

**UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ENSINOS TECNOLÓGICOS
CURSO DE TECNOLOGIA EM MEIO AMBIENTE**

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

**SHEILA COIMBRA DA COSTA
SILVIA SEBA MIRANDA**

JUIZ DE FORA

2007

**UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ENSINOS TECNOLÓGICOS
CURSO DE TECNOLOGIA EM MEIO AMBIENTE**

**SHEILA COIMBRA DA COSTA
SILVIA SEBA MIRANDA**

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antonio Carlos (UNIPAC) como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente. Aprovada pela seguinte professora:



Professora Gisele Pereira Teixeira, M.Sc.
Universidade Presidente Antônio Carlos

JUIZ DE FORA

2007

**SHEILA COIMBRA DA COSTA
SILVIA SEBA MIRANDA**

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

Conforme monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antonio Carlos (UNIPAC) como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnólogo em Meio Ambiente.

Professora Orientadora: Gisele Pereira
Teixeira.

JUIZ DE FORA

2007

AGRADECIMENTO

Aos nossos familiares, aos amigos, a nossa orientadora e especialmente aos que amamos, que nos incentivaram dando apoio nas horas difíceis, fortalecendo nosso desejo e determinação, com palavras e gestos de apoio.

Dedicamos a conclusão deste trabalho a todos os nossos professores, que ao longo do curso contribuíram, para o nosso crescimento pessoal e acadêmico.

Não fale sobre o afeto desperdiçado! O afeto nunca é desperdiçado. Se ele não enriquecer o coração do outro, seus fluxos retornarão às nascentes e, como a chuva, o encherão de sossego; aquilo que da fonte emana voltará novamente à fonte.

Henry Wadsworth Longfellow

RESUMO

A questão do gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil tem sido muito debatida na sociedade, em várias áreas, desde o saneamento básico, como o meio ambiente, a questão social e econômica envolvidas nas novas formas de trabalho geradas pela reciclagem dos materiais, bem como o aproveitamento energético dos gases gerados pelos aterros sanitários de forma sustentável.

Os investimentos públicos são insuficientes e ineficientes, em função do grande volume de resíduos produzidos todos os dias. A carência de pesquisas e desenvolvimento de projetos ambientais e a implementação de Políticas Públicas, que possam promover um melhor gerenciamento dos resíduos é latente, e se faz necessária frente aos problemas que enfrentamos sempre, e com o qual nos deparamos: a poluição dos rios, lixo acumulado nas ruas, quando o serviço de coleta esta de greve e etc.

A capacitação técnica, investimento em equipamentos, aproveitamento dos resíduos e a conscientização da sociedade na promoção da reciclagem e aproveitamento dos resíduos gerados se tornam fatores relevantes para o tratamento e a destinação final dos resíduos no Brasil. O trabalho desenvolvido foi apoiado por pesquisa bibliográfica e análise de artigos e livros com o objetivo de apresentar as formas de tratamento e gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos; Aterros Sanitários; Conscientização; Sustentável; Política Publica.

SUMÁRIO

| | | |
|-------|---|----|
| | INTRODUÇÃO | 8 |
| 1 | GERAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS | 9 |
| 2 | CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS SEGUNDO A NATUREZA OU ORIGEM | 11 |
| 2.1 | RESÍDUO DOMÉSTICO OU RESIDENCIAL..... | 11 |
| 2.2 | RESÍDUOS DAS ATIVIDADES COMERCIAIS..... | 11 |
| 2.3 | RESÍDUOS PÚBLICOS..... | 11 |
| 2.4 | RESÍDUOS ESPECIAIS | 12 |
| 2.5 | RESÍDUOS DE FONTES ESPECIAIS..... | 13 |
| 2.5.1 | Resíduo industrial | 13 |
| 2.5.2 | Resíduo radioativo | 13 |
| 2.5.3 | Resíduos de portos, aeroportos e terminais rodo ferroviários | 13 |
| 2.5.4 | Resíduo Agrícola | 14 |
| 2.5.5 | Resíduos de serviços de saúde | 14 |
| 3 | CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS SEGUNDO OS RISCOS POTENCIAIS | 15 |
| 3.1 | CLASSE I OU PERIGOSOS..... | 15 |
| 3.2. | CLASSE II A OU NÃO PERIGOSOS E NÃO INERTES..... | 15 |
| 3.3 | CLASSE II B NÃO PERIGOSOS E INERTES..... | 15 |
| 4 | GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL | 16 |
| 4.1 | CONSIDERAÇÕES SOBRE O TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL..... | 17 |
| 4.2 | ETAPAS DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS..... | 18 |
| 4.2.1 | Coleta | 18 |
| 4.2.2 | Estação de Transbordo | 18 |
| 4.2.3 | Aterro Sanitário | 18 |
| 4.2.4 | Compostagem | 19 |
| 4.2.5 | Incineração | 19 |
| 4.2.6 | Reciclagem e Coleta Seletiva | 20 |
| 4.3 | MANUSEIO..... | 21 |
| 4.4 | ACONDICIONAMENTO..... | 21 |
| 4.5 | ARMAZENAMENTO..... | 22 |
| 4.6 | TRANSPORTE..... | 22 |
| 4.6.1 | Coleta e transporte de resíduos sólidos públicos | 23 |
| 4.6.2 | Coleta de resíduos de serviços de saúde | 24 |
| | CONCLUSÃO | 25 |
| | BIBLIOGRAFIAS | 26 |

