

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

ANANDA THAYLIN MÂNICA

**CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO ATERRO
CONTROLADO DO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2014

ANANDA THAYLIN MÂNICA



**CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO ATERRO
CONTROLADO DO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR**

Monografia apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Especialista na Pós
Graduação em Gestão Ambiental em Municípios
– Pólo UAB do Município de,
Modalidade de Ensino a Distância, da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientador(a): Prof. Dr.....

MEDIANEIRA

2014



TERMO DE APROVAÇÃO

Caracterização dos Impactos Ambientais do Aterro Sanitário do Município de São Miguel do Iguaçu – PR

Por

Ananda Thaylin Mânica

Esta monografia foi apresentada às 08 h do dia 29 de **Novembro** de **2014** como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios – Pólo de Foz do Iguaçu – PR Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Prof. Me. Thiago Edwiges
UTFPR – Câmpus Medianeira
Thiago Edwiges

Prof. Me. Fábio Orssatto
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof^a. Michelle Budke Costa
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso-.

Dedico esse trabalho aos meus pais Darci e Rosana, pela compreensão, apoio e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me iluminou e deu forças em todos os momentos de minha vida. Agradeço também aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e apoiaram em todos os momentos.

Ao Professor Thiago Edwiges pelo apoio e dedicação durante os meses que trabalhamos juntos e também pela sua compreensão.

Não esquecendo também dos colegas e amigos, que sempre torceram pelo sucesso do meu trabalho.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que não mediram esforços para nos auxiliar no decorrer da pós-graduação.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram para a realização desta monografia.

RESUMO

MÂNICA, Ananda T. Caracterização dos Impactos Ambientais do Aterro Controlado do Município de São Miguel do Iguçu – PR. 2014. 42 p. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

Os Resíduos Sólidos constituem uma das maiores preocupações ambientais, tanto para a população quanto aos órgãos ambientais, prefeituras municipais e ao governo. Consome-se muito, na maioria das vezes bens de vida útil limitada, em um ritmo acelerado, o que gera uma grande quantidade de resíduos. Faz-se necessário o descarte adequado desses resíduos, evitando assim maiores problemas, tanto de caráter ambiental, quanto de caráter sanitário. Porém, não basta descartá-los corretamente, os órgãos competentes precisam investir em infraestrutura, seguir regulamentos e técnicas de gerenciamento, disposição final e tratamento dos Resíduos Sólidos Urbanos, para assim manter seguro todo o processo de gerenciamento, sem afetar a população e ao meio ambiente.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar o Aterro Controlado do Município de São Miguel do Iguçu, identificar seus possíveis impactos e propor alternativas para diminuí-los. Os resultados obtidos através de visitas ao local e conversa com funcionários é de que o Aterro possui algumas falhas, que podem sim trazer impactos negativos tanto ao meio ambiente quanto a qualidade de vida da população, sendo necessárias readequações no local, visando melhorias na estrutura, e diminuição de impactos ambientais.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, Aterro controlado, melhorias.

ABSTRACT

MÂNICA, Ananda T. Characterization of Environmental Impacts of the controlled landfill in São Miguel do Iguaçu - PR. 2014. 42 p. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

Solid waste is one of the biggest environmental concerns for the population, environmental agencies, counties and government. We consume a lot, mostly, goods of limited shelf life-at a fast pace-which creates a lot of waste. It is essential to do the proper disposal of these wastes to avoid major environmental and sanitary problems. Besides discarding them properly, there is a need to invest in infrastructure, following regulations and management techniques for disposal and solid waste treatment, ensuring safety, without affecting the population and the environment. This study aimed to characterize the Controlled Landfill of São Miguel do Iguaçu County, identify their potential impacts and propose alternatives to lower levels of solid waste. The results obtained through visits to the place and conversation with officials it is of the fact that the Landfill has some faults, which can bring yes negative impacts so much to the environment as for quality of life of the population, when readaptations are necessary in the place, aiming at improvements in the structure, and reduction of environmental impacts

Keywords: Solid waste, Controlled Landfill, improvements.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Lixão a Céu Aberto | 17 |
| Figura 2 - Esquema de um Aterro Controlado..... | 19 |
| Figura 3 – Esquema de um Aterro Sanitário e possíveis impactos ambientais..... | 20 |
| Figura 4 –Drenagem de Gases | 24 |
| Figura 5 – Localização do Município em relação aos municípios vizinhos..... | 26 |
| Tabela 1 – Índice de Desenvolvimento Humano do município..... | 27 |
| Figura 6 – Mapa Sede do Município de São Miguel do Iguaçu | 27 |
| Figura 7 – Localização do Aterro Controlado | 29 |
| Figura 8 – Vista Aérea do Aterro | 30 |
| Figura 9 – Portão de entrada do Aterro | 32 |
| Figura 10 – Guarita | 32 |
| Figura 11 – Cerca de arame farpado situada na parte superior do Aterro | 34 |
| Figura 12 - Local onde os resíduos são recebidos no aterro | 35 |
| Figura 13 - Triagem dos resíduos sólidos | 35 |
| Figura 14 – Vala em operação no Aterro Controlado de São Miguel do Iguaçu | 37 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 13 |
| 2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS..... | 13 |
| 2.1.1 Classificação | 13 |
| 2.1.1.1 Quanto a Degradabilidade..... | 13 |
| 2.1.1.2 Quanto a Origem..... | 14 |
| 2.1.1.3 Quanto a Quanto a Periculosidade | 15 |
| 2.2 DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS..... | 16 |
| 2.2.1 Depósito a Céu Aberto (Lixão) | 17 |
| 2.2.2 Aterro Controlado | 18 |
| 2.2.2 Aterro Sanitário | 19 |
| 2.3 ASPECTOS E CRITÉRIOS DO ATERRO SANITÁRIO..... | 20 |
| 2.3.1 Infraestrutura de controle e apoio operacional | 21 |
| 2.3.2 Sistema de Drenagem de Águas Superficiais e Gases | 22 |
| 2.3.3 Sistema de Coleta e Recirculação de Chorume | 24 |
| 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS..... | 26 |
| 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 26 |
| 3.1.1 Demografia..... | 27 |
| 3.1.2 Clima e Relevo | 28 |
| 3.1.3 Localização e Aspectos do Aterro | 28 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 31 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 40 |
| REFERÊNCIAS..... | 41 |

1 INTRODUÇÃO

O crescimento exponencial da população é uma realidade nos dias atuais, porém nem sempre foi assim, iniciou de fato após a Revolução Industrial, antes disso, havia quase um equilíbrio entre as taxas de natalidade e mortalidade.

