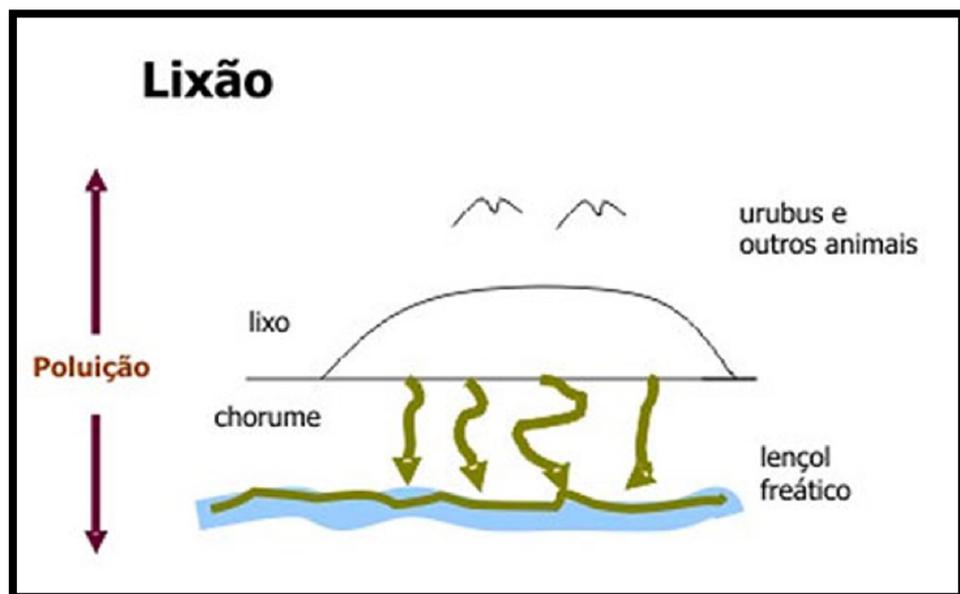
5.2.2 Lixão

No que se descreve a lixão, na obra de Albuquerque (2011, p. 319), pode ser entendido que “lixões são aonde os resíduos sólidos são lançados de forma incorreta, ou seja, são lançados sobre o solo, e não recebem nenhum tipo de tratamento. Com isso, são os mais prejudiciais ao meio ambiente”.

Lixão é uma área de descarte de resíduos sólidos que não tem preparação do solo. Nele não existe sistema de tratamento para o chorume, que penetra no solo e acaba contaminando o lençol freático. Vários seres vivos convivem com o lixo livremente, e o pior é que pessoas catam comida e materiais recicláveis para vender. No lixão o lixo fica exposto e não há nada que evite danos ao meio ambiente e a sociedade (GONÇALVES, 2008).

Seguindo o embasamento de D’Almeida (2000), a define de lixão é uma maneira inapropriada de acumulo final de resíduos dos municípios, o qual também tem seu depósito de maneira incorreta relacionado ao meio ambiente, degradando tanto o solo, água, ar, e afetando a saúde publica. Um dos inúmeros fatores é a transmissão de doenças pelos animais que ali habitam. 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), conforme a Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Sistema de Aterro Irregular – Lixão



Fonte: BARROS (2016).

