

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS

Maria Gabriela Mendes

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Juiz de Fora

2004

Maria Gabriela Mendes

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Monografia de conclusão de curso
apresentada ao Curso de Tecnologia em
Meio Ambiente do Instituto de Estudos
Tecnológicos da Universidade
Presidente Antônio Carlos.
Orientadora: Prof^a. Sandra de Miranda
Soares

Juiz de Fora

2004

Maria Gabriela Mendes

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antônio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente e aprovada pela orientadora:



Prof.^a. Sandra de Miranda Soares

Universidade Presidente Antônio Carlos

Juiz de Fora

13/12/2004

Dedico este trabalho aos meus amigos,
familiares e professores os quais muito
colaboraram para sua realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus professores por todo o apoio e dedicação, fundamentais para meu amadurecimento intelectual.

A realidade do meio ambiente é outra. É necessário considerar a sua dimensão cultural, o homem como parte integrante e até como centro do sistema ambiental, devendo participar de forma racional de seu equilíbrio e de sua estabilidade. O processo deixa de ser homeostático ou automático para tornar-se planejado em função de uma finalidade ética.

BRANCO, 1989.

RESUMO

Devido ao desenvolvimento econômico e o crescimento populacional, a quantidade de resíduos sólidos está aumentando. Diante desse problema há uma grande necessidade de agir, pois os resíduos sem planejamento e gerenciamento se tornam nocivos ao seres vivos e ao meio ambiente. Para gerenciar os resíduos sólidos tem que haver uma combinação de redução, reutilização, reciclagem, compostagem, usos de depósitos adequados e incineração.

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Representação da estrutura de um aterro sanitário.----- | 24 |
| Figura 2 – Esquema de usina de compostagem para regiões de 60 mil habitantes. ----- | 31 |
| Figura 3 – Esquema de um incinerador de lixo.----- | 32 |
| Quadro 1 – Quantidade de resíduos produzidos em diversos países ----- | 19 |
| Quadro 2 – Porcentagem de resíduos reciclados no Brasil. ----- | 28 |
| Quadro 3 – Porcentagem de resíduos destinados à compostagem em alguns países ----- | 30 |
| Quadro 4 – Tempo estimado para a decomposição de alguns materiais na natureza. ----- | 36 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO | 11 |
| 1. RESÍDUOS SÓLIDOS: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO | 12 |
| 1.1 Resíduo doméstico ou residencial | 13 |
| 1.2 Resíduo comercial | 13 |
| 1.3 Resíduo de limpeza pública | 13 |
| 1.4 Resíduo de serviço de saúde | 14 |
| 1.5 Resíduo industrial | 15 |
| 1.6 Resíduo de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários | 16 |
| 1.7 Resíduo agrícola | 16 |
| 1.8 Resíduo de abatedouro de aves, matadouro e estábulo | 16 |
| 1.9 Resíduo da construção civil | 17 |
| 2. CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS | 18 |
| 2.1 Fatores que influenciam na produção e caracterização dos resíduos sólidos | 20 |
| 2.2 Formas de caracterização dos resíduos sólidos | 20 |
| 3. TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS | 22 |
| 3.1 Depósito: lixões | 22 |
| 3.2 Depósito: aterro sanitário | 23 |
| 3.2.1 Aterro sanitário controlado | 25 |
| 3.3 Reciclagem | 25 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.1 Estatística da reciclagem----- | 27 |
| 3.4 Compostagem ----- | 29 |
| 3.5 Incineração----- | 31 |
| 3.6 Instalações de combustíveis derivados do refugo----- | 33 |
| 4. GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ----- | 34 |
| 5. TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO DE ALGUNS MATERIAIS NA NATUREZA-- | 36 |
| 6. COLETA SELETIVA E SUA IMPORTÂNCIA----- | 37 |
| 6.1 Formas de separar o lixo----- | 38 |
| 6.2 Postos de coleta seletiva – PCSs ----- | 39 |
| 7. ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS----- | 40 |
| 7.1 Legislação Federal----- | 40 |
| 7.1.1 Portaria MINTER nº 53, de 1.3.79, do Ministério do Interior ----- | 40 |
| 7.1.2 Resolução CONAMA Nº 1, de 23.1.86. ----- | 41 |
| 7.1.3 Resolução CONAMA Nº 5, de 15.6.88. ----- | 41 |
| 7.1.4 Resolução CONAMA Nº 76, de 15.6.88.----- | 41 |
| 7.1.5 Portaria Normativa Ibama nº 1197, de 16.7.90. ----- | 42 |
| 7.1.6 Resolução CONAMA Nº 8, de 19.9.91. ----- | 42 |
| 7.2 Legislação Estadual ----- | 42 |
| 7.3 Legislação Municipal ----- | 43 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS----- | 45 |
| BIBLIOGRAFIA----- | 47 |

INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, a geração de lixo tende a aumentar com o nível de desenvolvimento econômico e com o aumento da população. Com o crescimento populacional, consome-se mais, gerando, conseqüentemente, mais resíduos. Uma vez que tanto a população, como os volumes de detritos estão crescendo a cada ano, a urgência para se agir é muito grande.

Os resíduos sólidos sem um gerenciamento correto são altamente poluidores, pois podem contaminar o ar, os solos, as águas superficiais e subterrâneas e, portanto, podem alterar a qualidade de vida do planeta. Existe também o problema da escassez de recursos naturais utilizados como matéria prima dos novos produtos.