Após a Revolução Industrial houve avanços não apenas no setor industrial, como no científico, onde houve grandes descobertas, nos mais variados setores.

Melhorias na saúde, nas condições sanitárias, na medicina, tiveram um grande impacto na demografia, fazendo com que as taxas de mortalidade caíssem de maneira vertiginosa. A partir daí, iniciou-se um desequilíbrio na população, pois as taxas de natalidade começaram a aumentar e a de mortalidade diminuir e mais pessoas iniciaram a migração dos campos às cidades.

Com um aumento considerável na população e sua migração para os centros urbanos, a urbanização atingiu níveis elevados, o que demanda grande transformação em variados setores, como industrial, do comércio, de serviços e também do setor agrícola.

Com novos hábitos a população consome mais, há um novo cenário, considerado capitalista de produção, onde se tem como objetivo vender cada vez mais e de maneira contínua. Devido a este fator, há maior produção de produtos considerados não duráveis, que possuem um descarte rápido, para atender a demanda da população.

Estes novos hábitos trazem consigo intervenções fortes e significativas para o meio, tornando-se motivo de preocupação. O crescimento desordenado e acelerado da população, bem como seu conseqüente consumo, também exagerado acarreta a geração de resíduos em uma velocidade e quantidade consideradas exagerada.

Gerenciar os resíduos após o seu descarte é um dos grandes problemas atuais, e quando feito de maneira inadequada traz transformações ambientais negativas, como inundações, enchentes, assoreamento de rios e lagos, poluição do ar, do solo e da água, além de problemas relacionados à saúde, proliferação de vetores, e doenças variadas.

Segundo Leripio (2004), nós somos a sociedade do lixo, e estamos cercados totalmente por ele, porém há pouco tempo acordamos para este triste aspecto de

nossa realidade. O autor ainda cita que, nos últimos 20 anos, a população mundial cresceu menos do que o volume de resíduos produzido por ela mesma. E entre 1970 a 1990 a população do planeta aumentou 18%, enquanto a quantidade de resíduo produzido pela população passou a ser 25% maior.

Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar o gerenciamento do Aterro Controlado do município de São Miguel do Iguaçu – PR, por meio de uma caracterização dos impactos ambientais existentes no entorno do aterro, e da proposição de medidas corretivas para eventuais procedimentos incorretos, visando minimizar os impactos ambientais no local.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

A Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis, define:

Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

2.1.1 Classificação

2.1.1.1 Quanto à degradabilidade

Lima (2001) considera que os resíduos sólidos são constituídos por substâncias consideradas:

- Facilmente Degradáveis (FD): restos de comida, sobras de cozinha, folhas, capim, casca de frutas, animais mortos e excrementos;
- Moderadamente Degradáveis (MD): papel, papelão e outros produtos celulósicos;
- Difícilmente Degradáveis (DD): trapo, couro, pano, madeira, borracha, cabelo, penas de galinha, ossos, plástico;

- Não Degradáveis (ND): metal não ferroso, vidro, pedras, cinzas, terra, areia, cerâmica.

A geração de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil no ano de 2013 foi de 76.387.200 toneladas, entre este ano e o ano de 2012 um aumento de 4,4% na quantidade de RSU coletados. A comparação deste índice com o crescimento da geração de Resíduos Sólidos Urbanos mostra uma pequena evolução nos serviços de coleta, chegando a 90,4%, com um total de 69.064.935 toneladas coletadas no ano. (ABRELPE, 2013)

O autor ainda cita que em pouco mais de 62% dos municípios brasileiros registraram uma iniciativa de coleta seletiva.

2.1.1.2 Quanto à origem

De acordo com a Lei N^o 12.305, os resíduos sólidos possuem a seguinte classificação, de acordo com a sua origem:

- a) Resíduos domiciliares: são aqueles originários das atividades domésticas em residências urbanas;
- b) Resíduos de limpeza urbana: originários da limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: são aqueles gerados nessas atividades;
- d) Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades;
- e) Resíduos industriais: são aqueles gerados tanto nos processos produtivos, quanto aqueles oriundos das instalações industriais;
- f) Resíduos de serviços de saúde: gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- g) Resíduos da construção civil: aqueles gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e também os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

- h) Resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e também silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- i) Resíduos de serviços de transportes: originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários, ferroviários e passagens de fronteira;
- j) Resíduos de mineração: são aqueles gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

2.1.1.3 Quanto à periculosidade

A norma NBR 10004, de 2004 dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos quanto a sua periculosidade, ou seja, suas características referentes às suas propriedades físicas, químicas ou até mesmo infectocontagiosas, que apresentam ou podem representar potencial de risco à saúde pública e também riscos ao meio ambiente. De acordo com sua periculosidade os resíduos sólidos podem ser classificados como:

- a) Resíduos classe I – Perigosos:

São aqueles que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública, causando aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda podem provocar efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de maneira inadequada. (ABNT, 2004)

- a) Resíduos classe II A– Não inertes:

Resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, podendo acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos classe I - perigosos ou classe IIB - inertes. (ABNT, 2004).

- b) Resíduos classe II B– Inertes:

São os resíduos que, por suas características peculiares, não oferecem riscos à saúde, bem como ao meio ambiente, e que quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, não obtiveram nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, exceto os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor (ABNT, 2004).

2.2 DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Cada brasileiro produz, aproximadamente, 1,30 kg de resíduos diariamente. Esse dado representa uma geração diária, no Brasil, de aproximadamente 230 mil toneladas. A disposição final deste lixo varia de acordo com a região onde o mesmo é coletado, porém cerca de 71% é destinado a aterros (sanitários ou controlados) e 26% destinam-se a lixões a céu aberto. (PACHECO e ZAMORA, 2004, citando IBGE, 2003).