5.2.3 Aterros Controlados

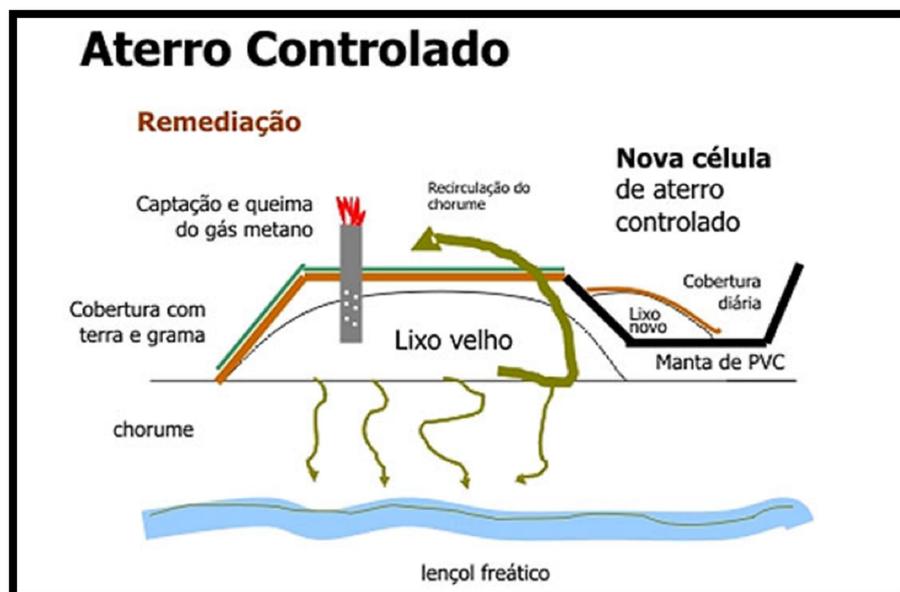
Aterro Controlado é a forma de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, minimizando os impactos ambientais, este método que usa princípios de engenharia para aprisionar os resíduos sólidos, tampando-os com uma faixa de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho (ABNT, 1985).

Conforme o Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT, 2000) explica que aterro controlado é uma técnica de disposição de resíduos, que apenas minimiza os impactos ambientais, pois não dispõe de impermeabilização de base, nem de tratamentos do percolado e de biogás.

“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).”

O Aterro controlado é um lixão melhorado, (Figura 3) podemos se dizer. Magalhães (2008) afirma que o Aterro Controlado é menos prejudicial que os Lixões, entretanto, também têm grande impacto negativo ao meio ambiente, pois a decomposição do lixo sem nenhuma segregação, apenas aterrado, gera poluição no solo e nos corpos hídricos circunvizinhos.

Figura 3 - Sistema de Aterro Controlado



Fonte: BARROS (2016).

5.3 PRINCIPAIS ELEMENTOS DE UM 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, 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 físicoquímicos, 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.

5.3.1 Isolamento do Aterro

Conforme determina a ABNT (2010), deve ser apresentada a solução utilizada para isolar o aterro, por meio de barreira que impeça o trânsito de animais e pessoas. Este isolamento terá que ser feito juntamente com cerca viva arbórea por todo o perímetro da área da obra. O aterro também deverá ter faixa de proteção sanitária e controle para prevenção de incêndios entre o maciço do aterro e a cerca do perímetro.

5.3.2 Acessos

As técnicas adotadas para execução das vias de acesso e de circulação interna do empreendimento devem ser descritas, afim, de oferecer acesso permanente aos caminhões que fazem a coleta dos resíduos sólidos. Também deve ser indicado o portão de entrada e junto a ele, uma edificação equipada em que um funcionário controlará e fiscalizará a entrada e saída de veículos do local (ABNT, 2010).

5.3.3 Resíduos Sólidos

Quando citamos resíduos temos a definição correta dessa expressão, desta forma a NBR 10004 sólidos na maioria das vezes não (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.

c) 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.

d) 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.

5.3.4 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).

Percora 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.

Conforme o pensamento de Lange *et al.* (2008, p 87), na decomposição dos resíduos sólidos o sub produto gerado é os gases. Os principais gases gerados são o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄), dois fortes contribuintes para o efeito estufa, com isso precisam se tratados e drenados de forma correta. Tem uma estimativa de 370 a 400 Nm³ de biogás gerados de biogás por tonelada de resíduos sólidos secos. Esses valores são usados com frequência em projetos de aterro. Para a drenagem dos gases nos aterros, são utilizados drenos verticais e horizontais.