INTRODUÇÃO

Ao longo dos tempos, a evolução e a expansão da população humana contribuem expressivamente na produção dos resíduos oriundos do consumo e da produção industrial, gerando novas concentrações de subprodutos ou elementos artificiais, que acabam sendo depositados de maneira irregular, causando novas formas de poluição, radiação, contaminação de nascentes, chuva ácida, efeito estufa e etc. Existem vários conceitos para o termo resíduo, como por exemplo o do 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."

Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT define o lixo como os "restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo-se apresentar no estado sólido, semi-sólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento convencional", considerado inútil por quem o descarta, em qualquer recipiente destinado a este ato.

Vale lembrar que, a característica inservível do lixo, para quem o descarta, para outros pode se tornar oportunidade no processo de concepção de novos produtos, sendo assim o lixo pode se tornar matéria-prima. Nesse sentido, os conceitos clássicos podem ser repensados e a idéia do reaproveitamento do lixo dará outra destinação aos mesmos.

Para Figueiredo (1995), o resíduo se dá pelo descontrole de fluxos entre certos sistemas ecológicos, que não estão em equilíbrio. A partir do momento que nosso ecossistema se amplia de forma desordenada e rápida, os demais organismos vivos não conseguem se adaptar ao novo momento de produção em escala, consumo e gradativo aumento dos resíduos que já não são absorvidos naturalmente, criando desta forma novos desequilíbrios ambientais.

O presente trabalho aborda questões relacionadas aos resíduos sólidos, objetivando uma discussão a respeito das diversas etapas de seu gerenciamento, sendo: geração, classificação, armazenamento, coleta, tratamento, reciclagem e destino final.

1 GERAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo Grippi (2001), se olharmos para trás, não encontraremos na história momentos como os atuais em relação ao aumento da geração de resíduos. No início da era cristã, havia no mundo cerca de 200 milhões de pessoas, já no século XVII este número pulou para aproximadamente 1 bilhão que permaneceu assim até o final do século, porém com advento da medicina, reduzindo as pragas e doenças que assolavam o mundo, com a melhoria da agricultura, entre outros fatores, desenvolveram condições favoráveis ao aumento da população mundial, que hoje atinge a marca de 6 bilhões. Tal crescimento populacional está diretamente relacionado ao expressivo aumento da geração de resíduos em várias modalidades de consumo existentes, sendo assim origem é o principal elemento para a caracterização dos resíduos sólidos.

Para Philippi Jr. (2004), o conceito de resíduo, está relacionado ao aspecto de serventia e valor econômico de seu possuidor, até o momento que este ainda lhe é útil. Exemplo, quando um produto é totalmente consumido, sua embalagem se torna resíduo sem valor para seu atual proprietário e muito provavelmente passará a ter valor para um terceiro, que dará início ao processo de reaproveitamento e ou reciclagem, desde que esta prática seja economicamente viável.

No Brasil, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2000), se coleta cerca de 230 toneladas de resíduos sólidos diariamente, sendo 125 toneladas referentes aos resíduos domiciliares. O Quadro 1 apresenta a população brasileira e sua distribuição regional, a quantidade de resíduos sólidos gerados diariamente e a geração por pessoa e por região. Em relação à geração por pessoa, observa-se uma grande discrepância de resultados por região, devido aos resíduos não domiciliares, que não tem uma relação direta com a população e sim com a economia regional, representada pelo PIB (Produto Interno Bruto).

Quadro I – Estimativa de Geração de Resíduos Sólidos no Brasil

| | População Total | | Geração de Resíduos (tonelada/dia) | | Geração percapita (kg/hab/dia) |
|--------------|-----------------|----------------|------------------------------------|----------------|--------------------------------|
| | Valor | Percentual (%) | Valor | Percentual (%) | |
| Brasil | 169.799.170 | | 228.413 | 100,0 | 1,35 |
| Norte | 12.900.704 | 7,6 | 11.067 | 4,8 | 0,86 |
| Nordeste | 47.741.711 | 28,1 | 41.558 | 18,2 | 0,87 |
| Sudeste | 72.412.411 | 42,6 | 141.617 | 62,0 | 1,96 |
| Sul | 25.107.616 | 14,8 | 19.875 | 8,7 | 0,79 |
| Centro-Oeste | 11.636.728 | 6,9 | 14.297 | 6,3 | 1,23 |

Fonte: PNSB (IGBE, 2000)

2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS SEGUNDO A NATUREZA OU ORIGEM

São várias as maneiras de se classificar os resíduos sólidos. As mais comuns são quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente e quanto à natureza ou origem.

