

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

**UNESP**

**Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá - SP**

**ESTUDOS DAS CONDIÇÕES DA DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
DOMICILIARES NO ATERRO SANITÁRIO DE CACHOEIRA PAULISTA – SP**

**Guaratinguetá**

**2011**

DANILO DOTTI SILVEIRA

NELSON RANA NETO

**ESTUDOS DAS CONDIÇÕES DA DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
DOMICILIARES NO ATERRO SANITÁRIO DE CACHOEIRA PAULITA – SP**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Wellington Cyro de A. Leite

**Guaratinguetá**

**2011**

S587e Silveira, Danilo Dotti  
Estudos das condições da disposição final de resíduos sólidos  
domiciliares no aterro sanitário de Cachoeira Paulista – SP / Danilo Dotti  
Silveira ; Nelson Rana Neto – Guaratinguetá : [s.n], 2011.  
44 f. : il.  
Bibliografia : f. 43-44

Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade  
Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.  
Orientador: Prof. Dr. Wellington Cyro de A. Leite

1. Aterro sanitário I. Rana Neto, Nelson II. Título

CDU 628.472.3

ESTUDOS DAS CONDIÇÕES DA DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS DOMICILIARES NO ATERRO SANITÁRIO DE  
CACHOEIRA PAULISTA - SP

DANILO DOTTI SILVEIRA  
NELSON RANA NETO

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
"GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

  
Prof. Dr. SILVÍO JORGE COELHO SIMÕES

Coordenador


BANCA EXAMINADORA:

  
Prof. Dr. WELLINGTON CYRO DE A. LEITE

Orientador / UNESP-FEG

  
Prof. Dr. JÚLIO TAVARES DE MATTOSE

UNESP-FEG

  
Prof. Dra. MARINALDA CLAUDETE PEREIRA

UNESP-FEG

Novembro de 2011

## **DEDICATÓRIA DANILO**

Dedico este trabalho de graduação aos meus pais, Hamilton e Sandra, que sempre acreditaram em mim, me dando suporte para ser um vencedor.

## **DEDICATÓRIA NELSON**

Dedico este trabalho de graduação a todos os meus familiares e amigos em especial ao meu grande e eterno ídolo, meu avô Nelson Rana que sempre acreditou que meu sonho seria realizado.

## **AGRADECIMENTOS DANILO**

Agradeço á Deus por ter me dado força, saúde e bênçãos durante toda a minha caminhada de graduando .

Meu enorme agradecimento aos meus pais, Hamilton Sebastião da Silveira e Sandra .Dotti Silveira, que através de seus ensinamentos fizeram com que eu me tornasse uma pessoa com valores e dignidade.

Agradeço aos meus irmãos, Diego Dotti Silveira e Carolina Dotti Silveira, que sempre estiveram ao meu lado, me dando conselhos e carinho, dois guerreiros que são exemplos para mim.

Agradeço a minha avó Helena Nogueira Dotti, uma pessoa maravilhosa, sempre demonstrou interesse em saber como estavam meus estudos. Obrigado por me tratar com muito amor.

Agradeço a minha namorada Bárbara Virgínia Cunha Gonçalves Rito, por me incentivar em todos os momentos. Com seu carinho e amor sempre está ao meu lado me apoiando, foi essencial na minha busca por esse grande objetivo.

Aos meus verdadeiros amigos, em especial ao Nelson Rana Neto, Rodrigo Horta Magno Baptista, Luiz Paulo Cavalca Júnior e Vanderson Luiz de Lima, que durante todo esse tempo foram companheiros, irmãos, estarão sempre no meu coração.

Agradeço a minha segunda família, todos que moraram comigo, me proporcionaram momentos inesquecíveis.

A Dona Lú, pelo carinho e atenção.

Agradeço ao meu orientador Professor Dr Wellington Cyro de Almeida Leite, pelo o auxílio e paciência para que pudéssemos desenvolver nosso trabalho de graduação.

## **AGRADECIMENTOS NELSON**

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado sabedoria, saúde e por me guiar em todo período de graduação.

Agradeço aos meus pais, padrasto e madrasta, Nelson Rana Filho, Luisa Alves da Silva, Luiz Antônio Souza Godinho e Ieda Galhardo Rana, por terem me ensinado os verdadeiros valores da vida, incentivado e ajudado de todas formas possíveis.

Aos meus avôs, Benedita Batista da Silva, Juraci Rana e Nelson Rana, por sempre me apoiar, ajudar a estruturar minha vida pessoal e acadêmica e por ter me alojado durante os estudos realizados na faculdade.

Meus irmãos, Ana Paula Rana Guimarães, Rodrigo Galhardo Rana, Beatriz Maria Silva Godinho e Renan Galhardo Rana, que sempre estiveram ao meu lado dando força, carinho e amor.

Aos meus tios Nélio Rana e Neilson Rana, por me tratarem como irmão e sempre me compreender nos anos em que residi junto deles.

À minha namorada e futura esposa Tamires Ferreira Franco, por sempre estar ao meu lado nos momentos mais difíceis e ainda me tolerar, ajudar, escutar, dar força, ter total paciência e apoiar em todas minhas decisões.

A todos meus amigos, por me ajudar nos piores momentos onde existia grande tensão, em especial Danilo Dotti Silveira que sempre esteve ao meu lado no desenvolvimento deste trabalho de graduação.

Aos funcionários e professores da faculdade, por dar todo apoio necessário durante todo período de graduação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Wellington Cyro de Almeida Leite, pelo apoio, orientação e assistência no desenvolvimento deste trabalho de graduação.

*“Vi ontem um bicho  
Na imundice do pátio  
Catando comida entre os detritos  
Quando achava alguma coisa,  
Não examinava nem cheirava:  
Engolia com voracidade  
O bicho não era um cão,  
Não era um gato,  
Não era um rato.  
O bicho, meu Deus, era um homem”.*

*(Manuel Bandeira)*

SILVEIRA, D.D; RANA NETO, N. **Estudos das condições da disposição final de resíduos sólidos domiciliares no Aterro Sanitário de Cachoeira Paulista – SP – 2011.** 44 f. Monografia (Graduado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

## RESUMO

No presente trabalho, serão avaliadas as condições de operação para a disposição final de resíduos sólidos domiciliares no aterro sanitário da cidade de Cachoeira Paulista – SP.