Os drenos verticais de gás são os mais utilizados, sendo que, nesse caso, sempre são interligados com os drenos horizontais de lixiviados. Para dimensionar o dreno vertical, podem-se utilizar equações de fluxo de fluidos (neste caso um gás) em meios porosos (brita) ou mesmo em tubulações. Porém, normalmente, adota-se um dimensionamento empírico do sistema vertical de drenos. Assim, os drenos verticais possuem diâmetros que variam de 50 cm a 100 cm, sendo preenchidos com rocha brita 3, 4 ou 5. Aterros maiores e de maior altura podem possuir drenos verticais de até 150 cm de diâmetro.

O tratamento é feito após o dreno do biogás. Para amenizar o efeito poluidor que o biogás gera na atmosfera, é aconselhado queimá-lo, por ser uma maneira eficaz e barata. Vale lembrar que o metano é 21 vezes mais letal para o efeito estufa que o dióxido de carbono (LANGE *et al.*, 2008).

5.3.5 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 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).

5.3.6 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).

De acordo com o site Cetesb (s/d, online), após coletado, o chorume deve ser devidamente tratado para então poder ser descartado em corpos hídricos. O tratamento pode ser feito no aterro sanitário ou em uma Estação de Tratamento de Esgotos. Normalmente os tipos de tratamento utilizados são o tratamento biológico (lagoas anaeróbias, aeróbias e de estabilização), tratamento por oxidação (evaporação e queima) ou tratamento químico (introdução de substâncias químicas ao chorume).

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).

5.3.7 Impermeabilização da Base e Laterais

As valas deverão armazenar os resíduos aterrados e os líquidos gerados, fazendo com que o impacto ambiental seja o mínimo possível. Para blindar o aterro de futuras infiltrações, deverá ser projetado um sistema que impermeabilize de forma eficaz a base e as laterais da vala. Os municípios de pequeno porte geram menos resíduos, fazendo com que seja mais fácil utilizar sistemas simplificados como a adoção de revestimentos minerais e caso as características do solo da área tenham permeabilidade satisfatória, poderá ser utilizado sem nenhum problema e ainda reduzirá os custos. Não sendo possível a impermeabilização com solo da área, o projeto deverá prever a colocação de mantas plásticas (CASTILHOS JUNIOR, 2003).

5.3.8 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).

5.3.9 Monitoramento das águas do subsolo

De acordo com a ABNT (2010), no que diz respeito ao monitoramento das águas do subsolo, o descarte de resíduos sólidos no solo não pode afetar a qualidade das águas subterrâneas, com isso, se faz necessário o monitoramento das águas subterrâneas, a fim de se há alterações negativas na composição das águas.

Este monitoramento deve ser feito pelo menos a partir de amostras de um poço de monitoramento a montante e outros três a jusante do aterro, sem estar alinhados com o sentido de fluxo subterrâneo das águas. A eventual supressão do monitoramento ou sua implementação sob outros critérios, deve ser devidamente fundamentada pelo projetista e liberada pelo Órgão Ambiental.

5.3.10 Coberturas intermediária e final

O sistema de cobertura tem o objetivo de reduzir de forma significativa a proliferação de vetores, bem como diminuir o volume de lixiviados, reduzir os odores e impedir escoamento do biogás para a atmosfera. A cobertura diária é realizada ao final dos trabalhos do dia, já a cobertura intermediária é necessária naqueles locais onde a superfície ficará inativa por mais tempo, aguardando, por exemplo, a conclusão de um patamar para início do seguinte.

A cobertura final tem a função de blindar o máximo possível às valas das águas pluviais, o que sem essa cobertura poderia implicar em aumento do volume de lixiviado, bem como no escoamento dos gases para a atmosfera.

A cobertura final também favorece a recuperação final da área e o crescimento de vegetação. Como camada de cobertura dos resíduos, é importante que seja utilizado um solo argilo-arenoso, pois este tipo de material apresenta menor retração por secagem em relação a solos com alto volume de teor de argila (CASTILHOS JUNIOR, 2003).

5.4 PRELIMINARES PARA EXECUÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO

Detalhamento do planejamento inicial correto de um aterro sanitário, para que o mesmo seja executado de maneira menos prejudicial possível para o meio ambiente.