Para Figueiredo (1995), a classificação dos resíduos deveria ser apresentada de forma mais rigorosa, traduzindo na íntegra seu estado físico, no Brasil a denominação "resíduo sólido" abrange as descargas de materiais sólidos originados nos meios produtivos, não sendo considerados os resíduos sólidos que são dissolvidos ou dispersos em meios líquidos e ou gasosos.

2.1 RESÍDUO DOMÉSTICO OU RESIDENCIAL

Gerados nas atividades diárias em casas, apartamentos, condomínios e demais edificações residenciais. Formado normalmente por restos de comida, jornais, garrafas, embalagens, fraldas e etc.

2.2 RESÍDUOS DAS ATIVIDADES COMERCIAIS

São os resíduos gerados em estabelecimentos comerciais, cujas características dependem da atividade ali desenvolvida. Nas atividades de limpeza urbana, os tipos "doméstico" e "comercial" constituem o chamado "lixo domiciliar", que, junto com o lixo público, representam a maior parcela dos resíduos sólidos produzidos nas cidades.

2.3 RESÍDUOS PÚBLICOS

Presentes nos logradouros públicos, em geral resultantes da natureza, tais como folhas, galhadas, poeira, terra e areia, e também aqueles descartados irregular e indevidamente pela população, como entulho, bens considerados inservíveis, papéis, restos de embalagens e alimentos, restos de feiras livres e resíduos provenientes de eventos públicos.

O lixo público está diretamente associado ao aspecto estético da cidade. Portanto, merecerá especial atenção o planejamento das atividades de limpeza de logradouros em cidades turísticas.

2.4 RESÍDUOS ESPECIAIS

Grupo que compreende os entulhos de obras, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus. Observe que os entulhos de obra, também conhecidos como resíduos da construção civil, só estão enquadrados nesta categoria por causa da grande quantidade de sua geração e pela importância que sua recuperação e reciclagem vêm assumindo no cenário nacional.

A indústria da construção civil é a que mais explora recursos naturais. Além disso, a construção civil também é a indústria que mais gera resíduo, em função das tecnologias construtivas que normalmente favorecem o desperdício. Em termos de composição, os resíduos da construção civil, são uma mistura de materiais inertes, tais como concreto, argamassa, madeira, plásticos, papelão, vidros, metais, cerâmica e terra.

As pilhas e baterias têm como princípio básico converter energia química em energia elétrica utilizando um metal como combustível. Apresentando-se sob várias formas (cilíndricas, retangulares, botões), podem conter um ou mais dos seguintes metais: chumbo (Pb), cádmio (Cd), mercúrio (Hg), níquel (Ni), prata (Ag), lítio (Li), zinco (Zn), manganês (Mn) e seus compostos. As substâncias das pilhas que contêm esses metais possuem características de corrosividade, reatividade e toxicidade e são classificadas como "Resíduos Perigosos Classe I". As substâncias contendo cádmio, chumbo, mercúrio, prata e níquel causam impactos negativos sobre o meio ambiente e, em especial, sobre o homem. Outras substâncias presentes nas pilhas e baterias, como o zinco, o manganês e o lítio, embora não estejam limitadas pela NBR 10.004 (2004), também causam problemas ao meio ambiente. Já existem no mercado pilhas e baterias fabricadas com elementos não tóxicos, que podem ser descartadas, sem problemas, juntamente com o lixo domiciliar.

As lâmpadas fluorescentes possuem em seu interior um pó que se torna luminoso por conter mercúrio. Isso não está restrito apenas às lâmpadas fluorescentes comuns de forma tubular, mas encontra-se também nas lâmpadas fluorescentes compactas, que quando são quebradas liberam mercúrio, o que as transforma em resíduos perigosos Classe I, uma vez que o mercúrio é tóxico para o sistema nervoso humano e, quando inalado ou ingerido, pode causar uma enorme variedade de problemas fisiológicos.

E por fim, mas não menos preocupante os pneus que se deixados em ambiente aberto, sujeito as chuvas, podem acumular água contribuindo para a proliferação de mosquitos. Se encaminhados para aterros de lixo convencionais, provocam "ocos" na massa de resíduos, causando a instabilidade do aterro. Se destinados em unidades de incineração, a queima da borracha gera enormes quantidades de material particulado e gases tóxicos, necessitando de um sistema de tratamento dos gases extremamente eficiente e caro. Por todas estas razões, o descarte de pneus é hoje um problema ambiental grave ainda sem uma destinação realmente eficaz.