O tema escolhido para pesquisa é de grande importância social, pois, está diretamente relacionado com o bem estar das pessoas, ao desenvolvimento sustentável, à proteção ambiental e a saúde pública. Todos devem estar conscientes dos problemas relacionados com a disposição final inadequada dos resíduos sólidos de qualquer natureza.

Os objetivos do estudo foram: estudar as condições de operação do aterro sanitário; verificar a tecnologia de tratamento de líquidos percolados (chorume) gerados no aterro sanitário; analisar se o aterro sanitário obedece às normas em vigência; quais cidades da região dependem do sistema de disposição, verificar se há falhas no destino final dos resíduos sólidos no município e nas cidades da região.

A pesquisa consta primeiramente de uma revisão bibliográfica, obtidas por meio de consultas há banco de dados virtuais e bibliotecas. Também foram realizadas visitas técnicas ao local de estudo, visando checar “in loco” a metodologia empregada na operação do aterro sanitário

Neste trabalho concluiu-se que para o período em estudo, o aterro apresentava-se como um aterro sanitário, portanto, em conformidade de operação com as normas vigentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aterro sanitário, tratamento de chorume, operação de aterro sanitário, impermeabilização de aterro sanitário.

SILVEIRA, D.D; RANA NETO, N. **Studies of the conditions of the final disposal of household solid waste sanitary landfill site in Cachoeira Paulista – SP – 2011.** 44f .Monograph (Graduate in Civil Engineering) Engineering College – Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

### **ABSTRACT**

In this assignment, will be assessed the conditions of operation for the final disposal of household solid waste landfill in the city of Cachoeira Paulista-SP.

The theme chosen for research is of great social importance therefore is directly related to the well-being of the people, sustainable development, environmental protection and public health. Everyone should be aware of the problems related to improper final disposal of solid waste of any kind.

The objectives of the study were: analyse the conditions of operation of the landfill; verify the treatment technology of percolating liquids (slurry) generated in the landfill; examine whether the landfill obey the rules; which cities in the region depend on the disposal system, verify that there are flaws in the final destination of solid waste in the municipality and in the cities of the region.

The research is primarily a bibliographic review, obtained by querying the database and virtual libraries. Technical visits were also held at the study site, to check "spot" the methodology employed in the operation of landfill

This work concluded that for the period under study, the landfill was as a landfill site, therefore, in accordance with the rules of operation.

**KEY WORDS:** Landfill, slurry treatment, landfill operation, waterproofing of landfill.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação de um Sistema de Coleta Seletiva através de cores .....	24
Figura 2 - Representação de um Lixão .....	25
Figura 3 - Representação de um Aterro Controlado .....	26
Figura 4 - Representação de um Aterro Sanitário .....	27
Figura 5 - Fachada da Empresa VSA Vale Soluções Ambientais.....	30
Figura 6 - Espalhamento e compactação dos resíduos .....	35
Figura 7 - Recobrimento dos resíduos sólidos e plantio de grama no talude .....	36
Figura 8 - Replante de mudas e barreira vegetal.....	37
Figura 9 - Captação dos gases .....	38
Figura 10 - Drenos para águas pluviais .....	39
Figura 11 - Armazenamento do líquido percolado .....	40
Figura 12 – Impermeabilização do aterro sanitário de Cachoeira Paulista .....	41

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Vantagens e Desvantagens do processo Incineração .....	21
Tabela 2 - Condições de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos domiciliares. ....	32

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PEAD - Polietileno de Alta Densidade

PET - Politereftalato de etila

PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

R\$ - Real, moeda Brasileira

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SEDU - Secretária Especial de Desenvolvimento Urbano

SP - Estado de São Paulo

VSA – Vale Soluções Ambientais

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1 Objetivo principal .....	17
2.2 Objetivo específico .....	17
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
3.1 Condições da disposição final de resíduos sólidos domiciliares no Brasil .....	18
3.2 Definição e Classificação de resíduos sólidos .....	19
3.2.1 Definição de resíduos sólidos .....	19
3.2.2 Classificação de resíduos sólidos.....	19
3.3 Tratamento de resíduos sólidos.....	21
3.3.1 Incineração .....	21
3.3.2 Compostagem .....	22
3.3.3 Reciclagem e Coleta Seletiva.....	23
3.4 Disposição final de resíduos sólidos urbanos .....	25
3.4.1 Lixão .....	25
3.4.2 Aterro Controlado .....	26
3.4.3 Aterro Sanitário.....	27
3.5 Geração de resíduos sólidos no Brasil, estado de São Paulo e Guaratinguetá.....	28
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>30</b>
4.1 Aterro Sanitário de Cachoeira Paulista – SP, Vale Soluções Ambientais (VSA) .....	30
4.2 Rotina operacional do Aterro Sanitário de Cachoeira Paulista.....	34
4.3 Recepção e descarga dos resíduos no aterro .....	34
4.4 Espalhamento e compactação dos resíduos .....	35
4.5 Recobrimento dos resíduos sólidos.....	36
4.6 Barreira Vegetal .....	37
4.7 Captação dos gases .....	38
4.8 Drenagem de águas pluviais .....	39
4.9 Drenagem e tratamento do percolado .....	40
4.10 Impermeabilização .....	41
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>43</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os problemas com o lixo existem desde o início dos tempos, com a evolução da humanidade foram se agravando. Devido ao crescimento populacional, há um aumento na produção de alimentos e industrialização de matérias primas ocorrendo maior geração de resíduos sólidos, o que pode afetar o meio ambiente e a saúde humana.

Segundo Cunha (2001), atualmente no mundo há uma grande quantidade de lixo sendo produzida, e o seu mau gerenciamento, além de provocar gastos financeiros significativos e sérios danos ao meio ambiente, pode comprometer a saúde e o bem-estar da população.