5.4.1 Estudos Preliminares

Os estudos preliminares tem o intuito estudar as características necessárias para a escolha do tipo de sistema que será adotado. Igualmente, servem de embasamento para o controle posterior ao longo de todo o monitoramento da operação de aterramento dos resíduos da área utilizada. Esses estudos têm duas partes: caracterização do município e diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos utilizado (CASTILHOS JUNIOR, 2003).

Nas características do município que são de suma importância para um projeto de aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos, pode-se citar dados sobre a população, sobre as atividades socioeconômicas e a infraestrutura do município para os serviços de saneamento básico. Também é preciso quantificar os habitantes, o crescimento populacional no decorrer dos anos, a renda da população, e outros hábitos que definam o tipo de comunidade que gera os resíduos que serão descartados no meio ambiente (CASTILHOS JUNIOR, 2003).

Nos estudos preliminares é importante que seja feito um diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos no município. Todas as etapas, desde a geração até o destino final devem ser levantadas. Com dados qualitativos e quantitativos sobre as atividades de gestão é possível que se faça um planejamento de melhorias no sistema. São fundamentais informações sobre geração per capita de resíduos sólidos domésticos e serviços de limpeza na cidade que foram executados (CASTILHOS JUNIOR, 2003).

5.4.2 Seleção da área

Segundo Monteiro *et al.* (2001), a seleção da área para a implantação de um aterro deve estar dentro dos critérios técnicos cobrados pela legislação federal, estadual e municipal, se houver.

As áreas têm que se localizar numa região onde o uso do solo seja rural ou industrial e fora de qualquer local protegido ambientalmente e não se situar a menos de 200 metros de corpos d'água relevantes. Também não poderão estar a menos de 50 metros de qualquer corpo d'água, inclusive valas de drenagem que pertençam estado ou município. O local selecionado não deve se situar a menos de mil metros de residências urbanas que abriguem 200 ou mais habitantes e não poderá se situar próximo a aeroportos ou aeródromos.

5.4.3 Licenciamento ambiental.

“O processo de licenciamento ambiental do aterro sanitário nas suas diversas etapas: licença prévia (LP), licença de implantação (LI) e licença de operação (LO). Os custos de licenciamento para aterros sanitários variam em função do potencial poluidor do mesmo” (KROETZ *et al.*, s/d, p. 4).

Ainda sobre Licenciamento Ambiental, segundo o Art. 5º da Resolução nº 308 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), o órgão ambiental competente, ao constatar que o aterro sanitário não produz significativo risco de impacto ambiental, poderá dispensar o Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA, definindo para este caso, estudos ambientais que se façam necessários ao processo de licenciamento.

5.4.4 Aquisição do local

Na fase de planejamento a escolha do local pode gerar um grande custo para a administração pública, mas isto pode ser revertido caso a prefeitura disponha de alguma área em nome dela e que possa ser utilizada, pois neste caso se dá preferência a estes locais, assim diminuindo os gastos com aquisição de terreno. O grande problema da aquisição é que isso poderá acarretar em maiores gastos, visto que existem possibilidades de o local ser habitado e ter que ser desapropriado. Muitas vezes pelo dono não querer vender ou até mesmo por falta de recursos dos municípios, os locais escolhidos são alugados, e nesse caso os custos são contabilizados anualmente como referentes à operação do aterro (KROETZ *et al.*, s/d).

6 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho consta de um processo qualitativo em que analisou desde o processo construtivo do aterro sanitário de Palmas - TO, sua história, quais os métodos de implantação utilizados na época, bem como o seu desempenho na atualidade. Para alcançar as informações necessárias para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado inicialmente a pesquisa bibliográfica com uma revisão em publicações a respeito do aterro, para assim possibilitar uma aproximação conceitual sobre o objeto da pesquisa.