2.5 RESÍDUOS DE FONTES ESPECIAIS

São resíduos que, em função de suas características peculiares, passam a merecer cuidados especiais em seu manuseio, acondicionamento, estocagem, transporte ou disposição final. Dentro da classe de resíduos de fontes especiais, merecem destaque:

2.5.1 Resíduo industrial

São os resíduos gerados pelas atividades industriais. São resíduos muito variados que apresentam características diversificadas, pois estas dependem do tipo de produto manufaturado. Devem, portanto, ser estudados caso a caso. Adota-se a NBR 10.004/2004 da ABNT para se classificar os resíduos industriais: Classe I (Perigosos), Classe II A (Não perigosos, não-Inertes) e Classe II B (Não perigosos, Inertes).

2.5.2 Resíduo radioativo

Assim considerados os resíduos que emitem radiações acima dos limites permitidos pelas normas ambientais. No Brasil, o manuseio, acondicionamento e disposição final do lixo radioativo estão a cargo da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

2.5.3 Resíduos de portos, aeroportos e terminais rodo ferroviários

Resíduos gerados tanto nos terminais, como dentro dos navios, aviões e veículos de transporte. Os resíduos dos portos e aeroportos são decorrentes do consumo de passageiros em veículos e aeronaves e sua periculosidade está no risco de transmissão de doenças já

erradicadas no país. A transmissão também pode se dar através de cargas eventualmente contaminadas, tais como animais, carnes e plantas.

2.5.4 Resíduo Agrícola

Formado basicamente pelos restos de embalagens impregnados com pesticidas e fertilizantes químicos, utilizados na agricultura, que são perigosos. Portanto o manuseio destes resíduos segue as mesmas rotinas e se utiliza dos mesmos recipientes e processos empregados para os resíduos industriais Classe I. A falta de fiscalização e de penalidades mais rigorosas para o manuseio inadequado destes resíduos faz com que sejam misturados aos resíduos comuns e dispostos nos vazadouros das municipalidades, ou o que é pior sejam queimados nas fazendas e sítios mais afastados, gerando gases tóxicos.

2.5.5 Resíduos de serviços de saúde

Compreendendo todos os resíduos sépticos que contenham ou potencialmente podem conter germes, são produzidos em serviços de saúde, como hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias e etc. Este lixo é constituído de agulhas, seringas, gazes, bandagens, órgãos e tecidos removidos, animais usados em teste, sangue coagulado, remédios, filmes radiológicos e etc.

3 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS SEGUNDO OS RISCOS POTENCIAIS

De acordo com a NBR 10.004/2004 da ABNT, os resíduos sólidos podem ser classificados em:

3.1 CLASSE I OU PERIGOSOS

São aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

3.2 CLASSE II A OU NÃO PERIGOSOS E NÃO INERTES

São os resíduos que podem apresentar características de ombustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente.

3.3 CLASSE II B NÃO PERIGOSOS E INERTES

São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

4 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

No Brasil, o serviço sistemático de limpeza urbana foi iniciado oficialmente em 25 de novembro de 1880, na cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, então capital do Império.

Nesse dia, o imperador D. Pedro II assinou o Decreto nº 3024, aprovando o contrato de "limpeza e irrigação" da cidade, que foi executado por Aleixo Gary e, mais tarde, por Luciano Francisco Gary, de cujo sobrenome origina-se a palavra gari, que hoje se denomina os trabalhadores da limpeza urbana em muitas cidades brasileiras (ABES, 1998).

Segundo a Constituição Federal de 1988, no art. 30, cabe ao poder público local a competência pelos serviços de limpeza pública, incluindo-se a coleta e destinação final dos resíduos, então cabe aos municípios gerenciar e definir o sistema de saneamento como também a tarifação referente ao serviço público. Também rege o art. 182 da Constituição federal que o município deve prever ações que estabeleçam o crescimento ordenado que garanta o bem estar de seus habitantes. Fica claro que a obrigação é do município podendo ser executado por órgão próprio ou até mesmo terceirizado.

Como a gestão de resíduos urbanos é uma atividade essencialmente municipal e as atividades que a compõem se restringem ao território do Município, os serviços de varrição e limpeza de logradouros também são muito deficientes na maioria das cidades brasileiras, apenas os municípios maiores mantêm serviços regulares de varrição em toda a zona urbanizada, com frequências e roteiros predeterminados.

A interdependência dos conceitos de meio ambiente, saúde e saneamento são hoje bastante evidentes, o que reforça a necessidade de integração das ações desses setores em prol da melhoria da qualidade de vida da população brasileira.

A participação de catadores na segregação informal do lixo, seja nas ruas ou nos aterros, é o ponto mais agudo e visível da relação do lixo com a questão social. Expressa claramente o elo lixo e a população marginalizada da sociedade que, no lixo, identifica o trabalho para desenvolver sua estratégia de sobrevivência. Mesmo o profissional que atua diretamente nas atividades operacionais do sistema está sujeito à discriminação, o profissional ainda convive com o estigma gerado pelo lixo de exclusão de um convívio harmônico na sociedade.