A geração do lixo e o impacto que este processo causa ao meio ambiente, vêm alterando a qualidade de vida no planeta, principalmente no perímetro urbano, sendo um alvo de preocupação de órgãos e instituições, sejam elas governamentais ou não, bem como das comunidades, seus representantes e das pessoas em geral.

O governo e a sociedade têm buscado alternativas para minimizar essa degradação da natureza e aumentar o bem estar da sociedade, através de estudos sobre a produção desenfreada de lixo.

A destinação final dos resíduos sólidos é uns dos serviços públicos mais difíceis de ser gerenciados. Há muitos interessados na resolução da complexidade de tal problema, mas acabam se esbarrando em obstáculos como, a falta de investimento financeiro, técnicas inadequadas e pessoas mal qualificadas para execução.

Existem poucas cidades no país em que as prefeituras possuem equipes e políticas públicas específicas para os resíduos. A falta de tratamento adequado acarreta num sério problema sanitário, devido o perigo de transmissão de doenças para a população além de contaminar o solo, as águas e os lençóis freáticos.

Há resíduos sólidos altamente perigosos para o meio ambiente necessitando de sistemas de coleta e reciclagem específicos e rigorosos, pois apresentam alta capacidade de poluição e toxicidade para o solo e para a água.

A classificação do lixo pode ser feita de acordo com sua natureza física, composição química, origem, riscos potenciais ao meio ambiente, entre outros fatores. A maior parte dos resíduos domiciliares no Brasil é composta de matéria orgânica, seguida do papel. O tratamento adequado do lixo envolve tanto vantagens ambientais como econômicas.

Para minimizar a poluição causada pelo lixo pode - se utilizar algumas soluções como, à criação de aterros sanitários em locais adequados, a adoção de programas de coleta seletiva e reciclagem, a realização de campanhas de conscientização da sociedade e uma maior atuação dos poderes públicos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO PRINCIPAL**

O objetivo principal desse trabalho foi estudar as condições de operação do aterro sanitário de Cachoeira Paulista - SP.

### **2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

Verificar a tecnologia de tratamento de líquidos percolados (chorume) gerados no aterro sanitário de Cachoeira Paulista – SP.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Condições da disposição final de resíduos sólidos domiciliares no Brasil**

A destinação final dos resíduos sólidos é um problema que afeta todos os municípios atualmente, principalmente as grandes metrópoles. Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a população brasileira é de aproximadamente 191 milhões de habitantes, produzindo diariamente cerca de 150 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos, a quantidade de lixo coletada ampliou-se de 100 mil toneladas por dia em 1989 quando surgiu à primeira versão de lei de resíduos no Congresso, para 149 mil toneladas por dia em 2000, um crescimento de 49%, enquanto a população cresceu apenas 16,43% no período de 1991 e 2000, passando de 146.825.475 para 169.799.170 habitantes de acordo com o IBGE. Já a destinação final, os dados relativos às formas de disposição final de resíduos sólidos distribuídos de acordo com a população dos municípios, obtidos com a PNSB (IBGE, 2002) indicam que 63,6% dos brasileiros depositam seus resíduos sólidos em lixões, somente 13,8%, informam que utilizam aterros sanitários e 18,4% destinam seus resíduos em aterros controlados, totalizando 32,%. Os 5% dos entrevistados restantes não informa o disposição dos seus resíduos. Em 2009 aproximadamente 4% do lixo sólido orgânico urbano foi reciclado ou compostado.

## **3.2 Definição e classificação dos resíduos sólidos**

### **3.2.1 Definição dos resíduos sólidos**

Segundo a NBR-10.0004/2004 da ABNT:

São resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (NBR-10004/2004)

De acordo com o Dicionário de Aurélio Buarque de Holanda, "lixo é tudo aquilo que não se quer mais e se joga fora; coisas inúteis, velhas e sem valor."

### **3.2.2 Classificação dos resíduos sólidos**

De acordo com a NBR 10004/2004 da ABNT:

#### **a. Resíduos classe I – Perigosos**

São classificados em função de suas características de, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade, prejudicam o meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

#### **b. Resíduos classe II – Não perigosos**

##### **Resíduos classe II A – Não inertes**

São aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – perigosos e resíduos classe IIB – inertes, e podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

### **Resíduos classe II B – Inertes**

São resíduos que não oferecem danos a saúde humana e ao meio ambiente, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme especificado na NBR 10.004.

### 3.3 Tratamento de resíduos sólidos

#### 3.3.1 Incineração

No século XVIII a incineração era o método mais comum de destinação final dos resíduos, o lixo era empilhado para ser colocado fogo, as cinzas resultantes da combustão eram espalhadas no solo para fins agrícolas. Nas últimas décadas a tecnologia tem sido amplamente utilizada, estabelecendo padrões confiáveis.

Essa técnica de tratamento de resíduos sólidos consiste num processo de combustão de materiais em altas temperaturas, sob condições controladas de operação. A incineração do lixo trata os compostos orgânicos que são reduzidos aos seus constituintes minerais como, dióxido de carbono gasoso, vapor d'água e a sólidos inorgânicos. Com a queima ocorre redução do volume e peso do lixo de maneira significativa podendo chegar a 90%. As cinzas resultantes da combustão são depositadas em aterro sanitário ou pode-se fazer a reciclagem.

Segundo Ferreira, Morgado (2006) é possível que o processo seja ambientalmente correto e que haja proteção do meio ambiente, mas para isso deve haver uma equipe treinada e qualificada, com equipamentos que operem de forma eficaz para minimizar a poluição do meio, e ainda esse processo deve ser monitorado e acompanhado por agentes ambientais, comunidade, setor público e privado.