Desta maneira foi possível definir a fundamentação teórica e a definição do que é um aterro sanitário, assim como relatos sobre a sua importância para uma cidade. O pesquisador Antônio Carlos Gil (1999, p. 42) afirma que “a pesquisa tem um caráter pragmático, e um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico”. Para o autor um dos objetivos centrais quando se propõe a realizar uma pesquisa, é o de “descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”. Portanto, aprofundou-se sistematicamente este estudo para que ocorresse uma produção científica de qualidade, a qual complementou o acervo bibliográfico sobre o tema.

Além da pesquisa bibliográfica, realizou-se um estudo de campo para verificar *in loco* a situação atuação do aterro analisado. O objetivo dessa parte do estudo era o de buscar informações a respeito do atual funcionamento do objeto de pesquisa. Neste contexto, avaliou-se inicialmente se a estrutura do aterro palmense ainda comportava a quantidade de lixo gerada por habitante. A partir dos resultados obtidos fez-se possível realizar uma avaliação sobre a forma de construção da obra à época, e se ela, até o momento da realização da pesquisa, atende às demandas da Capital tocantinense.

Logo após a visita ao aterro estudado, o pesquisador realizou-se uma seleção de fotos e dados encontrados na localidade. O objetivo desse crivo era de avaliar quais informações são importantes para o complemento científico da pesquisa. É importante ressaltar que esse filtro também é indispensável para uma maior objetividade na apresentação dos resultados desta análise.

Conforme citação no Quadro 1 a seguir, também foi de grande relevância a entrevista com o Engenheiro responsável pelo aterro, que participou desde o projeto e por conseguinte todas as etapas posteriores, o Dr João Marques.

Outro ponto que mereceu ser destacado é que este estudo priorizou em seu processo de análise – tanto bibliográfico quanto de estudo de campo – uma visão voltada para o ramo da engenharia civil. Portanto, os autores utilizados para a base teórica foram aqueles que

possuem pesquisas relacionadas ao tema central deste estudo. Neste sentido, os recursos que foram utilizados na visita *in loco* eram baseados conforme o preconizado nos métodos aprendidos pelo pesquisador durante a sua graduação em Engenharia Civil.

Quadro 1 - Protocolo de Pesquisa

Visão Geral do Projeto
<p>Objetivo: Analisar o desempenho e o funcionamento do Aterro Sanitário de Palmas Tocantins</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.</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.

Fonte: Autor, adaptado de Yin (2010).

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

7.1. Implantação e controle do sistema do aterro sanitário de Palmas

De acordo com o que foi escrito na introdução, o aterro possui uma área de aproximadamente 94 hectares, podendo chegar a receber até 250 toneladas de resíduos por dia, o funcionamento é 24h por dia, durante toda a semana, exceto aos domingos. Segundo o engenheiro João Marques, responsável pelo aterro sanitário, com a mesma demanda de resíduos que é coletada atualmente, a vida útil do mesmo pode chegar até 40 anos. Sendo que este número poderia ser bem maior, se tivesse uma conscientização da população quanto à reciclagem e coleta seletiva. (Marques J. Consulta pessoal, 2018)

Hoje o aterro sanitário tem 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.

Após o recebimento e pesagem do lixo, o caminhão é conduzido para fazer o depósito nas células. 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 espalhasse 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.

7.2. Impermeabilização do solo

A impermeabilização das células são feitas em trincheiras escavadas a 2,50m de profundidade, e cobertas com manta PEAD (Polietileno de Alta Densidade) que tem vida útil de até 100 anos. A principal função da manta é a de não deixar o chorume entrar em contato com o solo, o qual é escoado para as tubulações e depositado nas lagoas de tratamento, as quais também são impermeabilizadas com a manta PEAD, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Terreno impermeabilizado



Fonte: Autor, 2018.

Deve se ter um cuidado muito grande com as emendas das mantas, é utilizado uma maquina de fusão para execução perfeita. Após a impermeabilização, é espalhado uma camada de cascalho para evitar que os resíduos furem a manta.