O grande desafio de destinar corretamente os materiais descartados não consiste apenas em removê-los de logradouros e edificações, simplesmente trocando-o para um local mais afastado da área urbana, deve-se dar um destino final adequado aos resíduos coletados. (GOLDMEIER & JABLONSKI, 2005)

2.2.1 Depósito a Céu Aberto (Lixão)

O lixão é uma área de disposição final de resíduos sólidos onde não há nenhuma preparação no solo. Nesse método de disposição não há sistema de tratamento de efluentes líquidos (chorume) que penetra pela terra levando substâncias contaminantes para o solo e também para o lençol freático. Os animais que proliferam nesses locais, podem disseminar micróbios transmissores de

doenças graves, como a leptospirose, que é uma doença causada por um tipo de bactéria presente na urina dos ratos (AMBIENTE BRASIL, 2011).

Fellenberg (1980) cita que os inconvenientes e os riscos dos lixões não são poucos. Diversas áreas, a céu aberto, recebem diariamente grande quantidade de resíduos diariamente, de toda espécie, sem que haja qualquer tratamento prévio ou separação dos resíduos. Famílias de baixa renda, que vivem da catação do lixo, passam a conviver com animais transmissores de doenças e com o ambiente infectado dos lixões.

A contaminação do solo e do lençol freático, em um local onde existe um lixão a céu aberto é considerada inevitável, Além disso, o autor por estas razões representam uma forma extremamente inadequada de destinação do lixo urbano, uma forma menos prejudicial seria realizar a implantação dos aterros sanitários como destinação final do lixo urbano. (FELLENBERG, 1980)

A Figura 1 ilustra a situação real de um lixão a céu aberto, onde é possível visualizar uma grande quantidade de resíduos, das mais variadas espécies, dispostos de maneira irregular:



Figura 1: Lixão a céu aberto

Fonte: (Medeiros et al., 2008)

2.2.2 Aterro Controlado

O autor Sumi (2009, p. 43) discorre sobre o aterro controlado, o mesmo cita que esse método de disposição é considerado intermediário entre o aterro sanitário e o lixão. A sua instalação é realizada em áreas selecionadas, onde são escavadas valas que receberão os resíduos diariamente, após a deposição dos mesmos, as valas são cobertas com solo. No aterro controlado a ideia principal é minimizar os impactos causados por esse tipo de atividade, pois se realizada a cobertura após a deposição de resíduos há uma diminuição do problema da presença de animais, de odor e espalhamento de resíduos pelo vento.

Nos aterros controlados, os resíduos devem cobertos periodicamente com terra, porém o solo não é impermeabilizado e nem sempre existe sistema de drenagem dos líquidos percolados ou algum projeto de captação de gases que são formados durante a decomposição dos resíduos sólidos (MORAIS, 2005).

Nascimento (2001) considera que os aterros controlados são na verdade “lixões maquiados”, pois eles apresentam quase que os mesmos problemas ambientais que os lixões, como a poluição das águas, do solo, do ar, e etc.

Este tipo de aterro diminui os problemas de poluição, mas ele não os elimina, pois não possui sistema de impermeabilização de base, nem de estação de tratamento de chorume e sistema de dispersão de gases (FERNANDES, 2001).

A Figura 2 ilustra um esquema de como funciona um Aterro Controlado, mostrando a inexistência de um sistema que evite o contato direto do chorume com o solo e o lençol freático.

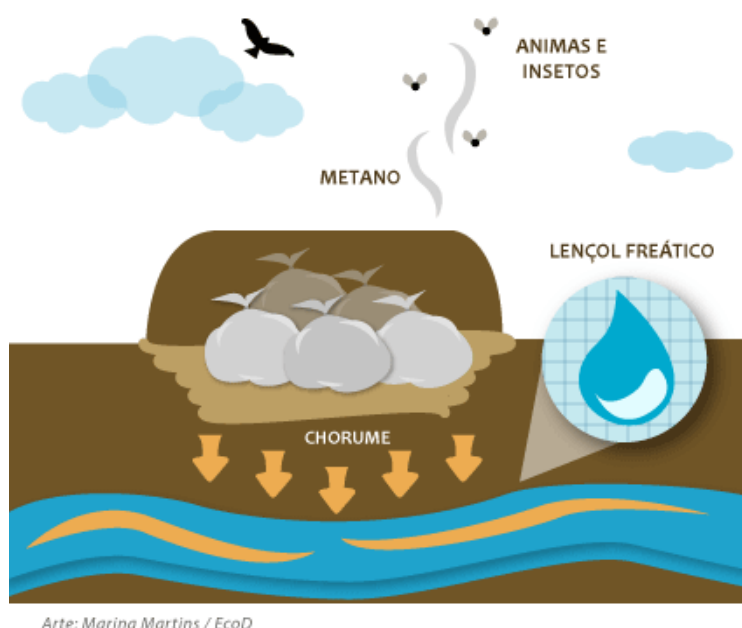


Figura 2: Esquema de um Aterro Controlado

Fonte: Rumo Sustentável, 2009.

2.2.3 Aterro Sanitário

Segundo a NBR 8.419/1992 apud (LANZA V.C.V, CARVALHO A. L de 2006):

“Aterro sanitário é uma técnica de disposição de RSU no solo sem causar danos à saúde pública, devido sua segurança, minimizando os impactos ambientais. No aterro se usa princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos a menor área possível e reduzir ao menor volume”. Pode-se observar que com esta forma de disposição se diminuirá a área a ser usada na disposição, e ainda pelas proteções e métodos de engenharia utilizados, será uma forma que oferecerá mais segurança à população em geral.

Corresponde ao método de disposição onde deve haver o controle dos impactos, seja através da impermeabilização do solo, recobrimento dos resíduos, sistema de drenagem de águas pluviais, sistema de drenagem e também sistema de tratamento dos efluentes líquidos e gasosos, que são produzidos durante o processo de degradação dos resíduos (MORAIS, 2005).

O acondicionamento dos Resíduos Sólidos Urbanos nos aterros sanitários está a cada dia mais dispendioso para a administração pública, pois necessita-se de grandes áreas para disposição, muitas vezes áreas fora do perímetro urbano, que devem apresentar características especiais, visando à proteção dos lençóis freáticos, ao seu isolamento com áreas urbanizadas, etc. (GUIZARD et al., 2006; SANTOS et al., 2006).