Diante desses problemas, surgiu a necessidade de se ter um melhor planejamento e gerenciamento dos resíduos, utilizando-se tecnologias mais apuradas e maior preocupação com depósitos de resíduos mais apropriados. Para gerenciar nosso crescente volume de lixo sólido, necessitaremos de uma combinação de métodos de redução de lixo, reutilização, reciclagem, compostagem, uso de depósitos e incineração. A reciclagem do lixo economiza energia e materiais reduzindo a poluição do ar, solo e água.

Neste trabalho monográfico serão discutidos as principais formas de destinação dos resíduos sólidos e os métodos adequados para o gerenciamento dos mesmos.

1. RESÍDUOS SÓLIDOS: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Segundo Sewell (1978), "resíduos sólidos são os materiais indesejados pelo homem que não podem fluir diretamente para os rios ou se elevar imediatamente para o ar. São resíduos não líquidos, não gasosos, da nossa manufatura, construção, preparo de alimentos, recreação, agricultura e outras atividades que usam os materiais e então deles se descartam".

Para a NBR nº10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), considera-se resíduo sólido quaisquer "resíduos, nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição". Também se incluem entre os resíduos sólidos "os lodos provenientes de sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis".

Podemos classificar os resíduos sólidos como:

Quanto à natureza: secos e úmidos;

Quanto à composição química: orgânicos e inorgânicos.

Quanto ao risco potencial (NBR 10.004/ 1987): classe I -perigosos; classe II -não inertes e classe III - inertes.

Quanto à origem: doméstico, comercial, de limpeza pública, de serviço de saúde, industrial, de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, agrícola, de abatedouro de aves, matadouro e estábulo, e da construção civil.

1.1 Resíduo doméstico ou residencial

É aquele produzido nos domicílios residenciais, como por exemplo: sobras de alimentos, papéis, vidros, lâmpadas etc.

1.2 Resíduo Comercial

É aquele originado em lojas, lanchonetes, hotéis etc., constituído principalmente de papel e papelão.

1.3 Resíduo de limpeza pública

É aquele originado na limpeza urbana, como, por exemplo, aquela que é feita em áreas de feiras, logradouros, praias e eventos.

1.4 Resíduo de serviço de saúde

É o resíduo produzido em hospitais, clínicas médicas e veterinárias, farmácias, centro de saúde, consultórios odontológicos e laboratórios de análises clínicas. Segundo a forma de sua geração podem ser agrupados em dois níveis distintos:

Resíduos assépticos: aqueles em que os pacientes não têm contato. Exemplo: papéis, restos de preparos dos alimentos etc.

Sépticos: são aqueles que os pacientes tem contato e que podem conter alguns tipos de germes patogênicos, oriundos de cirurgias. Ex: algodões, gases.

Foi instituído pela Resolução CONAMA nº 05/1993, modificada recentemente pela Resolução CONAMA nº 283/2001, que caberá ao responsável legal dos estabelecimentos já referidos a responsabilidade pelo gerenciamento de seus resíduos desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública, sem prejuízo da responsabilidade civil solidária, penal e administrativa de outros sujeitos envolvidos, em especial os transportadores e depositários finais.

Também foi instituído pela Resolução da Anvisa RDC nº 33 de 2003 a classificação dos resíduos de serviços de saúde (RSS) no Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) que são classificados segundo a Anvisa em 5 grupos: A, B, C, D, E. No Grupo A estão classificados os resíduos potencialmente infectantes; Grupo B os resíduos químicos; Grupo C os rejeitos radioativos; Grupo D os resíduos comuns e Grupo E os resíduos perfurantes.

1.5 Resíduo industrial

Corresponde aos resíduos gerados pelos mais diversos tipos de indústrias de processamento. Assim como em outros setores, as indústrias também podem reutilizar os seus resíduos antes de descartá-los, através da reciclagem. Estes resíduos são também denominados co-produtos. Mas, para isso requer planejamento e investimento. Com o reaproveitamento ou a reciclagem (lixo industrial), o que se chama de lixo passará a ser um produto de consumo de empresas, que com certeza diminuirá seus gastos.

Classificação dos resíduos industriais segundo a CETESB (1990):

Categoria I:

Resíduos perigosos em relação à saúde humana ou a outro ser vivo qualquer.

Requer maior cuidado na coleta, acondicionamento, transporte e destinação final.

Caracteriza-se pela letalidade, não degradabilidade, efeitos cumulativos e efeitos radioativos.

Categoria II:

Resíduos potencialmente biodegradáveis ou combustíveis.

Categoria III:

Inertes e não combustíveis.

Categoria IV:

Mistura heterogênea de resíduos classe II e III.

1.6 Portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários

Resíduos assépticos: são os mesmos que os domiciliares.

Resíduos sépticos: são aqueles materiais de uso pessoal para asseio, resto de alimento (podendo trazer algum tipo de contaminação de outra região).

1.7 Resíduo agrícola

São as embalagens de produtos químicos utilizados como implementos da lavoura. Ex: sacos plásticos, latas, resíduos, além de sobras de produtos agrícolas como legumes, verduras e frutas.

Há uma grande preocupação em relação às quantidades de adubos produzidos nas fazendas e a destinação final de embalagens químicas.

1.8 Resíduo de abatedouro de aves, matadouro e estábulo.

Os resíduos provenientes de abatedouros, matadouros e estábulos são constituídos principalmente por restos ou partes de animais (pelo, penas, vísceras etc), predominando a composição orgânica.