Uma forma de evitar e controlar a liberação dos gases tóxicos que podem afetar a atmosfera é executar a instalação de filtros nos incineradores. Segundo Santos, Ushima (2000) os principais danos que os gases tóxicos podem causar a saúde humana são: aumento a incidência de doenças cancerígenas, diminuição da resistência imunológica e o agravamento de doenças respiratórias. Na tabela 1 a seguir constam as vantagens e desvantagens do tratamento feito por incineração.

<b>INCINERAÇÃO</b>	
<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Redução do volume a ser descartado	Custo elevado
Redução do impacto ambiental	Exige mão de obra qualificada
Destoxificação	Problemas operacionais
Recuperação de energia	Limite de emissões de componentes

Tabela 1 – Vantagens e Desvantagens do processo Incineração.

### 3.3.2 Compostagem

Segundo (LIMA, 2001) compostagem é o processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal.

Este processo tem como objetivo principal um produto final chamado composto que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características, sem afetar o meio ambiente. Não é de hoje que existe a reciclagem da matéria orgânica, este método sempre foi utilizado em áreas rurais, fazendo com que os restos vegetais e esterco animal sirvam para fins agrícolas.

Para KIEHL (1979) apud Schalch et al., (2002), a compostagem é um processo de transformação de resíduos orgânicos em adubo humificado (que sofreu um processo completo de fermentação). Essa transformação pode ser dividida em dois estágios: digestão e maturação. Na digestão, que é a fase inicial da fermentação, o material alcança o estado de bioestabilização e ainda não encerrou a decomposição. Mas dependendo da situação de digestão o composto se bem caracterizado, pode ser utilizado como adubo, sem afetar os vegetais. Para o outro estágio, o processo é mais demorado, pois a massa em estado de fermentação atinge a humificação, situação na qual o composto apresenta melhor condição como melhorador do solo e fertilizante.

Existem alguns fatores a serem observados durante o processo de compostagem como: aeração e umidade. É necessária para aeração a atividade biológica em níveis adequados possibilitando a decomposição da matéria orgânica com maior velocidade e sem odores desagradáveis. Para obter o teor de umidade dos resíduos, dependem da granulometria, porosidade e grau de compactação. Uma boa compostagem tem um teor de umidade por volta de 50%. Quando o teor é muito baixo a atividade biológica é reduzida, se for muito alto prejudicará a aeração e ocorre o fenômeno conhecido como anaerobiose. Onde há formação do chorume que escorre das pilhas do material em decomposição.

As vantagens do processo de compostagem:

- Economia de aterro;
- Aproveitamento agrícola da matéria orgânica;
- Reciclagem de nutrientes para o solo;
- Processo ambientalmente seguro;
- Eliminação de patógenos.

### 3.3.3 Reciclagem e Coleta Seletiva

É uma técnica que busca o reaproveitamento de materiais descartados em produtos semelhantes ou em novos produtos. A reciclagem do lixo tem vital importância para a sociedade e meio ambiente, pois atualmente existe grande dificuldade em obter matéria prima para a fabricação de materiais. Com a reciclagem consegue-se minimizar a utilização de recursos naturais, que estão cada vez mais escassos. Existem vários materiais que podem ser reaproveitados, como: metal, papel, plástico e vidro.

A reciclagem gera renda para muitas famílias, ajuda a minimizar a poluição e a descongestionar os lixões e aterros. Mas, esse método não pode ser considerado com principal solução para os resíduos, pois, alguns materiais não são economicamente viáveis para reciclagem.

Podem-se fazer dois tipos de reciclagem, artesanal ou industrial. Sendo que a artesanal é quando os métodos utilizados não têm grande tecnologia, mas podem ser vistos como uma forma de reutilização, pois o lixo não tem grandes alterações. Já o industrial são técnicas mecanizadas e com capacidade de fabricar produtos em grande escala.

De acordo com o CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem) no Brasil têm – se um alto potencial de reciclagem, enquanto o aproveitamento não. Sendo que 13% ou 7,3 milhões de toneladas dos resíduos sólidos urbanos voltam para cadeia produtiva. Os materiais mais reaproveitáveis no Brasil são, alumínio, papelão e PET, sendo que 98% do papelão e 55% do PET são reciclados.

Existem contras a reciclagem também, pois, antes de uma comunidade implantar tal sistema, é preciso verificar se na região existe mercado para a demanda desses materiais reciclados, pois, não havendo mercado de nada adiantará a reciclagem. Segundo o CEMPRE, deve haver um planejamento de programas de reciclagem para prever um local de armazenamento dos materiais coletados, para posteriormente vendê-los quando os preços estiverem no pico.

#### • Coleta seletiva

Uma atividade que tem o objetivo de segregar o lixo, para encaminhá-lo para reciclagem. A separação dos resíduos tem a função de dividir os materiais a serem reaproveitados ou reciclados do resto do lixo. Os materiais recicláveis separados na coleta

seletiva são: papéis, plásticos, metais e vidros, como mostram a figura 1 sendo esses materiais posteriormente classificados por categoria e encaminhados às indústrias recicladoras.

A coleta seletiva pode funcionar como um processo de educação ambiental na medida em que sensibiliza a comunidade sobre os problemas do desperdício de recursos naturais e da poluição causada pelo lixo.

O sistema de coleta seletiva tem grande importância para o desenvolvimento sustentável do planeta. As principais vantagens do sistema são:

- Diminuição da exploração de recursos naturais não-renováveis;
- Redução do consumo de energia;
- Diminuição da poluição do solo, água e ar;
- Aumento da vida útil de aterros sanitários;
- Diminuição do desperdício;
- Diminuição com limpeza urbana;
- Gera emprego e renda pela comercialização dos materiais recicláveis.