Na Figura 3, podemos verificar um esquema com os principais impactos ambientais que podem ocorrer em um aterro sanitário:

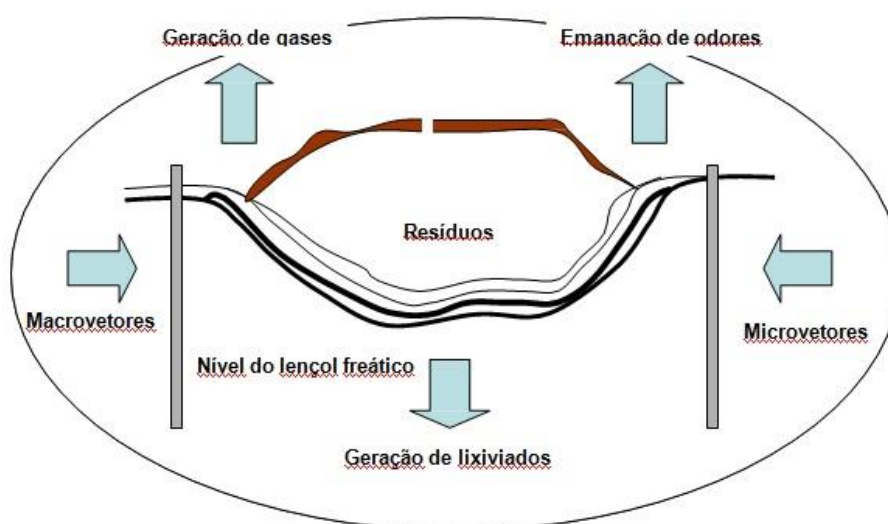


Figura 3: Esquema de um aterro sanitário com possíveis impactos ambientais

Fonte: CASTILHOS JR (2003, p. 20)

2.3 ASPECTOS E CRITÉRIOS DO ATERRO SANITÁRIO

O aterro sanitário exige cuidados e técnicas específicas que visam inclusive ao uso futuro da área.

Ferreira (2006) destaca que para um aterro sanitário possa de fato, desempenhar seu papel de destinação final dos resíduos sólidos urbanos, de forma

adequada e eficaz, necessita dispor de uma série de elementos básicos, que são essenciais, além de alguns outros de natureza acessória.

A RESOLUÇÃO CEMA 086/2013 estabelece alguns critérios e diretrizes para a implantação e operação de aterros sanitários, visando o controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e dá outras providências.

Portanto, o aterro sanitário deverá:

- a) Estar localizado fora da área de influência direta do manancial de abastecimento público;
- b) Manter a área de disposição final a uma distância mínima de pelo menos 200m de rios, nascentes e demais corpos hídricos; em situações na qual forem previstas distâncias maiores, de acordo com o Código Florestal ou demais legislações aplicáveis no que diz respeito às áreas de preservação permanente - APP, estas deverão ser prontamente atendidas;
- c) Estar localizado a uma distância mínima de 1500m de núcleos populacionais, a partir do perímetro da área;
- d) Estar localizado a uma distância mínima de 300 m de residências isoladas, a partir do perímetro da área;
- e) Possuir sistema de impermeabilização, tanto de lateral, quanto de fundo, com geomembrana ou sistemas de impermeabilização similares, não sendo autorizada em hipótese alguma a disposição direta no solo;
- f) Realizar cobertura diária dos resíduos, com camadas de solo ou outro material apropriado, reutilizável ou não;
- g) Ser projetado para uma vida útil superior a 15 anos;
- h) Possuir sistema de monitoramento de águas subterrâneas a montante e a jusante da área do aterro, conforme normas técnicas vigentes.

2.3.1 Infraestrutura de controle e apoio operacional

Para que um aterro sanitário mantenha um bom padrão de funcionamento, é preciso haver estruturas de controle e proteção. Com o intuito de impedir a entrada

de pessoas e animais na zona do aterro, como também evitar que papéis, plásticos e outros detritos sejam carregados pelo vento. (GUERRA, A. F.; VIDAL, C. M. de S.; SOUZA, J. B. de, 2010)

Além da cortina arbórea, recomenda-se ainda que a área do aterro seja isolada por cerca de arame farpado (12 fios) com 1,80 m de altura, com uso de postes de concreto ou madeira (a critério do município) com colocação de portão de entrada, que deverá ser mantido fechado. Essa providência visa evitar a entrada de animais e/ou pessoas estranhas na área. Recomenda-se a colocação de uma placa identificadora das atividades ali desenvolvidas. (RESOLUÇÃO CONJUNTA Nº 01 / 04 – SEMA/IAP).

Segundo Bidone e Povinelli (1999), a existência de guaritas e portões de controle de estrada é de suma importância, pois controla a entrada e saída de veículos na área do aterro, bem como o tipo de material que está sendo aterrado, evitando prejuízos ao andamento das obras.

Para melhor isolamento visual e de odores desagradáveis, recomenda-se barreira vegetal em paralelo com as cercas de postes. Mudas de árvores nativas da região deverão ser plantadas com espaçamento de 3m entre si e intercaladas por arbustos. Para melhor isolamento visual e de odores desagradáveis, recomendou-se barreira vegetal em paralelo com as cercas de postes. Mudas de árvores nativas da região deverão ser plantadas com espaçamento de 3m entre si e intercaladas por arbustos. (GUERRA, A. F.; VIDAL, C. M. de S.; SOUZA, J. B. de, 2010)

2.3.2 Sistema de Drenagem de Águas Superficiais e Gases

Segundo OAP (2001, apud ARRUDA, C. A., 2007), o Sistema de drenagem de águas superficiais tem por objetivo promover o afastamento das águas pluviais, com o intuito de evitar completamente o seu contato com os resíduos dispostos no aterro e, conseqüentemente, diminuir o volume do chorume, garantindo assim condições para sua operação normal, até mesmo em dias de chuva. Será composto por estruturas permanentes, que deverão ser constituídas por canais escavados em terra, tubulações e canaletas em concreto, e estruturas temporárias, constituídas

por canaletas de concreto fixadas no pé dos taludes quando da execução da plataforma.