Gerenciar o lixo de forma integrada exige aspectos sociais com o planejamento das ações técnicas e operacionais do sistema de limpeza urbana.

4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

Segundo Figueiredo (1995), a disposição pura e simples dos resíduos no ambiente é a técnica mais antiga e mais usada, que são sem sobre de duvida a mais errada forma de tratar os resíduos, tanto do ponto de vista ambiental quando do ponto de vista da saúde publica. A aterragem técnica mais aceitável também apresenta problemas, como a disposição em meio aquoso ou a queima são soluções ainda antagônicas a necessidade de sistemas de tratamento que tenham uma relação de sustentabilidade como meio ambiente.

Com relação ao tratamento do lixo, têm-se instaladas no Brasil algumas unidades de compostagem/reciclagem. Essas unidades utilizam tecnologia simplificada, com segregação manual de recicláveis em correias transportadoras e compostagem em leiras a céu aberto, com posterior peneiramento. Muitas unidades que foram instaladas estão hoje paralisadas e sucateadas, por dificuldade dos municípios em operá-las e mantê-las.

As poucas usinas de incineração existentes, utilizadas exclusivamente para incineração de resíduos de serviços de saúde e de aeroportos, em geral não atendem aos requisitos mínimos ambientais da legislação brasileira. Outras unidades de tratamento térmico desses resíduos, tais como autoclavagem, microondas e outros, vêm sendo instaladas mais freqüentemente em algumas cidades brasileiras, mas os custos de investimento e operacionais ainda são muito altos. Os serviços de varrição e limpeza de logradouros também são muito deficientes na maioria das cidades, apenas os municípios maiores mantêm serviços regulares de varrição em toda a zona urbanizada, nos demais municípios, esse serviço se resume à varrição apenas das ruas pavimentadas ou dos setores de comércio da cidade.

Com relação aos resíduos dos serviços de saúde, só nos últimos anos iniciou-se uma discussão mais consistente do problema, algumas prefeituras já implantaram sistemas específicos, porem avançaram muito em questões como: a manipulação e a separação correta dos resíduos dentro das unidades de saúde. A forma adequada de destinação final ainda não é consensual entre os técnicos do setor, e a prática, na maioria dos municípios, é a disposição final em lixões.

O problema da disposição final assume uma magnitude alarmante. Considerando apenas os resíduos urbanos e públicos, o que se percebe é uma ação generalizada das administrações públicas ao longo dos anos em apenas afastar das zonas urbanas o lixo coletado, depositando-o por vezes em locais absolutamente inadequados, como encostas florestadas, manguezais, rios, baías e vales. Mais de 80% dos municípios brasileiros vazam

seus resíduos em locais a céu aberto, em cursos d'água ou em áreas ambientalmente protegidas, a maioria com a presença de catadores entre eles crianças, denunciando os problemas sociais que a má gestão do lixo acarreta (IBAM, 2000). Com relação ao tratamento do lixo, existe um número bastante reduzido de unidades de compostagem e reciclagem instalada no País.

4.2 ETAPAS DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O gerenciamento dos resíduos sólidos é um conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras, com base em critérios ambientais e econômicos para coletar, tratar e dispor o resíduo de forma correta.

4.2.1 Coleta

Sendo a primeira etapa do processo de gerenciamento, normalmente é por caminhões que geralmente são equipados com trituradores, que otimizam o espaço reduzindo os custos de transporte. Por outro lado acaba misturando ainda mais as matérias orgânicas das inorgânicas que provavelmente irá prejudicar as próximas etapas de segregação do lixo a correta triagem de materiais recicláveis.

4.2.2 Estação de Transbordo

Entende-se como estação intermediária, onde podem ser feitas operações de beneficiamentos físicos como redução de tamanho e volume para a otimização do transporte destes resíduos para seu destino final, bem como se tornar uma estação de distribuição que pode direcionar que uma forma mais eficiente cada resíduo para seu devido fim.

4.2.3 Aterro Sanitário

Ainda é o processo mais utilizado no mundo, principalmente pelo custo reduzido, de fácil operação, evitam a proliferação de insetos, apesar de influenciar na desvalorização da região onde se é instalado, geralmente está distante dos centros geradores, podendo causar a contaminação dos lençóis freáticos e etc.

Segundo a ABNT, aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos a saúde pública e a segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos a menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores se for necessário. (ABNT NBR 8419).