Figura 1 – Representação de um Sistema de Coleta Seletiva através de cores (Fonte: <http://innsoma.blogspot.com/coleta-seletiva-de-lixo-domestico.html>)

### 3.4 Disposição final de resíduos sólidos urbanos

#### 3.4.1 Lixão

No lixão os resíduos são depositados de qualquer maneira, sem que exista preocupação alguma com o meio ambiente e com a saúde pública. A deposição é feita a céu aberto, de forma toda irregular. O local onde os resíduos são depositados não passa por nenhum preparo prévio antes do seu funcionamento e, também não ocorre o tratamento do chorume e dos gases produzidos pela fração orgânica contida nos resíduos sólidos. Com isso, pode ocorrer o espalhamento deste gás pela ação do vento aumentando os riscos de contaminação. O terreno onde um lixão é implantado não possui nenhuma cobertura vegetal, o que expõe o ambiente a contaminação e atrai vetores transmissores de doenças como: febre tifóide, salmonelose, desintérias e outras infecções. O material depositado também não recebe nenhum tipo de cobertura diária e a falta de controle dos resíduos que são destinados ao lixão acaba levando ao descarte de qualquer tipo de resíduo, o que aumenta consideravelmente os riscos de contaminação e a poluição dos recursos naturais em torno da área do lixão (DAZIBÃO, 2007).

No lixão não há controle do local e do tipo de lixo depositado, os resíduos domiciliares, comerciais, hospitalares e industriais são despejados no mesmo local, não tendo distinção de periculosidade, como mostra a Figura 2.

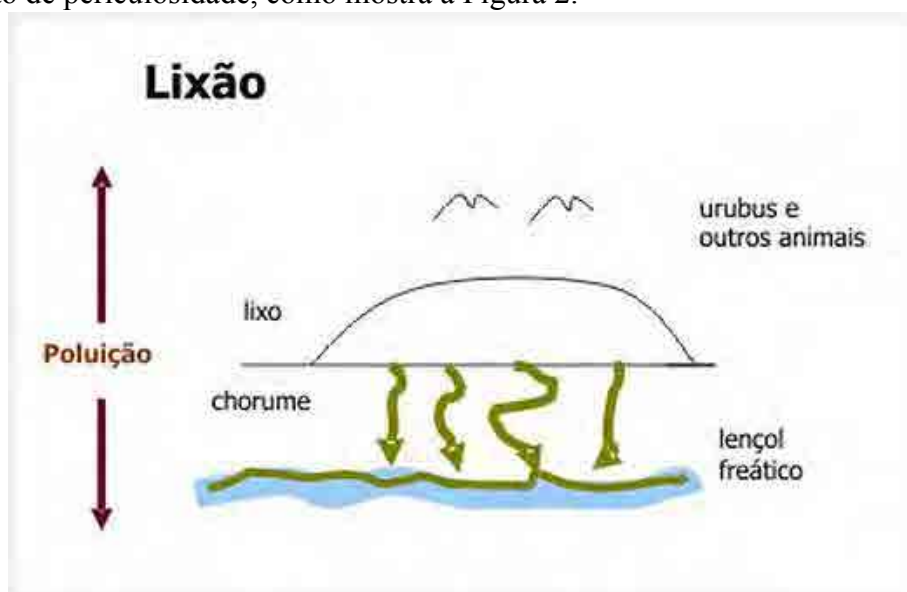


Figura 2 – Representação de um Lixão (www.lixo.com.br em 02/09/2011)

### 3.4.2 Aterro Controlado

É um tipo de lixão (vazadouro) reformado, fazendo com que o local de deposição final de resíduos sólidos adequado à Legislação, mas inadequado ao meio ambiente, pois, ainda sim há contaminação do solo natural, como ilustra a Figura 3.

Esta técnica de disposição não combate totalmente a poluição, por não dispor de impermeabilização ideal na base, comprometendo a qualidade das águas subterrâneas, também não há tratamento adequado do líquido gerado pelo lixo (chorume) e da dispersão dos gases, este deveria ter uma captação e queima. Por não possuir cobertura vegetal, as atividades do aterro controlado ficam expostas ao ambiente.

O método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho. Posteriormente a área pode ser utilizada para ocupações leves (zonas verdes, campos, campos de jogos, etc..).



Figura 3 – Representação de um Aterro Controlado (www.lixo.com.br em 02/09/2011)

### 3.4.3 Aterro Sanitário

Trata-se de uma técnica para a disposição dos resíduos sólidos no solo, ocasionando assim um confinamento seguro em relação ao controle de proteção ambiental e proteção a saúde pública. Utiliza - se normas operacionais específicas e critérios de engenharia para a sua elaboração.

A implantação de um aterro sanitário consiste nas atividades de escolha do local, elaboração dos projetos, licenciamentos ambientais, limpeza do terreno, obras de terraplenagem, acessos, impermeabilização através de material geossintético, obras de drenagem para captação do chorume e obras de construção civil. As áreas vizinhas do aterro devem ter uma cerca viva para diminuir a poluição visual e a proliferação de odores.

Os resíduos são depositados separadamente de acordo com suas características, antes todo o resíduo é pesado, para assim ter o acompanhamento da quantidade de suporte do aterro. Quando uma determinada região do aterro atinge sua capacidade total de disposição de resíduos, inicia - se a revegetação deste local, na continuidade dos trabalhos no aterro sanitário os gases captados devido a decomposição do lixo devem ser queimados e os percolados coletados, em complemento devem ter também obras de drenagem das águas pluviais. (Figura 4)

Nos aterros sanitários existem três formas de aterramento, são eles: método da Trincheira ou Vala, método da Área e método da Rampa.

De acordo com MONTEIRO et al. (2001), os aterros sanitários são a melhor forma para a disposição adequada do lixo domiciliar. Eles são executados segundo critérios e normas de segurança ambiental, legislativa e técnicas que atendem aos padrões de segurança preestabelecidos.



Figura 4 – Representação de um Aterro Sanitário (www.lixo.com.br em 02/09/2011)

### **3.5 Geração de resíduos sólidos no Brasil, estado de São Paulo e Guaratinguetá**

A sociedade moderna é extremamente consumista e se acostumou ao descartável, o que tem levado a uma enorme produção de lixo. Os sistemas adotados pela maioria das comunidades para administração de resíduos são resultantes de uma visão de inesgotabilidade dos recursos naturais, o que necessita de revisão urgente, dentro da ótica de desenvolvimento sustentável, uma vez que dele depende a existência harmoniosa do homem com o planeta. O outro fator que carece de revisão é quanto a responsabilidade pelo lixo, no que diz respeito à sociedade, ela não se encerra no momento que o lixo é colocado à porta para coleta. Para tal, serão necessárias mudanças no hábito de consumo, não apenas no que diz respeito à quantidade, mas também no tipo de produto adquirido, bem como nos processos industriais (FIGUEIREDO, 1995).