A RESOLUÇÃO CONJUNTA Nº 01 / 04 – SEMA/IAP estabelece que os Aterros Sanitários possuam um projeto de sistema de drenagem de águas superficiais, que deve ser da seguinte maneira:

- Drenagem secundária – constituído de canaletas escavadas no solo, localizadas em posições estratégicas, para auxiliar o escoamento superficial internamente a área do aterro, direcionando o fluxo para o sistema de drenagem principal.
- Drenagem Principal – constituído de canaletas em concreto simples moldado “in loco” com de caixas de passagem (PVS), responsáveis pela coleta das contribuições da área externa ao aterro sanitário, do escoamento superficial da área de projeto, direcionando este fluxo até as bacias de retenção ou galeria de águas pluviais públicas. Na área de circulação de veículos, adotar pranchão de madeira para proteção de canaleta de concreto.
- Bacia de Detenção – estrutura projetada com a finalidade de regular a vazão e velocidade das águas coletadas pelo sistema de drenagem, quando não houver possibilidade técnica de destiná-las a galerias públicas, a fim de evitar processos de erosão.

De acordo com OAP (2001, apud ARRUDA, C. A., 2007), os gases que são produzidos pela decomposição dos resíduos em um aterro, são constituídos basicamente por CO₂ (gás carbônico) e CH₄ (metano), e estes devem ser captados e queimados, para que se evitem inconvenientes, causados pela liberação de odores desagradáveis e também poluição do ar. Para que isso seja possível, deverá ser seguida a técnica de implantação de drenos verticais. Cada dreno será formado por um sistema de camisa deslizante (tubo metálico) com preenchimento em pedras, atravessando no sentido vertical ao domínio do aterro. À medida que as camadas de lixo vão subindo este tubo deverá ser içado, permanecendo assim sempre próximo à superfície.

Lobato (2008) cita que no Brasil já existem plantas em operação com geração de energia elétrica a partir do biogás, como no Aterro Sanitário dos Bandeirantes -

SP que possui capacidade instalada de 22MW, ou 160 mil casas, e no Aterro São João - SP, com capacidade de 24,8 MW (198,4 mil casas), entre outros

A Figura 4, ilustra um modelo de drenagem de gases:



Figura 4 – Drenagem de gases

Fonte: SANTEC Resíduos, 2007

2.3.3 Sistema de Coleta e Recirculação de Chorume

Segundo Bidone e Povinelli (1999), o processo de decomposição da matéria orgânica em um aterro é predominantemente anaeróbico, e gera como subproduto o chorume, que nada mais é do que um líquido negro, ácido, e malcheiroso. Como este resíduo possui uma grande carga de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), é necessário realizar a sua coleta e devido tratamento, para evitar a poluição.

A Resolução CEMA nº 086 - 02 de Abril de 2013 dá as seguintes opções para o chorume gerado ser tratado:

- a) recirculação (no próprio aterro);
- b) tratamento no local seguido de lançamento em corpo hídrico;

- c) tratamento por empresas terceirizadas;
- d) combinação dos métodos acima;
- e) demais tecnologias de tratamento validadas.

É importante salientar, que deve ser previsto no sistema de coleta e recirculação de chorume, com a finalidade de preservar o lençol freático de qualquer contaminação. O sistema a ser projetado deve ser constituído por drenos de pedra brita (inclusive geotêxtil e dreno flexível), implantados no fundo da vala, rede de tubos em PVC, que tem como objetivo levar o chorume drenado até um poço de captação, para armazenamento provisório do mesmo. Para dar destino ao chorume coletado, deverá ser projetada a sua recirculação dentro das valas existentes, onde será implantada tubulação de PVC perfurada manualmente, que irá distribuir de maneira homogênea o chorume, pela superfície da vala. (SEMA/IAP, 2004)

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de São Miguel do Iguçu está localizado no extremo Oeste do Estado do Paraná, a pouco mais de 40 km de Foz do Iguçu, no Paraná. A cidade pertence à 21ª microrregião do Estado e sua sede municipal encontra-se a 591,90 km de distância da Capital, Curitiba.

A Figura 5 apresenta a localização do município e municípios vizinhos.



Figura 5: Localização do Município em relação aos municípios vizinhos.

Fonte: Ipardes, 2010

Já a Figura 6 mostra a sede do município, bem como seu zoneamento e distribuição dos bairros.

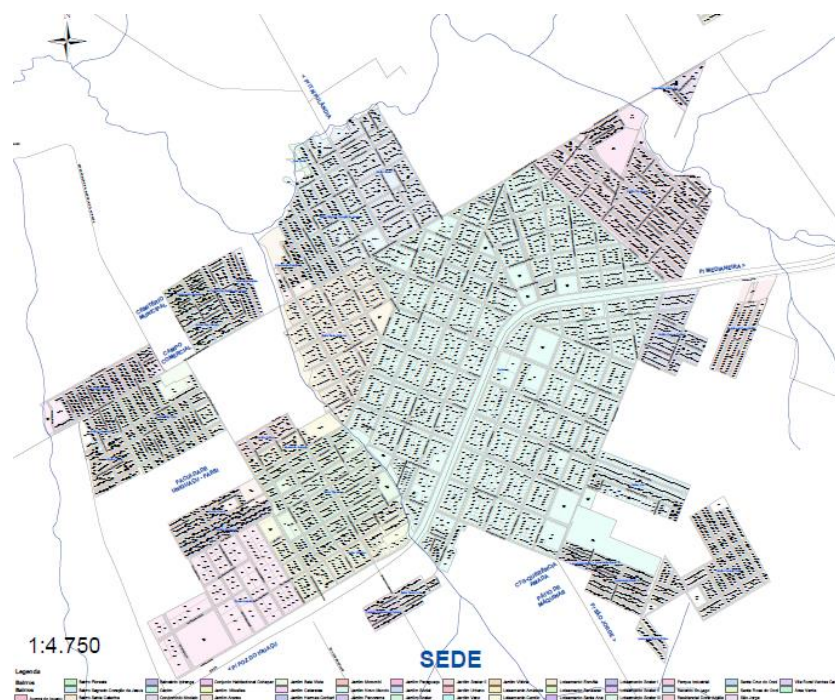


Figura 6: Mapa Sede do Município de São Miguel do Iguaçu

3.1.1 Demografia

Segundo Censo Demográfico, realizado no ano de 2010, pelo IBGE, o Município possui uma renda média domiciliar per capita de R\$ 717,94. A cidade possui uma unidade territorial de 851,304 km². A densidade demográfica é de 30,27 habitantes por km². A população estimada é de 25.769 habitantes.