1.9 Resíduo da construção civil.

Entulhos gerados pelas construções civis ocasionam problemas nas cidades, pois prejudicam as tarefas de varrição, entupindo bueiros e se transformando em ninhos de ratos, baratas, escorpiões etc.

2. CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A identificação e caracterização dos resíduos sólidos é para um melhor planejamento dos serviços de limpeza. As características dos resíduos podem ter sua variação ou mudança de acordo com o costume, hábito, clima, estação, região e atividades econômicas.

Os principais parâmetros utilizados na classificação dos resíduos são:

Composição física ou gravimétrica: é representada pelas porcentagens das várias frações do lixo, papelão, madeira, plástico duro, matéria orgânica, vidro, borracha e outros.

Importância: permite a avaliação dos poderes econômicos do lixo, o aproveitamento dele, sua reciclagem e a melhor maneira de tratá-lo.

Peso específico: é o peso no momento da coleta.

Importância: mostra o volume do lixo sólido, e como transportá-lo até o destino final.

Contribuição per-capta: é a quantidade de lixo gerada por habitante em um determinado período de tempo. É o volume coletado da população atendida. Nesta etapa observará a quantidade de lixo gerado por habitante / dia.

O Brasil apresenta média inferior a vários países, sendo produzidos cerca de 0,7 Kg de lixo por habitante/dia (quadro 1).

Quadro 1. Quantidade de resíduos produzidos em diversos países.

| País | Kg/hab/dia |
|----------------|------------|
| Brasil | 0,70 |
| Uruguai | 0,90 |
| México | 0,87 |
| Estados Unidos | 2,00 |
| Canadá | 1,70 |
| Alemanha | 0,90 |
| Suécia | 0,90 |

Fontes: Cempre/Tetra Park Américas/Pro Europe/EPA EUA/ Site: www.cempre.org.br - informativo maio/junho 2004.

Teor de umidade: mostra a quantidade de água contida na massa de lixo.

Obs: Há oscilações muito grandes no período de chuva ou nas estações de chuvas. No Brasil temos um teor de umidade de 30% a 40%.

Grau de compactação: Na compactação a massa de lixo sofre uma pressão, levando a uma redução de volume.

Teor de materiais combustíveis e incombustíveis: é a quantidade de materiais que servem para a incineração e quantidade de materiais inertes.

Poder calorífico: é a quantidade de calor gerada pela combustão de 1kg de lixo misto.

Lixo rico em componentes plásticos: alto poder calorífico.

Lixo rico em matéria orgânica: baixo poder calorífico.

Composição química: São analisados normalmente: N,P,K,S,C, relação C/N, pH e sólidos voláteis.

Teor de matéria orgânica: mostra a quantidade de matéria orgânica contida no lixo.

Putrescível: verduras, alimentos.

Não putrescível: papel, papelão, madeira.

Caracterização biológica: mostra a presença de agentes patogênicos e de microorganismos, prejudiciais à saúde humana, como bactérias (coliformes fecais, etc), vírus, helmintos e protozoários.

2.1 Fatores que influenciam na produção e caracterização dos resíduos sólidos

Diversos fatores influenciam na produção e caracterização dos resíduos. São eles: número de habitantes no local, poder aquisitivo, variações sazonais, área relativa de produção, condições climáticas, nível educacional, tipo de equipamento de coleta, hábitos/costumes da população.

2.2 Formas de caracterização dos resíduos sólidos

Ao considerar a caracterização do lixo é importante lembrar que as suas características variam ao longo de seu percurso, desde a geração até o destino final. Tem que analisar através de levantamentos preliminares, o ponto do processo em que a amostra deve ser tomada.

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (1990) recomenda dois procedimentos de amostragens de acordo com as análises a serem efetuadas (composição física ou química). Nestes dois procedimentos utiliza-se o processo de quartejamento. O quartejamento é um processo de mistura pelo qual uma amostra bruta é dividida em quatro

partes iguais, sendo tomada duas partes iguais opostas entre si para consistir uma nova, descartando-se as duas partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado, tomando-se o cuidado de tomar quartis em posição oposta aos tomados anteriormente.

3. TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

3.1 Depósito: Lixões

Os lixões constituem uma das formas mais primitivas para destinação final do lixo. Desde o surgimento dos primeiros núcleos urbanos, algumas áreas próximas às cidades são destinadas à recepção do lixo nelas produzido e muitas cidades em todo o Brasil ainda dão o mesmo destino para o seu lixo.

Os inconvenientes e os riscos dos lixões não são poucos. Imensas áreas, a céu aberto, recebem diariamente toneladas de lixo de todo espécie, sem qualquer tratamento ou seleção prévia, tornando-se com isto verdadeiros focos de problemas de toda ordem.

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.

Algumas aves também encontram nestes locais sua fonte de sustento, como no caso dos urubus. Uma vez localizados perto de aeroportos os lixões, ao atraírem aquelas aves, podem representar um grande risco para a segurança dos aviões, chegando mesmo a provocar graves acidentes.

Outra importante questão associada aos lixões é a degradação do solo onde estes são instalados e há o risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas pelos efluentes produzidos na degradação do lixo. Além disso, em condições inadequadas, os lixões podem permitir a poluição atmosférica. A matéria orgânica em biodegradação atinge temperaturas de

combustão espontânea, liberando grossos rolos de fumaça que chegam a sombrear e fustigar enormes áreas.