7.3. Captação e drenagem dos gases

Executado logo após a impermeabilização de todo o solo da célula, é um sistema que capta e drena todos os gases, é indispensável para segurança e continuidade do aterro. São executados tubos verticais de diâmetros de até 1,20m e paredes de tela preenchida, conforme Figura 5 e Figura 6. Os tubos são interligados para melhor desempenho da captação e drenagem dos gases, e são estendidos a cada nova camada de aterro.

Figura 5 – Tubulação de drenagem dos gases



Fonte: Autor, 2018.

Figura 6 – Tubulação de drenagem dos gases



Fonte: Autor, 2018.

7.4 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, 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, conforme Figura 7 e Figura 8.

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 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 7 – Lagoas de tratamento com PEAD



Fonte: Autor, 2018.

Figura 8 – Lagoas de tratamento com PEAD



Fonte: Autor, 2018.

7.5 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).

7.6 Sistema de Monitoramento do Aterro de Palmas

Com intuito de manter o controle das águas superficiais, o aterro conta com poços de monitoramento de água, localizado na parte da montante do aterro, conforme Figura 09 e Figura 10, na parte da jusante do aterro e também encontra fora da área do aterro, para termos uma melhor análise dos corpos de provas das águas subterrâneas.

Figura 9 – Poços de monitoramento



Fonte: **Autor, 2018.**

Figura 10 – Poços de monitoramento

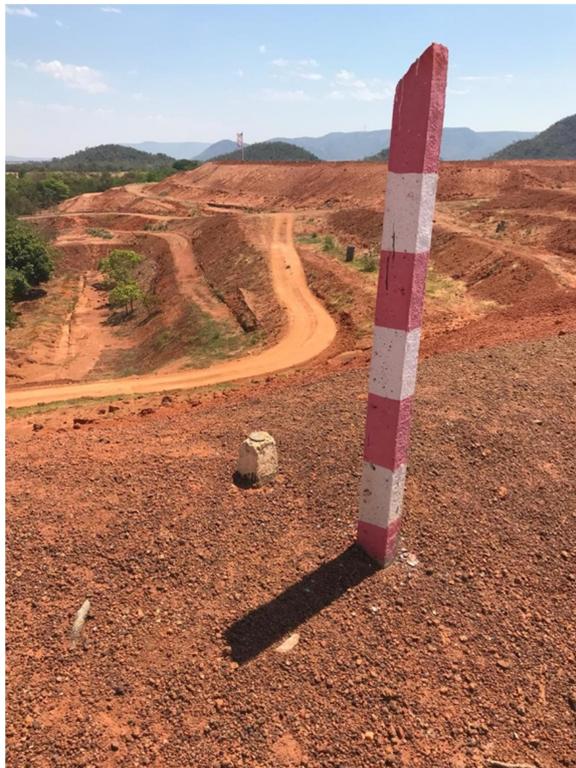


Fonte: **Autor, 2018.**

O aterro conta também com um sistema de monitoramento geotécnico, que é feito com auxílio de estação total e dos gabaritos fixados nas extremidades das células inativas, conforme Figura 11. Este monitoramento é para analisar se as células estão estáveis, ou se está ocorrendo algum comportamento devido ao grande volume de resíduos sólidos ali depositados.

Outra forma de monitoramento é o biológico, que é feito em uma pequena lagoa ocasionada por uma nascente na jusante do aterro. Com ela é possível ver a presença de vidas, como por exemplo: peixes. Está criação de peixes deixa bem claro a pureza do lençol freático.

Figura 11 – Pontos de leitura do gabarito



Fonte: Autor, 2018.

8 CONCLUSÃO

O aterro foi executado inicialmente em uma área de 10 hectares, sendo divididos em células, e com todas as explicações citadas nos resultados. Hoje possui uma área de aproximadamente 94 hectares, podendo chegar a receber até 250 toneladas de resíduos por dia, o funcionamento é 24h por dia, durante toda a semana, exceto aos domingos.

Segundo o engenheiro João Marques, responsável pelo aterro sanitário, com a mesma demanda de resíduos que é coletada atualmente, a vida útil do mesmo pode chegar até 40 anos.