4.2.4 Compostagem

Define-se compostagem como o processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos de origem animal e vegetal, pela ação de microorganismos. Para que ele ocorra não é necessária adição de qualquer componente físico ou químico à massa do lixo. A compostagem pode ser aeróbia ou anaeróbia, em função da presença ou não de oxigênio no processo. Na compostagem anaeróbia a decomposição é realizada por microorganismos que podem viver em ambientes sem a presença de oxigênio; ocorre em baixa temperatura, com exalação de fortes odores, e leva mais tempo até que a matéria orgânica se estabilize. Na compostagem aeróbia, processo mais adequado ao tratamento do lixo domiciliar, a decomposição é realizada por microorganismos que só vivem na presença de oxigênio. A temperatura pode chegar a até 70°C, os odores emanados não são agressivos e a decomposição é mais veloz. O processo de compostagem aeróbio de resíduos orgânicos tem como produto final o composto orgânico, um material rico em húmus e nutrientes minerais que pode ser utilizado na agricultura como condicionador de solos, com algum potencial fertilizante.

4.2.5 Incineração

A incineração é um processo de queima, quando há excesso de oxigênio, no qual os materiais à base de carbono são decompostos, desprendendo calor e gerando um resíduo de cinzas. Normalmente, o excesso de oxigênio empregado na incineração é de 10 a 25% acima das necessidades de queima dos resíduos.

Em grandes linhas, um incinerador é um equipamento composto por duas câmaras de combustão onde, na primeira câmara, os resíduos, sólidos e líquidos, são queimados a temperatura variando entre 800 e 1.000°C, com excesso de oxigênio, e transformados em gases, cinzas e escória. Na segunda câmara, os gases provenientes da combustão inicial são queimados a temperaturas da ordem de 1.200 a 1.400°C. Os gases da combustão secundária

são rapidamente resfriados para evitar a recomposição das extensas cadeias orgânicas tóxicas e, em seguida, tratados em lavadores, ciclones ou precipitadores eletrostáticos, antes de serem lançados na atmosfera através de uma chaminé.

Como a temperatura de queima dos resíduos não é suficiente para fundir e volatilizar os metais, estes se misturam às cinzas, podendo ser separados destas e recuperados para comercialização.

Para os resíduos tóxicos contendo cloro, fósforo ou enxofre, além de necessitar maior permanência dos gases na câmara, são precisos sofisticados sistemas de tratamento para que estes possam ser lançados na atmosfera. Já os resíduos compostos apenas por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio necessitam somente de um eficiente sistema de remoção do material particulado que é expelido dentro de Resíduos Sólidos Urbanos juntamente com os gases da combustão.

4.2.6 Reciclagem e Coleta Seletiva

A palavra reciclagem se tornou muito popular, pois tem ganhado muito importância na questão do tratamento dos resíduos sólidos, principalmente pelo ponto de vista do cidadão que acredita que a reciclagem é a solução para o tratamento dos resíduos no Brasil.

A reciclagem propicia as seguintes vantagens:

- Preservação de recursos naturais
- Economia de energia
- Economia de transporte (pela redução de material que demanda o aterro)
- Geração de emprego e renda
- Conscientização da população para as questões ambientais.

Após a separação do lixo dos recicláveis aproveitáveis para a indústria, o restante dos resíduos, que são essencialmente orgânicos, pode ser processado para se tornar um composto orgânico, com todos os macro e micro nutrientes, para uso agrícola.

Uma usina de reciclagem apresenta três fases de operação:

Recepção: aferição do peso ou volume por meio de balança e armazenamento em depósitos adequados com capacidade para o processamento de, pelo menos, um dia.

Alimentação: carregamento na linha de processamento, por meio de máquinas, tais como pás carregadeiras, pontes rolantes, pólipos e braço hidráulico.

Triagem: dosagem do fluxo de lixo nas linhas de triagem e processos de separação de

recicláveis por tipo. Os equipamentos de dosagem de fluxo mais utilizados são as esteiras transportadoras metálicas e os tambores revolvedores.

A escolha do material reciclável a ser separado nas unidades de reciclagem depende sobretudo da demanda da indústria.

A coleta seletiva, incentivada pelas campanhas regionais, facilitam muito o trabalho de reciclagem apesar do aumento do custo de espaço para o gerador de resíduo, no entanto se torna essencial o direcionamento dos esforços para a conscientização e a prática desta atitude em todos os ambientes geradores.

4.3 MANUSEIO

Para Lora 2002, o manuseio de resíduos sólidos pode ser considerado, toda manipulação e movimentação do resíduo, desde seu local de origem, até seu tratamento ou disposição final, abrangendo sua seleção na fonte, a coleta, transporte, acondicionamento e o armazenamento. Dentre todos os processos a mais importante que ocorre no início do processo de que seria a separação ou segregação dos materiais, que se faz importante pois pode comprometer toda a cadeia de manuseio e ou manipulação do resíduos.