O Brasil produziu em 2010 quase 61 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, segundo estudo realizado pela ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), ou seja, uma média de 378 Kg de lixo por ano para cada brasileiro. Em relação a 2009, este volume é 6,8% superior e seis vezes maior ao índice de crescimento populacional urbano.

Os 14 municípios brasileiros com população acima de um milhão de habitantes são responsáveis por 24% da geração dos resíduos sólidos urbanos, já os 21 municípios com população entre 200 mil e 500 mil habitantes somam 10% da geração (ABRELPE 2006). Segundo a PNSB 2000 (IBGE, 2001), os municípios de 20 mil a 50 mil habitantes têm uma geração média per capita de 0,64 kg/hab.dia de lixo urbano, no entanto os municípios com mais de 1 milhão de habitantes produzem 1,50 kg/hab.dia ou seja, 134% a mais.

De acordo com a pesquisa, do total de 61 milhões de toneladas de resíduos sólidos gerados no país, 51 milhões de toneladas foram coletadas pelos serviços públicos de limpeza urbana, isso indica que ocorreu um crescimento de 7,7% no volume coletado. Em termos percentuais, observou-se uma pequena melhora na destinação final dos resíduos sólidos, foram encaminhados para aterros sanitários 57,6% do total

Segundo a SEDU (Secretária Especial de Desenvolvimento Urbano), algumas metrópoles, como São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba, chegam a um índice de produção mais elevado, podendo atingir 1,3 kg/hab./dia, considerando todos os resíduos gerados pelos serviços de limpeza urbana.

O princípio do “poluidor pagador” encontra-se estabelecido na lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938 de 31/08/1981). De acordo com a SEDU a gestão de resíduos é uma atividade essencialmente municipal e as atividades que a compõem se restringem ao território Município, não são muito comuns no Brasil as soluções consorciadas, a não ser quando se trata de destinação final em aterros. Municípios com áreas mais adequadas para a instalação dessas unidades operacionais às vezes se consorciam com cidades vizinhas para receber os seus resíduos, negociando algumas vantagens por serem os hospedeiros, tais como isenção do custo de vazamento ou alguma compensação urbanística, custeada pelos outros consorciados.

No estado de São Paulo, o índice médio de geração per capita de resíduos sólidos domiciliares para cidades de até 100 mil habitantes é de 0,4 kg/hab.dia já para as cidades com população acima de 500 mil habitantes é de 0,7 kg/hab.dia (CETESB, 2005b), esses dados não inclui a cidade de São Paulo, por ser uma megalópole, gerando assim 1,29 kg/hab.dia (ABRELPE, 2006).

A região do Vale do Paraíba a partir de 1940 iniciou-se o seu processo de industrialização, tendo uma enorme evolução devido à inauguração da rodovia Presidente Dutra, destacando-se o mercado de produto químico e de tecidos.

Com a industrialização e o conseqüente processo de urbanização da região, ocasionaram diversos problemas socioeconômicos, transformação na paisagem e o uso indevido do solo,

A margem do Rio Paraíba até o ano de 1970 era o destino final dos resíduos sólidos em Guaratinguetá, hoje em dia com a ocupação do espaço físico o local se transformou em um bairro residencial, naquela época ainda era um bairro distante do centro. Existem relatos que até 2007 alguns indivíduos utilizavam o local como destinação para o lixo.

Os resíduos sólidos de Guaratinguetá até o ano de 2006 eram depositados no antigo lixão, durante 35 anos este local recebeu todo o lixo do município. A área do lixão era de 30000 m<sup>2</sup> e situava-se no bairro Santa Luzia.

Como todo lixão, ele acabou causando um enorme impacto ambiental na região onde estava postado, deixando como herança um solo contaminado devido ao líquido percolado do lixo.

## 4. METODOLOGIA DE OPERAÇÃO

Este trabalho resultou primeiramente da visita ao local onde aterro sanitário de Cachoeira Paulista está instalado, foram analisados desde a chegada dos resíduos, bem como também o espalhamento e compactação do lixo, recobrimento dos resíduos, pontos de drenagem dos gases, drenagem de águas pluviais e percoladas.

### 4.1 Aterro Sanitário de Cachoeira Paulista, Vale Soluções Ambientais (VSA)

A empresa que faz o gerenciamento do aterro sanitário de Cachoeira Paulista-SP é a Vale Soluções Ambientais (VSA) uma central de resíduos sólidos que oferece um serviço de aterramento sanitário adequado com utilização de alta tecnologia e sistema de monitoramento eficaz obedecendo todas as normas técnicas exigidas. (Figura 5)



Figura 5 - Fachada da Empresa VSA Vale Soluções Ambientais  
([www.valesolucoesambientais.com.br](http://www.valesolucoesambientais.com.br) em outubro de 2011)

A cidade de Cachoeira Paulista é privilegiada por ter um aterro sanitário de primeira linha, que tem recebido nota máxima da CETESB, desde 2006. A empresa Vale Soluções Ambientais, vê nesta avaliação o resultado da qualidade do trabalho oferecido pela empresa. Ao contrário de outras cidades da região e do estado paulista, que não tem um sistema adequado de tratamento da disposição final dos resíduos sólidos.

A empresa recebe o lixo de residências e de empresas, cuidando para que não haja contaminação do solo e da água. Dessa forma, dá-se finalidade para os resíduos de entidades públicas e privadas sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais.

Para o gerente da empresa Valter Gomes, a Vale Soluções Ambientais está se tornando um modelo nacional de tratamento do lixo, pois além de obedecer a todas as normas técnicas e operacionais exigidos pelos órgãos de controle, como a CETESB, a empresa busca sempre novas tecnologias e por isso está entre as melhores do estado e do país.