A importância é um aterro sanitário para a saúde dos seres humanos e meio ambiente. Foi possível também ver como as disposições dos resíduos sólidos são feitas de maneira correta e que realmente funciona no município.

Como é importante o monitoramento para analisar a qualidade ambiental dos meios envolvidos, como a água superficial, que é a maneira mais eficaz de analisar se o aterro está contaminando de alguma forma o meio ambiente. Vale ressaltar que nos poços de coleta de água, a mesma encontrasse potável, conforme CONOMA 430/2011.

É certo que o aterro sanitário é o melhor local para disposição dos resíduos sólidos, mais se o mesmo não for operado da maneira correta, pode ser um grande vilão para a contaminação das águas superficiais e subterrâneas nas proximidades do mesmo. Contudo exposto, fica evidente que o aterro Sanitário de Palmas é muito eficaz, e por isto é visto como referência nacional.

Uma sugestão para aumentar a vida útil do aterro, é se ter um programa mais intensivo para a conscientização de crianças e adultos. Hoje, grande parte dos resíduos sólidos depositados no aterro poderiam ser reciclados, mas com a falta de coleta seletiva e conscientização da população isso fica muito inviável. Acredito que podemos ter um controle maior dos resíduos sólidos antes de chegarem ao aterro, podemos reaproveitar grande parte dos mesmos.

9 REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. B. Torres de. Resíduos sólidos. Leme: Independente, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro 2004.
- _____. **NBR 10005 – Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólido**. Rio de Janeiro 2004.
- _____. **NBR 10006 – Gestão da qualidade - Diretrizes para a qualidade no gerenciamento de Projetos**. Rio de Janeiro 2000.
- _____. **NBR 8419 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 1992.
- _____. **NBR 13896 – Aterro de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 1997.
- _____. **NBR 15849 – Resíduos sólidos urbanos: aterros sanitários de pequeno porte – diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento**. Rio de Janeiro, 2010.
- BRENTANO, D. M. **Desenvolvimento e Aplicação do Teste de Toxicidade Crônica com Daphnia Magna: Avaliação de Efluentes Tratados de um Aterro Sanitário**. Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental, Universidade de Santa Catarina , Florianópolis - SC, 2006.
- BARROS, Adauto. **Lixo e Luxo**. 2016. Disponível em: <<https://www.parintins24hs.com.br/lixo-e-luxo/>>. Acesso em: 16 out. de 2017.
- BIDONE, F. R. A.; LLI, J. P. ;COTRIM, S. L. S. **Tratamento de Lixiviado de Aterro Sanitário Através de Filtros Percoladores**. In: DÉCIMONONO CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9., 1997, Foz de Iguaçu. Paraná: Foz do Iguaçu, 1997.
- CARVALHO, Geila Santos. **Lixo: consequências, desafios e soluções**. Disponível em: <<http://www.cenedcursos.com.br/lixo-consequencias-desafios-e-solucoes.html>>. Acesso em: 19 out.. 2017.
- 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.
- CETESB. **Aterro Sanitário**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/mudancas-climaticas/biogas/Aterro%20Sanitário/21Aterro%20Sanitário/>>. Acesso em: 16 Out. 2017.

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

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

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. Curso de Direito Ambiental brasileiro. São Paulo: Saraiva, 2011.

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

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).

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999. Obladen, Obladen e Barros (2009, p. 7)

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

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.

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

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

KROETZ, Carlos Eduardo *et al.* **III-051 - Desenvolvimento de um Sistema de Apoio ao Dimensionamento de Aterros Sanitários em Valas para Municípios de pequeno porte**. Curitiba: Abes, s/d. 15 p.

LANGE, Liséte Celina *et al.* **Resíduos sólidos: projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários: guia do profissional em treinamento: nível 2**. Belo Horizonte: Recesa, 2008. 120 p.

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

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.

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

MAGALHÃES, D. N. **Elementos para o diagnóstico e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no município de Dores 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.

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.

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.

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

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