4.4 ACONDICIONAMENTO

Para serem transportados ou armazenados os resíduos devem ser acondicionados de forma adequada em recipientes próprios de acordo com o tipo de resíduo, sendo desta forma:

- **Sacos plásticos:** utilizados no acondicionamento do lixo público são similares aos usados para embalar o lixo domiciliar. A única diferença está no volume, pois, para lixo público, é aceitável o uso de sacos de 150 litros. Da mesma forma, os contêineres plásticos são exatamente os mesmos utilizados no acondicionamento do lixo domiciliar, havendo variação apenas nos contêineres metálicos.
- **Contêineres de plástico:** São recipientes fabricados em polietileno de alta densidade (PEAD), nas capacidades de 120, 240 e 360 litros (contêineres de duas rodas) e 760 e 1.100 litros (contêineres de quatro rodas), constituídos de tampa, recipiente e rodas, contendo na matéria-prima um pouco de material reciclados e aditivos contra a ação de raios ultravioleta. Destinam-se ao recebimento, acondicionamento e transporte de

lixo domiciliar urbano e público. Podem ser utilizados também como carrinho para coleta de resíduos públicos e conduzidos pelos garis nos logradouros.

- **Contêineres de metálicos :** São recipientes providos normalmente de quatro rodízios, com capacidade variando de 750 a 1.500 litros, que podem ser basculados por caminhões compactadores . Os contêiners metálicos utilizados no acondicionamento do lixo público são recipientes estacionários, com capacidade de 5 ou 7m³, que também podem ser basculados.
- **Papeleiras de rua:** Cesta coletora plástica, do tipo papeleira, com capacidade volumétrica útil de 50 litros, constituída de corpo para recebimento dos resíduos, tampa e soleira metálica para se apagar ponta de cigarro antes que seja jogado no seu interior e contendo na matéria-prima um pouco de material reciclado e aditivos contra a ação de raios ultravioleta. Esses recipientes são próprios para pequenos resíduos e refugos descartados por pedestres em trânsito nos logradouros. Devem ser instalados nos parques, praças, jardins, ruas, avenidas e demais locais públicos de trânsito de pessoas, com o objetivo de reduzir a quantidade de lixo disposta no solo.
- **Cesta coletora plástica para pilhas e baterias:** Cesta coletora plástica de pilhas e baterias, do tipo papeleira, com capacidade volumétrica útil de 50 litros, devendo ser na cor verde, fabricada em polietileno de alta densidade, protegido contra a ação de raios ultravioleta, constituída de recipiente inferior e tampa. Destina-se ao recebimento de pilhas e baterias, através de furo circular ou oblongo na parte frontal da tampa.

4.5 ARMAZENAMENTO

Segundo Lora 2002, armazenamento de resíduo seria sua contenção temporária em área devidamente autorizada, para que este resíduo seja reciclado, tratado ou aguarde sua disposição final adequada, dentro das condições básicas de segurança., isolamento e sinalização e controle. O armazenamento deverá atender à Portaria do MINTER nº. 124, de 20/08/80, dentro das condições estabelecidas pela ABNT.

4.6 TRANSPORTE

Para Lora 2002, os resíduos sólidos têm características peculiares, pois precisam ser transportados de seus locais geradores para seu local de tratamento ou disposição final, no

Brasil, é feito quase sempre por sistemas rodoviários de transportes, que ainda não legislação específica, porém deve seguir as regras para transporte de cargas perigosas e suas devidas normas associadas. A coleta e o transporte do lixo domiciliar produzido em imóveis residenciais, em estabelecimentos públicos e no pequeno comércio são, em geral, efetuados pelo órgão municipal encarregado da limpeza urbana. Para esses serviços, podem ser usados recursos próprios da prefeitura, de empresas sob contrato de terceirização ou sistemas mistos, como o aluguel de viaturas e a utilização de mão-de-obra da prefeitura.

4.6.1 Coleta e transporte de resíduos sólidos públicos

Os resíduos de varrição podem ser transportados em carrinhos revestidos internamente com sacos plásticos ou em contêineres intercambiáveis. Em logradouros íngremes podem ser empregados carrinhos de mão. Os resíduos públicos acondicionados em sacos plásticos podem ser removidos por caminhões coletores compactadores, com carregamento traseiro ou lateral. Já os contêineres podem permanecer estacionados em terrenos ou nos estabelecimentos comerciais, aguardando sua descarga nos caminhões coletores compactadores, providos ou não de dispositivos de basculamento mecânico, para reduzir o esforço.

Os Veículos e equipamentos utilizados na coleta do lixo público podem ser:

Lutocar: Carrinho transportador manual de lixo, construído em tubos de aço, com recipiente aberto na parte superior para conter saco plástico.

Poliguindaste: Guindaste de acionamento hidráulico, com capacidade mínima de 7t, montado em chassi de peso bruto total mínimo de 13,5t para içamento e transporte de caixas tipo "Brooks" que acumulam resíduos sólidos. O equipamento assim constituído poderá ser do tipo simples, para transporte de uma caixa de cada vez, ou duplo.