Com os bons resultados do trabalho realizados outros municípios encaminham seus resíduos para a empresa. Além de Cachoeira Paulista (Sede da empresa), a VSA recebe o lixo de outros doze municípios: Aparecida, Cachoeira Paulista, Canas, Cunha, Cruzeiro, Guaratinguetá, Lorena, Lavrinhas, Potim, Queluz, Roseira e São Jose do Barreiro. Já que, na região algumas cidades obtiveram notas baixas, e a destinação do lixo foi considerada inadequada. A Tabela 2 mostra a avaliação realizada pela CETESB no aterro sanitário de Cachoeira Paulista – SP.



O governo municipal destaca a parceria com a empresa, afirmando que a Vale Soluções Ambientais veio à região para atender uma séria demanda, já que muitas prefeituras não sabiam o que fazer com o lixo e jogavam em terrenos baldios sem qualquer tipo de tratamento. Os cuidados com o lixo de forma adequada, para que não contamine o solo e o lençol freático exige um pesado investimento e consciência ecológica. Em Cachoeira Paulista foram investidos até agora cerca de R\$ 10 milhões. Estima-se que a empresa invista muito mais no empreendimento e na cidade com aquisição de novas tecnologias para o tratamento de lixo, programa de reciclagem e educação ambiental.

A empresa visa à melhoria do meio ambiente tendo como seus principais valores:

- Preservação ambiental;
- Preocupação social;
- Segurança;
- Qualidade;
- Ética;
- Desenvolvimento econômico;
- Sustentabilidade.

A Vale Soluções Ambientais pode receber os resíduos sólidos que são definidos segundo as normas da ANBT/NBR 10.004/2004 como, Classe II A e Classe II B. A empresa não pode receber resíduos Classe I, pois além de apresentarem riscos à saúde pública e meio ambiente, exige tratamento e disposição especiais. Com isso, este tipo de destinação para os resíduos de Classe I ainda é um problema do setor público.

O aterro sanitário tem capacidade de receber cerca de 100 toneladas/dia, mas aguarda aprovação do projeto de expansão da CETESB. A área do terreno do aterro é de aproximadamente 500.000 m<sup>2</sup>, está localizado na cidade de Cachoeira Paulista e possui condições ideais de planialtimetria e relevo para a instalação de um aterro. Os dois primeiros anos foram realizados estudos de arqueologia, biologia, hidrometria e geologia, mostrando toda a preocupação da empresa em realizar um trabalho seguro e de confiança.

A Educação Ambiental é um fator preponderante para a Vale Soluções Ambiental, pois, seu programa atende as recomendações da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 do Capítulo VI, artigo 225. Uma forma que a empresa encontrou para divulgar a importância da educação do meio ambiente foi “abrir as portas”, ou seja, criou um Programa

de Visitas, que busca mostrar às áreas operacionais da empresa que atua como ferramenta de vital importância no programa de educação ambiental, fazendo com que as visitas tenham conhecimento prático da disposição adequada de resíduos sólidos. As visitas podem ser estudantes, autoridades governamentais, professores, parceiros, associações, líderes comunitários e toda a população que tiver interesse e preocupação com o meio ambiente. Sendo assim, a empresa ministra suas visitas de maneira diferente para cada público, para se conseguir o objetivo maior que é a divulgação do programa de educação do meio ambiente.

#### **4.2 Rotina operacional do aterro sanitário de Cachoeira Paulista**

A rotina operacional do aterro sanitário é necessária para que a destinação final dos resíduos sólidos seja sanitária e ambientalmente adequada ao longo de toda sua vida útil.

Para a elaboração de um aterro sanitário precisa-se saber a topografia do local aonde vai ser instalado, a profundidade do lençol freático e o tipo de material para a cobertura. O método de deposição dos resíduos sólidos no aterro de Cachoeira Paulista é da célula.

#### **4.3 Recepção e descarga dos resíduos no aterro**

Na pesagem, o caminhão carregado de resíduos posiciona-se na balança para ser pesado e depois de descarregar o material no aterro, obtém outra pesagem, resultando dessa forma o peso total de resíduo depositado no aterro.

#### 4.4 Espalhamento e compactação dos resíduos

Essa etapa é realizada por um trator-esteira, carregadeira e por uma escavadeira PC e os resíduos são dispostos em rampas, como mostra a Figura 6.

A compactação desejável é obtida através movimentos repetidos do trator-esteira sobre o material depositado, com no mínimo seis passadas sucessivas em camadas sobrepostas, encerra o procedimento onde visualmente verifica-se que o volume do material não reduz mais devido ao número de passadas, dessa forma os resíduos sólidos bem compactados trás uma maior eficiência e segurança do aterro.



Figura 6 - Espalhamento e compactação dos resíduos (Fonte: Autor)

#### 4.5 Recobrimento dos resíduos sólidos

O recobrimento é realizado pelas mesmas máquinas que efetuam o espalhamento e compactação dos resíduos.

Segundo Schalch et al., (2002), esse processo é feito com uma camada de material argiloso até que atinja um coeficiente de permeabilidade em torno de  $10^{-7}$  cm/s.

Depois do recobrimento é feito o plantio de grama no talude, tendo como finalidade a proteção contra erosão, assim ilustrado na Figura 7.



Figura 7 - Recobrimento dos resíduos sólidos e plantio de grama no talude (Fonte: Autor)

#### 4.6 Barreira vegetal

Formada pelo plantio de eucalipto, constituindo assim uma cerca viva em volta do aterro sanitário. Periodicamente ocorre o replantio de mudas em diversos pontos do aterro também. A Figura 8 mostra o método de barreira vegetal implantado pelo aterro sanitário.



Figura 8 - Replante de mudas e barreira vegetal (Fonte: Autor)

#### 4.7 Captação dos gases

A captação dos gases ilustrada na Figura 9 funciona de acordo com o avanço das frentes de serviços, possibilitando assim a coleta do biogás, formada pela decomposição dos resíduos. Estes efluentes podem ser aproveitados como fonte energia ou então queimados na atmosfera.