Por essas razões, os lixões representam uma forma extremamente inadequada de destinação do lixo urbano, tornando-se necessária a adoção dos aterros sanitários como destinação final.

3.2 Depósito: Aterro Sanitário.

No aterro sanitário, o lixo é lançado sobre o terreno e recoberto com solo do local, de forma a isolá-lo do ambiente, formando "câmaras". Pela própria movimentação das máquinas de terraplanagem na execução dessas "câmaras", o lixo é compactado e seu volume substancialmente reduzido. Nessas "câmaras", processa-se a biodegradação anaeróbia, com liberação de gás e de uma substância líquida escura, constituída pelos resíduos orgânicos apenas parcialmente biodegradados, denominada chorume. A fração gasosa é predominantemente formada por gás metano e tende a acumular-se nas porções superiores das câmaras, devendo ser drenada para queima ou beneficiamento e utilização. O chorume acumula-se no fundo e tende a infiltrar-se no solo, podendo alcançar o lençol freático, contaminando-o, caso dele não seja separado por uma camada de solo ou de um revestimento suficientemente espesso ou de baixa permeabilidade, de modo a garantir a preservação do solo. As normas de um aterro sanitário requerem captação e tratamento dos gases e do chorume (Fig. 1). O projeto do aterro deve seguir as normas da ABNT (NBR 8419).

O aterro sanitário energético é uma evolução do aterro sanitário, no qual o chorume drenado é reaplicado (por meio de bombeamento) nas câmaras do aterro, visando aumentar o

grau de biodegradação da matéria orgânica e de produção de gás. O gás drenado pode ser utilizado como combustível diretamente ou após prévia lavagem das impurezas.

Os aterros, uma vez esgotados em sua capacidade de receber lixo, podem ser úteis após passarem por processo de recuperação ambiental, incorporando-o ao tecido urbano, na forma de áreas verdes e parques. Além das vantagens do aterro sanitário, de baixo custo de manutenção e de execução, o aterro energético sanitário ainda pode reduzir os riscos de contaminação de lençol freático e promover a reciclagem do gás de lixo.

Entre as desvantagens do aterro está a exigência de extensões de terreno relativamente amplas. Além disso, exige-se que ele seja instalado em locais em que o entorno não seja prejudicado por inconvenientes ambientais e paisagísticos que sua operação pode trazer (mau cheiro, tráfego de caminhões de lixo e mau aspecto etc.).

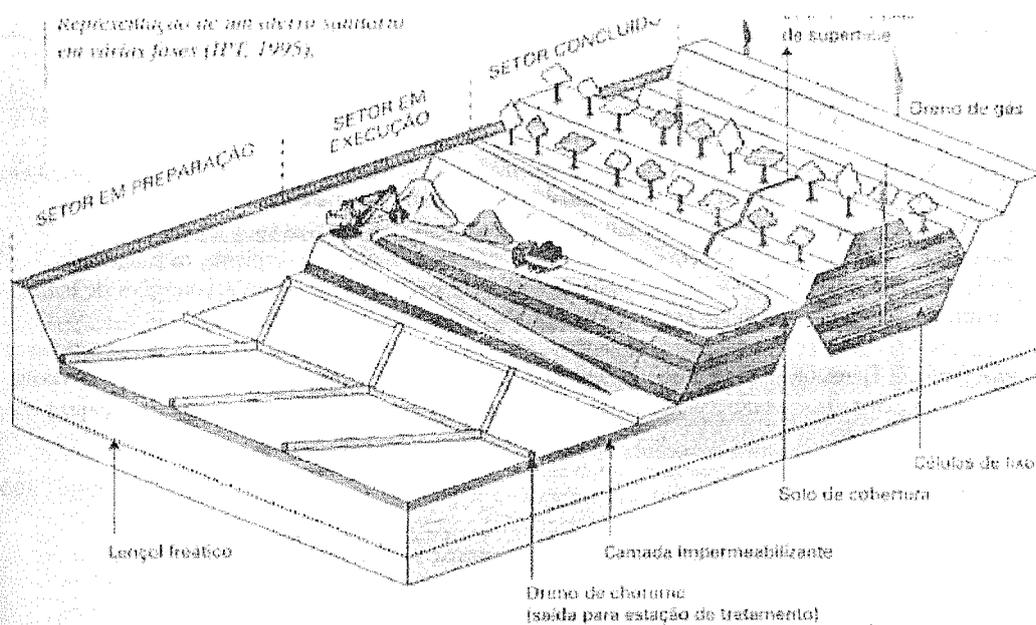


Fig.1- Representação estrutura de um aterro sanitário.
Fonte: Braga et al, 2002.

3.2.1 Aterro Sanitário Controlado.

Aterros controlados podem, em certos casos, ser construídos sem o tratamento do chorume, seguindo normas específicas (NBR 8849). É uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e a sua segurança, minimizando os impactos ambientais. Este 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. Esta forma de disposição produz, em geral, poluição localizada, pois similarmente ao aterro sanitário, a extensão da área de disposição é minimizada. Porém, geralmente não dispõe de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade das águas subterrâneas), nem sistemas de tratamento de chorume ou de dispersão dos gases gerados. Este método é preferível ao lixão, mas, devido aos problemas ambientais que causa e aos seus custos de operação, a qualidade é inferior ao aterro sanitário.

3.3 Reciclagem

Para se estabelecer um sistema de reciclagem de lixo, é necessário tempo, educação e vontade política para organizar um programa em larga escala. Já há algum tempo programas limitados estão em andamento em algumas regiões.