A Tabela 1, mostra o IDH – Índice de Desenvolvimento Humano do município:

Tabela 1 - Índice De Desenvolvimento Humano (IDH-M) – 2010

| INFORMAÇÃO | ÍNDICE | UNIDADE |
|---|--------|---------|
| Índice de Desenvolvimento Humano (IDH-M) | 0,704 | - |
| IDHM - Longevidade | 0,818 | - |
| Esperança de vida ao nascer | 74,08 | Anos |
| IDHM - Educação | 0,588 | - |
| Escolaridade da População Adulta | 0,41 | - |
| Fluxo Escolar da População Jovem (Frequência Escolar) | 0,70 | - |

| | | |
|--------------|-------|---|
| IDHM – Renda | 0,726 | - |
|--------------|-------|---|

FONTE: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013) - PNUD, IPEA, FJP

3.1.2 Clima e Relevo

O clima é subtropical úmido, com verões quentes e ocorrência pouco frequente de geadas no inverno. Tendência à concentração de chuvas nos meses de verão. O mês mais frio é julho, com temperatura entre 14°C e 16°C. O mês mais quente é fevereiro, com temperatura média de 25°C a 35°C. A temperatura média anual é de 22,14°C. A média anual da precipitação pluviométrica é de 2.052ml, sendo maio o mês mais chuvoso e julho o mais seco.

A região Oeste a que pertence o município de São Miguel do Iguaçu está situada no Terceiro Planalto, o maior do Estado, que se estende desde a Serra Geral até o Rio Paraná e continua pelo Paraguai. Vistos em conjunto, os planaltos paranaenses se assemelham aos degraus de uma escada que desce para o Oeste. Nesta região as terras, em sua maioria, são de origem recente, terciárias e quaternárias. O relevo é considerado suavemente ondulado. Os principais aclives e declives geográficos são: Serra do Mico e Serra do Macuco.

3.1.3 Localização e Aspectos do Aterro Controlado

O acesso ao Aterro Controlado de São Miguel do Iguaçu encontra-se localizado na saída para Missal a 10 km da sede do município, próximo a comunidade de Urussanga e a Vila Ipiranga adentrando em estrada vicinal.

A área total do Aterro é de 48.400 m². Existem duas áreas de construção no local, uma de aproximadamente 200 m², dividida em refeitório, cozinha, banheiros masculino e feminino e escritório, e outra área de aproximadamente 500m², onde era utilizado para triagem e depósito de material.

O município recebe diariamente no aterro, aproximadamente 16 toneladas de resíduos, o equivalente a 26 m³/dia. A coleta nos domicílios é realizada por caminhões compactadores tipo basculante de segundas às sextas-feiras.

A Figura 7 ilustra a localização do Aterro:



Figura 7 – Localização do Aterro Controlado

Fonte: Bing Mapas (2014)

Na Figura 8, é possível verificar a localização do Aterro em relação à Sede do Município.



Figura 8 – Vista Aérea do Aterro
Fonte: Google Earth (2010)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Aterro Controlado do município de São Miguel do Iguaçu possui uma área total de 24.200m, sua operação iniciou em 1996, recebe atualmente cerca de 14 toneladas de resíduos por dia.

Há na cidade o Projeto de Coleta Seletiva, onde caminhões passam semanalmente nos domicílios, recolhendo todos os resíduos orgânicos, que já devem estar separados. Os resíduos recicláveis são separados em sacolas distribuídas pela Prefeitura, onde outro caminhão também passa recolhendo. Os orgânicos são depositados direto nas valas do aterro controlado, já os resíduos recicláveis passam pela triagem, onde são separados, e posteriormente comercializados.

4.1 GUARITA E PORTÃO DE ENTRADA

Situada ao lado do portão de entrada do Aterro, a Guarita encontra-se com as janelas quebradas, bem como o vidro da porta.

Não foi identificada, no momento da visita, uma pessoa responsável pelo monitoramento de entrada e saída de caminhões. A Figura 9 apresenta uma imagem do portão de entrada do aterro e na sequência, a Figura 10, mostra a Guarita.



Figura 9 – Portão de entrada do Aterro Controlado



Figura 10 – Guarita

Em Aterros, o portão de entrada deve estar sempre fechado, evitando a entrada de animais e de pessoas estranhas não autorizadas na área, para manter a segurança do local.

Uma medida simples e eficaz para evitar a entrega de pessoas não autorizadas e controlar o tráfego de veículos que entram e saem do local é manter o

portão sempre fechado, e um guarda na guarita, para controlar e fiscalizar.

A colocação de placas com dizeres “Proibido entrada de veículo não autorizado” e “Proibida à entrada de pessoas não autorizadas” também deve ser colocada em frente ao aterro.

4.2 CERCA

No entorno do Aterro verificou-se a existência de arame farpado, que tem como objetivo cercar a área e evitar a entrada de pessoas não autorizadas no local, bem como animais.

A Figura 11 ilustra a cerca de arame farpado na parte superior do aterro não possui altura suficiente para evitar a entrada de pessoas não autorizadas.

Para manter a segurança do local, o ideal seria aumentar a altura da cerca, para pelo menos 1,80m de altura. Uma tela maior, se colocada no entorno, auxiliará também para evitar que em dias em que o vento está muito forte, os resíduos acabem voando.

Outra recomendação importante, diz respeito ao plantio de árvores no entorno do aterro, formando uma cortina verde e tela de proteção migrar os impactos visuais, bem como ruídos, poeiras, odores e etc.



Figura 11 – Cerca de arame farpado situada na parte superior do Aterro.

4.5 TRIAGEM DO LIXO

Todo resíduo reciclável que chega ao Aterro, passa pela triagem. O caminhão deposita os resíduos em um local com elevação, e esse lixo cai sobre a esteira de triagem. Os trabalhadores fazem a separação manual, separando assim os vidros, papelão, plástico, etc.

Verificou-se durante visita ao local que os funcionários da triagem exercem suas funções usando apenas luvas de proteção, sem aventais, e máscaras, ficando assim expostos a doenças e em contato direto com moscas e demais insetos. Para evitar acidentes de trabalho, proliferação de doenças e oferecer melhores condições aos trabalhadores seriam interessante o município investir em EPI'S (Equipamentos de proteção individual) e fazer um treinamento com os funcionários. A Figura 12, nos mostra o local onde os resíduos da coleta seletiva são depositados, antes da triagem. E na sequência a Figura 13 mostra a o processo de triagem dos resíduos, onde os trabalhadores exercem sua função sem os cuidados necessários.