Figura 9 - Captação dos efluentes (Fonte: Autor)

#### 4.8 Drenagens de águas pluviais

A drenagem utilizada para esse tipo de processo é a drenagem superficial, onde a finalidade básica é desviar as águas oriundas da bacia de contribuição para fora da área do aterro, diminuindo assim o volume de líquido percolado na fase de execução do aterro, como mostra a Figura 10. O método é através da instalação de canaletas envolvendo toda área do aterro, sendo estas estando com um caimento satisfatório



Figura 10 - Drenos para águas pluviais (Fonte: [www.valesolucoesambientais](http://www.valesolucoesambientais))

#### 4.9 Drenagem e tratamento do percolado

A drenagem sub-superficial tem como propósito conduzir e coletar os líquidos percolados para uma unidade de tratamento, não deixando assim que o lençol freático seja prejudicado.

Esse sistema é formado por drenos horizontais, com inclinação de fundo de 2% e preenchido com brita, sobre a brita é colocado um material geotêxtil, com intenção de reter os materiais em suspensão. A Figura 11 mostra o reservatório de líquido percolado.



Figura 11 - Armazenamento do líquido percolado (Fonte: Autor)

#### 4.10 Impermeabilização

Conforme Schalch et al., (2002), o risco de contaminação das águas subterrâneas e águas superficiais são eminentes em aterros sanitários, devido a infiltração do chorume e os erros que são reais na construção e operação dos aterros. As águas pluviais que aumentam a quantidade do líquido percolado é outro risco também.

Os detalhes da proteção do solo e das águas subterrâneas, contra a poluição provocada pelo chorume podem ser observados na figura 12. É formada por uma camada de argila com coeficiente de compactação em torno de  $10^{-7}$  cm/s, sobre a qual coloca uma manta de PEAD (polietileno de alta densidade) com um mínimo de 2 mm de espessura, em casos onde o solo já é argiloso, basta somente a compactação na camada de fundo, a adição de uma camada de areia fina ou solo arenoso sobre a manta já o necessário para ter uma excelente impermeabilização.



Figura 12 - Impermeabilização do aterro sanitário de Cachoeira Paulista (Fonte: Autor)

## 5. CONCLUSÃO

Com este trabalho de graduação foi possível analisar os procedimentos e condições do aterro sanitário da cidade de Cachoeira Paulista/SP, que é gerenciado pela empresa Vale Soluções Ambientais (VSA).

Durante o estudo foi identificado que as prefeituras municipais e algumas empresas privadas não faziam de maneiras adequadas a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, no entanto acabavam armazenando o lixo em terrenos baldios sem fazer qualquer tipo de tratamento.

Antes da aprovação para a implantação do aterro sanitário foram realizados diversos tipos de ensaios para analisar as condições do local, tendo como objetivo chegar à conclusão se este estaria adequado ou inadequado para receber o lixo. Os estudos realizados foram: o mapeamento da área de preservação ambiental e de zonas de preservação de mananciais próximas ao aterro, análises geológicas e geotécnicas, informações sobre o manejo de resíduos nos municípios que depositam no aterro, dados sobre águas superficiais, clima e sócio-econômicos.

Os métodos de tratamento dos resíduos sólidos urbanos do aterro sanitário de Cachoeira Paulista vêm tendo nota máxima nos últimos anos, pois, estão de acordo com as normas técnicas da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

Constatamos que através de investimentos da empresa VSA foram adquiridos os seguintes benefícios para a região: Aquisição de reserva natural, Construção do Centro de Triagem, Incentivo a reciclagem, Aquisição de Autoclave, Recuperação de estradas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, 2004 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Resíduos sólidos: classificação – NBR 10004. São Paulo, 2004.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Resíduos sólidos: classificação – NBR 10006.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Resíduos sólidos: classificação – NBR 10007.

ABRELPE. Panorama Nacional de Resíduos Sólidos 2009. Associação Brasileira de Empresa de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

BRASIL, Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981.

CETESB, 1999 COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Padrões e normas técnicas. São Paulo: São Paulo, 1995. 75 p.

CONAMA. Resolução Nº 358, 2005.

CUNHA, V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. Piracicaba, 2001. Dissertação (M. S.). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo.

DAZIBÃO. Entenda as diferenças: aterro sanitário, aterro controlado e lixão REVISTA Digital do Escritório Pinheiro Pedro Advogados. ED 12. MAIO. 2007

FIGUEIREDO, P. J. M. A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental. 2.ed. Piracicaba: Unimep, 1995

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2000. CD-ROM.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. 2. ed. São Paulo, 2000.

LIMA, J. D. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil. Campina Grande – PB: ABES, 2001.

MONTEIRO; J. H. P. et al. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p.

MORGADO TC; FERREIRA OM. Incineração de resíduos sólidos urbanos, aproveitamento na Co-geração de Energia. Estudo para a Região Metropolitana de Goiânia. Monografia. Universidade Católica de Goiás. 2006

SANTOS, Marilin Mariano dos; USHIMA, Ademar Hakuo. Tratamento térmico: Processamento do lixo. In.: VILHENA, André; D'ALMEIDA, Maria Luiza Ótero. (Org). Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. 2. Ed. São Paulo: IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo./CEMPRE, 2000. P. 79 – 248.

SCHALCH, V; LEITE, W. C. A.; FERNANDES JUNIOR, J. L. et. al. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. São Carlos – SP. Outubro 2002.

#### SITES UTILIZADOS:

<http://www.abrelpe.org.br> acessado em setembro de 2011

<http://www.cachoeirapaulista.sp.gov.br> acessado em setembro de 2011

<http://www.lixo.com.br> acessado em setembro de 2011

<http://www.valesolucoesambientais.com.br> em outubro de 2011

<http://innsoma.blogspot.com/coleta-seletiva-de-lixo-domestico.html> em outubro de 2011