Caminhão basculante "toco": Veículo curto, com apenas dois eixos (daí seu apelido de toco), para remoção de lixo público, entulho e terra, com caçamba de 5 a 8m³ de capacidade. O equipamento deve ser montado em chassi que possua capacidade para transportar de 12 a 16t.

Caminhão basculante trucado: Veículo longo, com três eixos, para remoção de lixo público, entulho e terra. Sua caçamba deve ter 12m³ de capacidade e ser montada sobre chassi com capacidade para transportar 23t. Em geral, o carregamento desse equipamento é realizado com uma pá carregadeira, para reduzir o esforço humano e aumentar a produtividade.

Roll-on/roll-off: Caminhão coletor de lixo público, domiciliar ou industrial, operando com contêineres estacionários de 10 a 30m³ com ou sem compactação. O equipamento deve ser montado em chassi trucado (três eixos) com capacidade para transportar 23t de peso bruto.

Carreta: Semi-reboque basculante com capacidade de 25m³, tracionada por cavalo mecânico (4x2) com força de tração de 45t. É utilizada para transporte de entulho. Seu carregamento é feito por pá carregadeira e a descarga, no destino, pelo basculhamento da caçamba. A denominação "semi-reboque" identifica um equipamento cuja frente precisa ser apoiada em um outro veículo rebocador, chamado cavalo mecânico, constituindo ambos um sistema. O reboque comum não precisa ser apoiado na frente para ser rebocado.

Pá carregadeira: Trator com rodas usadas para amontoar terra, entulho, lama, lixo e encher os caminhões e carretas em operação nas vias públicas e nos aterros sanitários.

4.6.2 Coleta de resíduos de serviços de saúde

A higiene ambiental dos estabelecimentos assistenciais à saúde ou simplesmente serviços de saúde (hospitais, clínicas, postos de saúde, clínicas veterinárias etc.) é fundamental para a redução de infecções, pois removem a poeira e qualquer resíduo dos diversos equipamentos, dos pisos, paredes, tetos e mobiliário, por ação mecânica e com soluções germicidas. O transporte interno dos resíduos, o correto armazenamento e a posterior coleta e transporte completam as providências para a redução das infecções.

CONCLUSÃO

A geração dos resíduos provenientes do consumo e da produção industrial, está diretamente relacionada à economia regional que impulsiona o crescimento em detrimento da qualidade ambiental, sem políticas corretivas e sustentáveis que possam equilibrar esta situação.

A classificação dos resíduos sólidos deveria ser mais rigorosa e não generalizada, com materiais sólidos originados nos meios produtivos ou domésticos, ou até mesmo os resíduos sólidos dissolvidos em meios líquidos e ou gasosos não terem a menor distinção, estes deveriam ser melhor classificados para que os processos de tratamento e disposição final fossem mais adequados e eficientes.

As políticas e investimentos públicos direcionados ao controle e gestão dos resíduos sólidos no Brasil são ineficientes, haja visto o grande volume de resíduos sólidos gerados no país. As ações precisam ser direcionadas em capacitação técnica, investimento em equipamentos, projetos alternativos de tratamento e aproveitamento dos resíduos e a conscientização da sociedade, desde a geração até o descarte ou disposição final dos resíduos produzidos.

Sendo assim, a perfeita gestão dos resíduos sólidos se torna uma ferramenta inovadora e eficaz no contexto brasileiro, onde os aterros sanitários ainda são a melhor forma de disposição final para inúmeros resíduos, apesar de existirem inúmeras falhas nos processos e operação dos aterros sanitários brasileiros, que por um exemplo, despejam o chorume em locais inapropriados.

O tratamento de chorume requer investimento em pesquisas que busquem eficiência e eficácia, a custos compatíveis com a realidade de cada região, utilizando tecnologias apropriadas ao meio ambiente, sem maiores impactos ao clima, aos lençóis hídricos, utilizando materiais disponíveis, capacitação e cultura dos recursos humanos.

Por fim, o aproveitamento energético dos gases gerados nos aterros se encontra a passos curtos, em consequência da burocracia para o licenciamento desta atividade e pela falta de incentivo para estudos de viabilidade para geração de energia a partir dos aterros sanitários.

BIBLIOGRAFIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) Resíduos Sólidos – Classificação – NBR 10.004/2004.

FIGUEIREDO, Paulo Jorge Moraes. **A Sociedade do Lixo**, Piracicaba, Editora Unimep, 1995.

GRIPPI, Sidney. **Lixo Reciclagem e sua história**, Rio de Janeiro, Editora Interciência, 2001

Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAM). 2000

LIXO MUNICIPAL: **Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo, IPT Instituto de Pesquisas Tecnológicas e CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem, 1996.

PHILIPPI JR, Arlindo; ROMERO, Marcelo de Andrade; Bruna, Gilda Collet. **Curso de Gestão Ambiental**, Barueri, Editora Mole, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico. <http://www.ibge.gov.br>;