Figura 12 – Local onde os resíduos são recebidos no aterro



Figura 13 – Triagem dos resíduos sólidos

4.3 VALAS

O Aterro de São Miguel do Iguaçu deposita seus resíduos orgânicos e rejeitos em valas, que são recobertas com uma camada de PEAD, para posteriormente receber todo o resíduo orgânico e rejeitos.

Os resíduos recicláveis, coletados pelo Projeto de Coleta Seletiva, também são encaminhados ao local, porém após a triagem os mesmos são encaminhados a empresas terceirizadas.

É possível verificar que a população não adere 100% a Coleta Seletiva, ou seja, não se preocupa em fazer a separação de resíduos orgânicos e de resíduos recicláveis em casa, pois junto com as sacolas de recicláveis, é possível verificar que há grande quantidade de resíduo orgânico. Isso gera problemas ambientais, e também problemas de oferta de materiais recicláveis a indústria recicladora, pois os mesmos, quando não separados, acabam sendo aterrados junto aos orgânicos.

O município deve investir em programas de consciência ecológica e de educação ambiental da população deve ser instruída quanto à importância de o Projeto Coleta Seletiva ser levado a sério.

A Figura 14 mostra a situação atual da vala em operação, no Aterro.



Figura 14 – Vala em operação no Aterro Controlado de São Miguel do Iguaçu.

São aproximadamente 14 toneladas de lixo por dia. E no fundo da vala, há uma camada de pedra brita, onde está todo o encanamento necessário para que haja a recirculação do chorume.

Verificou-se grande quantidade de lixiviado no local, por não possuir um sistema de drenagem de águas pluviais. Diante desse fato, é necessário considerar a importância de realizar-se a construção de canaletas escavadas no solo. Essas canaletas, situadas em locais estratégicos, teriam como objetivo auxiliar o escoamento superficial internamente a área do aterro direcionando o fluxo para um sistema de drenagem principal que o encaminhasse para tratamento.

A Construção de uma bacia de retenção também seria de grande valia para controlar a vazão da água da chuva, evitando que a mesma cause erosão e até mesmo acabe empochando nas valas.

Se ao final de cada dia, houvesse o nivelamento dos resíduos e recobrimento dos mesmos com uma camada de terra, como é o indicado, não haveria água empochada ao fundo da vala, conforme a Figura 13 ilustra.

Verificou-se quantidade de aves sobre os resíduos, bem como diversos outros

animais, o que reforça a necessidade de recobrimento do material.

4.4 CHORUME E QUEIMA DE GÁS

No fundo das valas, estão dispostos encanamentos, bem como camada de pedra brita, que tem como objetivo drenar o chorume que é percolado. Esse chorume, após passar por todas as camadas de resíduos, passa pelas pedras, e é captado pelos encanamentos e bombeado para cima das valas. Esse procedimento serve para que se consiga diminuir a sua absorção pelo solo, evitando assim, qualquer tipo de contaminação.

Um dos maiores problemas referentes ao chorume, é que nos dias de muita chuva, o poço, responsável pelo seu armazenamento, antes do chorume ser bombeado, acaba vazando, e colocando esse líquido contaminado em contato direto com o solo, podendo atingir o lençol freático. Uma sugestão importante seria fazer a readequação do sistema de recirculação do chorume, para que ele não fique em contato com o solo,

É de vital importância um sistema de drenagem de gases no aterro, devido a decomposição dos resíduos orgânicos gerar biogases, principalmente metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2), com riscos de explosões e desabamento por formação de bolha de gás e consequente fragilização mecânica. Nesse sistema de drenagem, os gases são captados através de drenos e encaminhados para o devido tratamento (combustão) em queimadores adequados, tipo flare.

Outra solução para o problema é implantar um sistema de impermeabilização com deposição de camadas de materiais artificiais ou naturais, que impeça ou reduza substancialmente a infiltração no solo de líquidos percolados, através da massa de resíduos.

Também se faz necessária uma estação de tratamento de efluentes ou o transporte desses efluentes por carro-pipa para uma estação distante, caso não haja uma próxima ao local.

É importante ressaltar que não é realizada a queima do gás produzido a partir da decomposição dos resíduos aterrados. Uma alternativa ao problema é que

se instale um dreno vertical por vala envolto em pedra brita de nº1, partindo da base (conectando, portanto com o sistema de drenagem de lixiviados) até o topo da vala.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, a captação e a disposição final de resíduos sólidos em um município precisam ir além do seu propósito geral, que é atender normas ambientais, precisa também sensibilizar a população sobre a situação e a problemática dos resíduos, buscando uma melhoria na qualidade de vida das pessoas, visando acima de tudo proteção e equilíbrio do meio ambiente.

Foram identificadas algumas falhas no Aterro Controlado do Município de São Miguel do Iguaçu, falhas essas que podem ou não resultar em impactos ao meio ambiente e também a população em seu entorno.

Através de visita ao local e conversa com os funcionários, verificou-se falta de cobertura e de compactação dos resíduos nas valas no final de cada dia de trabalho, bem como ausência de impermeabilização, e de sistemas de drenagem de gases e águas pluviais. Há falta de uma cortina vegetal com uma considerável quantidade de unidades vegetais para minimizar os impactos que são decorrentes da geração de odores ou do lançamento de resíduos, como sacolas plásticas.

A localização do aterro, afastado do meio urbano, de certa forma minimiza os impactos visuais e também os odores, porém há a necessidade de se fazer investimentos no local, a fim de regularizá-lo de acordo com as legislações vigentes. O problema não está apenas no tratamento ou acondicionamento dos resíduos sólidos, também está na população, que por muitas vezes os descarta de maneira inadequada, trazendo diversas consequências tanto ao meio ambiente, quanto própria qualidade de vida.

A população precisa ser alertada quanto às implicações resultantes do descarte inadequado dos resíduos. Informá-la adequadamente é o primeiro passo para se transformar uma série de problemas.