Não podemos basear em duas localidades distintas, pois elas podem variar em número de habitantes, costumes e clima, podendo ser este quente ou frio, seco ou úmido. Pode

também ser uma região industrializada ou mais residencial, e também de famílias com filhos ou formada na maioria de cidadãos idosos.

Uma boa estratégia para reciclar o lixo, é conhecer alguns fatores como:

- Materiais presentes no lixo: tipos, qualidades e fontes;
- Geradores de lixo: tipos, número e distribuição;
- Mercado para o material reciclado: tipos, capacidade, localização e preço.

A própria comunidade local pode ajudar através de informações sobre o mercado, no planejamento do Estado, e de como começar a reciclagem. A princípio tem que ser elaborado como vai ser a reciclagem, se de papel ou de alumínio. Como será separado, quem irá separá-los, como serão coletados. E também qual é a parte de responsabilidade do governo, da comunidade, das corporações e das escolas.

Em relação ao mercado, ele tem que ser consultado, porque se não for viável, a coleta será inútil, tendo como destino depósito ou incinerador (visão econômica). Será vantajoso se o mercado dos materiais reciclados puderem competir com o mercado (preço e qualidade) dos materiais primários (novos). Também é importante que o sistema de conversão seja perto do local da coleta, para que os gastos destinados ao transporte não inviabilizem o processo.

Existe neste mercado um ciclo de movimento de pessoas, incluindo aí os produtores comerciantes, varejistas e consumidores.

A reciclagem deve ter um programa de divulgação para que a população já comece a reciclagem dentro de casa, com uma simples separação de vidro, papel, lata etc. Deve-se cadastrar pessoas para que se possa ter um controle melhor do que está coletando, quantos estão, e onde estão trabalhando.

A importância maior da reciclagem está na conservação dos recursos naturais. Além disso, a reciclagem traz os seguintes benefícios:

- Contribui para diminuir a poluição do solo, água e ar.

- Melhora a limpeza da cidade e a qualidade de vida da população.
- Prolonga a vida útil de aterros sanitários.
- Gera empregos para a população não qualificada.
- Gera receita com a comercialização dos recicláveis.
- Contribui para a valorização da limpeza pública e para formar uma consciência ecológica.

3.3.1 Estatísticas de Reciclagem

O lixo é uma fonte de riquezas. As indústrias de reciclagem produzem papéis, folhas de alumínio, lâminas de borrachas, fibras e energia elétrica, gerada com a combustão. No Brasil, a cada ano são desperdiçados R\$ 4,6 bilhões porque não se recicla tudo o que poderia.

O Brasil é considerado um grande “reciclador” de alumínio, mas ainda reaproveita pouco os vidros, o plástico, as latas de ferro e os pneus que consome (veja quadro 2).

A cidade de São Paulo produz mais de 12.000 toneladas de lixo por dia, com este lixo, em uma semana dá para encher um estádio para 80.000 pessoas.

Somente 37% do papel de escritório é realmente reciclado, o resto é queimado. Por outro lado, cerca de 60 % do papel ondulado é reciclado no Brasil.

Pesquisas indicam que cada ser humano produz, em média, um pouco mais de 1 quilo de lixo por dia. Atualmente, a produção atual de lixo em todo o planeta é de aproximadamente 400 milhões de toneladas.

Quadro 2- Porcentagem de resíduos reciclados no Brasil

| MATERIAS | O BRASIL RECICLA | CURIOSIDADES |
|--|-------------------------|--|
| Vidro | 5% das embalagens | O Japão recicla 55,5%. |
| Papel/papelão | 36% | O Brasil importa apenas para reciclar. |
| Plástico/filme (sacolas de supermercado) | 15% | Representa 3% do lixo urbano nas cidades. |
| PET (embalagens de refrigerantes) | 15% | O PET reciclado se transforma em fibras. |
| Óleo | 18% | Apenas 1% de óleo consumido no mundo é reciclado. |
| Pneu | 10% | O Brasil exporta pneu para reciclagem. |
| Embalagem longa-vida | Não há dados | A incineração é considerada excelente combustível. |

Fonte: Compromisso Empresarial para a Reciclagem (Cempre)/ Site: www.ambientebrasil.com.br

3.4 Compostagem

Dá-se o nome de composto ao produto de decomposição de matéria orgânica, em condições aeróbias e de maneira controlada, de modo a obter-se um material estabilizado, não mais sujeito às reações de putrefação que ocorrem com restos orgânicos deixados no ambiente. O processo consiste basicamente em duas fases: no início, há uma fase termófila, que dura de duas a quatro semanas, em que a temperatura sobe, podendo chegar até 70° C. Em seguida, a temperatura cai para cerca de 30° C, tendo início uma fase mesófila, que dura de dois a quatro meses, até que haja a estabilização e a temperatura caia até a ambiente.

A compostagem de lixo é um aperfeiçoamento das técnicas utilizadas pelos agricultores, desde a antiguidade, para a produção de composto. Ela é processada, geralmente, em instalações denominada Usinas de Triagem e Compostagem de Lixo. Inicialmente, há a separação de materiais que podem prejudicar o processo, como trapos, madeiras e pneus, e de recicláveis, como lata, vidros e plásticos, que têm valor comercial. O grau de sofisticação da tecnologia empregada depende, principalmente, da quantidade de lixo processada, que é função da população atendida, podendo-se dividir em dois tipos de processo: a compostagem natural ou acelerada. Na primeira, o processo todo se dá em pilhas aeradas reviradas periodicamente. No processo acelerado, há utilização de dispositivos de insuflação de ar e de revolvimento mecanizado.

Segundo o IPT (1995), cidades com até 60 mil habitantes fazem a descarga dos caminhões de lixo diretamente numa moega de alimentação de uma esteira de catação, de onde se separam os materiais recicláveis. A seguir, a fração orgânica remanescente sofre compostagem natural em um pátio. Ao final, o material é peneirado, separando-se rejeitos e o composto. Para populações entre 50 e 100 mil habitantes, a principal modificação dá-se na

recepção do lixo, que fica mais mecanizado. Nas cidades com mais de 300 mil habitantes, recomenda-se o processo de compostagem acelerada, em que a fase termófila é realizada em tambores rotativos ou por meio de aeração das leiras com ar insuflado. Naquelas que possuem entre 100 e 300 mil habitantes, deve-se realizar um estudo de viabilidade tecno-econômica para determinar o processo mais adequado. Ainda segundo o IPT, a fração orgânica deve ter as seguintes características para uma boa compostagem: pH próximo da neutralidade, umidade entre 40 a 60 por cento.

As vantagens da compostagem são a diminuição da área de aterros, disposição em aterro de materiais não agressivos ao meio ambiente, reciclagem de materiais, geração de empregos formais, substituindo os catadores, que se sujeitam a condições de trabalho insalubres, por empregos formais com condições e regime de trabalho adequado.

A compostagem no Brasil ainda continua incipiente: menos de 1,5% é reutilizado na produção de fertilizantes (quadro 3).

Quadro 3 – Porcentagem de resíduos destinados à compostagem em alguns países.

| | |
|-------------------------------|-----------------|
| Brasil | 1.5% |
| Argentina, Uruguai e Paraguai | menos do que 5% |
| Estados Unidos | 59,3% |

Fontes: www.cempre.org.br / informativo maio/junho 2004

A figura seguinte apresenta um esquema de usinas para compostagem para regiões até 60 mil habitantes onde se utiliza a compostagem normal, somente com reviramento de leiras.

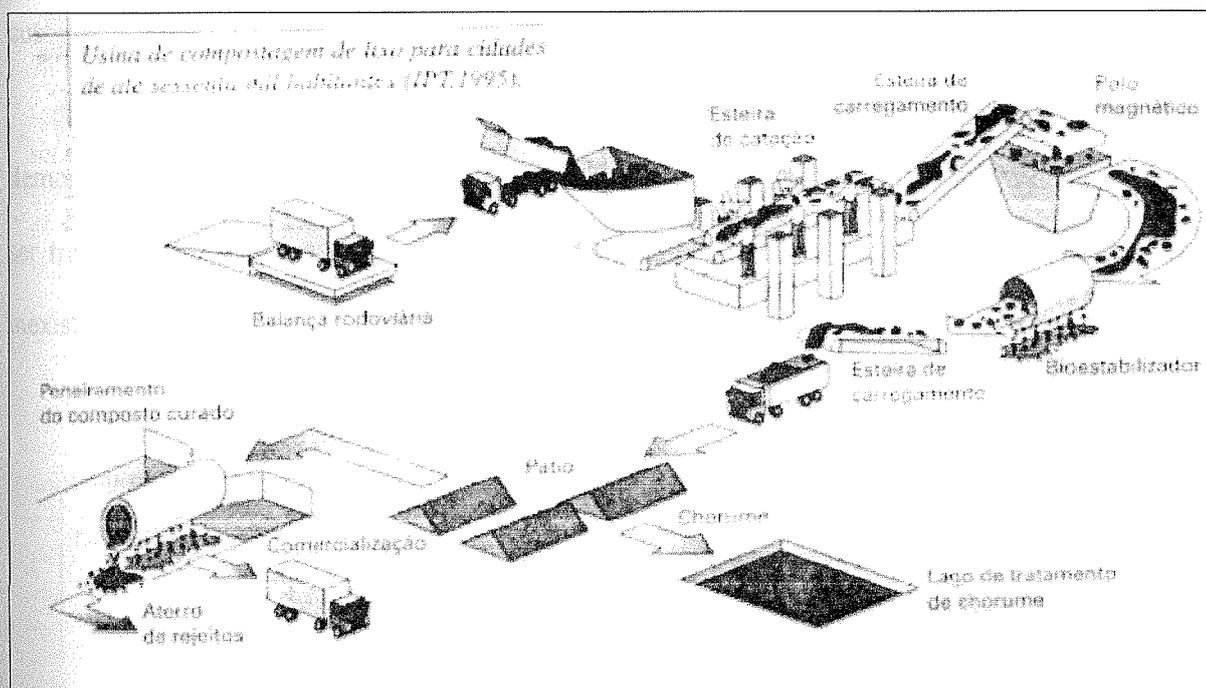


Fig. 2 – Esquema de Usina de Compostagem para regiões de até 60 mil hab.
Fonte: Braga et al, 2002.

3.5 Incineração

A queima é uma das formas mais antigas de destino final do lixo, consistindo na maioria das vezes apenas em empilhar e atear fogo nos resíduos. Porém, contra a vantagem da significativa redução dos resíduos, a diminuição dos vetores de doenças, como ratos e moscas, e a eliminação de odores, permaneciam as desvantagens da poluição do ar pela emissão de fumaça e de cinzas, que ficavam agravadas quando as correntes de ar eram dirigidas sobre as cidades, apresentando riscos, incômodos e danos à saúde.