De maneira geral, através de observações em campo e conversa com funcionários, fica evidente que o município de São Miguel do Iguaçu – PR, juntamente com a comunidade e órgãos ambientais, precisa em caráter de urgência e de grande necessidade a Política Nacional de Resíduos Sólidos no município. Somente com a parceria entre todos é possível alcançar resultados efetivos, desde a separação dos resíduos nos domicílios, até a disposição final dos mesmos.

REFERÊNCIAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **Resíduos Sólidos: classificação, NBR 10.004**. Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE - **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e resíduos Especiais**. Panorama dos resíduos Sólidos no Brasil. 2013. São Paulo: ABRELPE, 2013.

AMBIENTE BRASIL. **Destinação do lixo é desafio**. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 29 set. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8849/1985: Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos** - Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: **Classificação dos tipos de resíduos sólidos**. set. 1987. Disponível em: <<http://www.geocities.com/reciclagem2000/nbr10004.htm>>. Acesso em: 25 jul. 2014

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999.

BRASIL. Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos sólidos e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2010.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. In:_____. **O mercado de reciclagem e o papel do governo**. 4ª ed. São Paulo: Humanitas. Editora, 2003. 303-318 p.

CASTILHOS JÚNIOR, A. B.; LANGE, L. C.; GOMES, L. P.; PESSIN, N. **Resíduos Sólidos Urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. ABES, RiMa, Rio de Janeiro. Projeto PROSAB, 2003.

DE MEDEIROS, Gerson Araujo et al. **Diagnóstico da qualidade da água e do solo no lixão de Engenheiro Coelho, no Estado de São Paulo**. 2008.

FELLEMBERG, Gunter. **Introdução aos problemas de poluição ambiental**. São Paulo: EPU: Springer: Ed. Universidade de São Paulo, 1980.

FERNANDES, Jorge Ulisses Jacoby. **Lixo: limpeza pública urbana; gestão de resíduos sólidos sob o enfoque do direito administrativo**. Belo Horizonte: Del Rey, 2001. 312p.

FERREIRA, O. M. **Disposição de resíduos sólidos urbanos em aterros Sanitários: elementos norteadores e custos decorrentes no estado de Goiás / Osmar Mendes Ferreira**. – Goiânia, 2006.

GOLDMEIER, Valtemir; JABLONSKI, André. **Gestão Pública Municipal**. Novo Hamburgo: [S.ed.], 2005. GUERRA, A. F.; VIDAL, C. M. de S.; SOUZA, J. B. de. **Proposta de melhoria de aterro de resíduos sólidos urbanos para um pequeno município**. Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 8, n. 2, p. 191-203, abr./jun. 2010

GUIZARD, J. B.; RAFALDINI, M.G; PONTES, F. F. F.; BRONZEL, D.; PERES, C. R.; FERREIRA, E. R.; REIS, F. A. G. V. **Aterro sanitário de Limeira: diagnóstico ambiental. Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia**. Espírito Santo do Pinhal, v. 3, p. 72-81, 2006.

IAP (INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ). **Manual Para Implantação De Aterros Sanitários Em Valas De Pequenas Dimensões, Trincheiras E Em Células**. Disponível

em<http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Atividades/MANUAL_DO_ATERRO.pdf>. Acesso em 01 out 2014.

LANZA V.C.V; CARVALHO A. L de. **Orientações Básicas para operação de Aterro Sanitário**. Belo Horizonte: FEAM. 2006. 8-11.p Disponível em: <<http://www.minasmenosresiduos.com.br/doc/infoteca/Cadernos%20Tecnicos/Orientacoes-Basicas-para-Operacao-de-Aterro-Sanitario.pdf>>.

LERIPIO, A. A. **Gerenciamento de resíduos**. <http://www.eps.ufsc.br/~lgqa/Coferecidos.html> Acesso em: 07 out. 2004.

LIMA, J.D. de. **Gestão dos resíduos sólidos no Brasil**. Paraíba: ABES PB, 2001.

LOBATO, A. **Gás de lixo pode produzir 15% da energia do Brasil**. O Estado de São Paulo. 14 de junho de 2008. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ambiente/ult10007u412371.shtml>>. Acesso em 06 de out. de 2014.

MORAIS, J. L. **Estudo da potencialidade de processos oxidativos avançados, isolados e integrados com processos biológicos tradicionais, para tratamento de chorume de aterro sanitário**. 2005, 225 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2005.

NASCIMENTO, M.C.B. **Seleção de sítios visando a implantação de aterros sanitários com base em critérios geológicos, geomorfológicos e hidrológicos**. 2001. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2001

NORMA BRASILEIRA: **Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT**
Título: NBR 10004 – Resíduo Sólido – Classificação.

OAP – Consultores Associados LTDA – **Estudo de Impacto Ambiental – EIA** volume1, Joinville/agosto, 2001.

OAP – Consultores Associados LTDA – **Estudo de Impacto Ambiental – EIA** volume2, Joinville/agosto,2001.

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

PARANÁ. **RESOLUÇÃO CEMA nº 086, de 02 de abril de 2013**. Disponível em: <http://www.cema.pr.gov.br/arquivos/File/Resolucoes/Resolucao_CEMA_086_13_Complementada__1.pdf>. Acesso em: 25 de jul. de 2014

PARANÁ. **Resolução conjunta nº 01/2006 – Sema/Iap/Suderhsa**, Curitiba, 21 de agosto de 2006. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_SEMA_SUDERSHA_01_2006.pdf>. Acesso em: 25 de jul. de 2014.

PARANÁ. **Resolução conjunta nº 01/2004 – Sema/IAP**, Curitiba, 15 de outubro de 2004. Disponível em: <http://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form_cons_ato1.asp?Codigo=1463>. Acesso em: 25 de jul. de 2014.

PRANDINI, Luiz Fernando et al. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), 1995. 278 p.

RUMO SUSTENTÁVEL - **Lixão, Aterro controlado e Aterro sanitário**, 2010. Disponível em <<http://rumosustentavel.com.br/ecod-basico-lixao-aterro-controlado-e-aterro-sanitario>>. Acesso em 29 set 2014

SUMI, ERNESTO MASSAYOSHI. 2009. **Estudo hidrogeológico de um aterro sanitário instalado em uma antiga área de disposição irregular de resíduos sólidos**. p. 43. Dissertação (mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

TADA, Agnes Massumi et al. **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte.** 2003.