Com o tempo o processo foi se sofisticando. Hoje se chama incineração o processo pelo qual o lixo é queimado a elevadas temperaturas (800 a 1000° C), até ser reduzido a cinzas

e escórias. O processo é capaz de reduzir em até 90% o volume do lixo gerado, porém apresenta ainda as desvantagens da possibilidade de ocasionar poluição atmosférica e do alto custo da implantação.

Tal solução, face aos altos custos de implantação, só é indicada quando outras formas demonstram-se inviáveis, o que pode ocorrer em grandes cidades onde a quantidade de lixo a ser tratada apresente grandes volumes e a disponibilidade de áreas para aterros e usinas seja inexistentes.

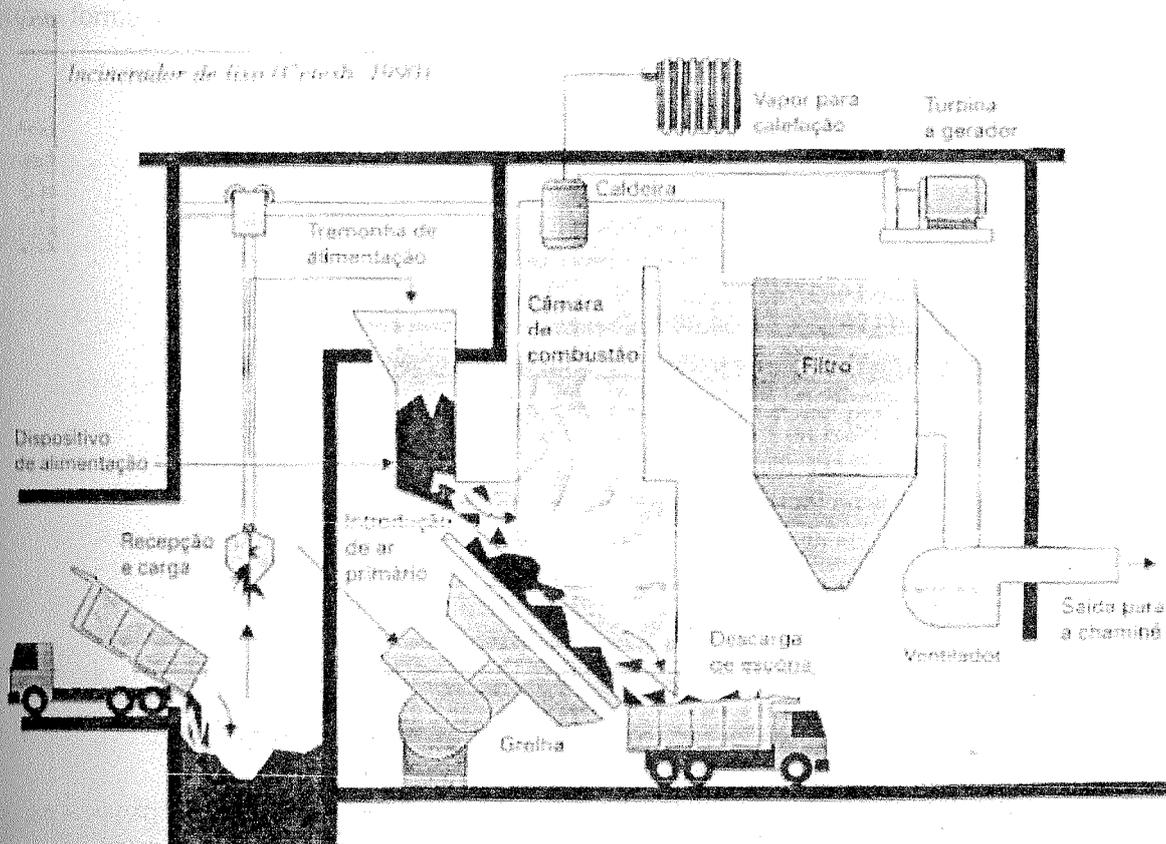


Fig.3 – Esquema de um incinerador de lixo.
Fonte: Braga et al, 2002.

3.6 Instalações de combustíveis derivados do refugo

São vários os tipos de instalações de combustíveis derivados de refugo que recebem o lixo misturado. Estes deverão ser separados em porções combustíveis e não combustíveis. O lixo combustível é utilizado para obter uma certa economia no gasto com o carvão, petróleo e gás.

Alguns empreendimentos são equipados para que possa reutilizar seu próprio lixo como forma de combustível para produzir vapor ou eletricidade.

4. GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Como medida ideal, deve-se procurar efetuar a reutilização e/ou a reciclagem de resíduos. Certos resíduos, criados como subprodutos em determinados processos industriais, podem ser usados como matéria-prima em outros processos industriais. Quando não for possível implantar alguma das alternativas anteriores, seja por razões tecnológicas ou econômicas, esses resíduos devem ser dispostos de maneira adequada, de modo a não causarem danos ao meio ambiente e aos organismos que dele dependem. A disposição a ser escolhida depende, entre outros fatores, da natureza do resíduo, das características do meio receptor, das leis vigentes e da aceitação da sociedade.

O gerenciamento do lixo municipal é um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração desenvolve (com base em critérios sanitários, ambientais e econômicos), para coletar, segregar, tratar e dispor o lixo de sua cidade. Gerenciar significa limpar o município por meio de um sistema de coleta e transporte adequado e tratar o lixo utilizando tecnologias compatíveis com a realidade local, ter consciência de que todas as ações e operações envolvidas no gerenciamento estão interligadas, influenciando uma as outras. É essencial que seja conhecida as quantidades de resíduos produzidos em determinados locais, bem como suas disposições espaciais e temporais, para que possam ser tomadas medidas adequadas para a minimização de seus efeitos. Assim, o monitoramento das quantidades e características dos resíduos manuseados é fundamental para avaliar os riscos envolvidos em seu uso, transporte, armazenamento,

disposição e também a eficiência esperada de atitudes a serem tomadas para minimizar os danos que os resíduos possam causar.

A questão dos resíduos perigosos e dos danos que podem causar em qualquer uma das fases de sua existência tem causado grande discussão internacionalmente. Da mesma maneira que os resíduos perigosos, substâncias geradas pela tecnologia e que não são classificadas como resíduos podem, por si só, gerar grandes danos ambientais e à saúde dos seres humanos.

Acidentes com tais resíduos podem envolver mais de um país como receptor, constituindo uma forma da chamada poluição transfronteiriça. O transporte, por qualquer via, de substância perigosa, pode originar acidentes de grandes proporções e, muitas vezes, em locais distantes dos centros produtores e consumidores das substâncias transportadas.

Algumas medidas sobre a gestão dos resíduos perigosos propostas pelo Comitê Preparatório da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida no Rio de Janeiro em 1992, são:

- a) Promover a prevenção ou a minimização da produção de resíduos por meio de métodos de produção mais limpos, evitando o emprego de substâncias perigosas.
- b) Aprimorar o conhecimento e informação sobre os aspectos econômicos envolvidos na gestão desses resíduos e sobre os efeitos produzidos por essas substâncias sobre a saúde dos organismos e sobre o meio ambiente.
- c) Promover e fortalecer a capacitação institucional para prevenir e/ou minimizar danos para gerir o problema.
- d) Promover e fortalecer a cooperação internacional relativa à gestão de deslocamentos transfronteiriços de resíduos perigosos, incluindo monitoramento e controle, de modo consistente com os instrumentos legais regionais e internacionais.

5. TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO DE ALGUNS MATERIAIS NA NATUREZA

Alguns materiais expostos na natureza levam um certo tempo para de se decompor, seguindo um ciclo de vida. O quadro abaixo apresenta o tempo de decomposição de alguns materiais na natureza.

Quadro 4 – Tempo estimado para a decomposição de alguns materiais na natureza

| | |
|-------------------|--------------------------|
| PAPEL | DE 3 A 6 MESES |
| PANO | DE 6 MESES A 1 ANO |
| TECIDO | 1 ANO |
| CHICLETE | 5 ANOS |
| FILTRO DE CIGARRO | 5 ANOS |
| MADEIRA PINTADA | 13 ANOS |
| NYLON | MAIS DE 30 ANOS |
| PLÁSTICO | MAIS DE 100 ANOS |
| BORRACHA | TEMPO INDETERMINADO |
| VIDRO | MAIS DE 1 MILHÃO DE ANOS |

Fonte: www.lixo.com.br

6. COLETA SELETIVA E SUA IMPORTÂNCIA

Coleta Seletiva é a separação prévia dos materiais que seriam jogados no lixo. É a maior aliada dos programas de reciclagem. A coleta seletiva e a reciclagem de resíduos são uma solução indispensável, por permitir a redução do volume de lixo para disposição final em aterros e incineradores. O fundamento deste processo é a separação, pela população, dos materiais recicláveis do restante do lixo, que é destinado a aterros ou usinas de compostagem.

A implantação da coleta seletiva começa com uma experiência piloto, que vai sendo ampliada aos poucos. O primeiro passo é a realização de uma campanha informativa junto à população, convencendo-a da importância da reciclagem e orientando-a para que separe o lixo em recipientes para cada tipo de material.

É aconselhável distribuir a população, ao menos inicialmente, recipientes adequados à separação e ao armazenamento dos resíduos recicláveis nas residências (normalmente sacos de papel ou plástico).

A instalação de postos de entrega voluntária em locais estratégicos possibilita a realização da coleta seletiva em locais públicos. A mobilização da sociedade, a partir das campanhas, pode estimular iniciativas em conjuntos habitacionais, shopping centers e edifícios comerciais e públicos.

Deve-se elaborar um plano de coleta, definindo equipamentos e periodicidade de coleta dos resíduos. A regularidade e eficácia no recolhimento dos materiais são importantes para que a população tenha confiança e se disponha a participar. Não vale a pena iniciar um

processo de coleta seletiva se há o risco de interrompê-lo, pois a perda de credibilidade dificulta a retomada.

Algumas vantagens da coleta seletiva são:

- Permitir o retorno de vários componentes do lixo ao ciclo industrial como matéria prima garantindo economia de energia e de recursos naturais;
- Possibilitar a ressocialização dos catadores de lixo, que atualmente desenvolvem suas atividades em condições degradantes no lixão e passarão a viver da venda dos materiais recicláveis da coleta seletiva;
- Diminuir o volume do lixo a ser depositado em aterros.

6.1 Formas de separar o lixo

Deve-se separar sempre o lixo orgânico (alimentos) do lixo seco (papel, vidro, metal e plástico). Porém os vasilhames de vidro, lata e plástico devem ser sempre lavados. As latas deverão ter as tampas empurradas para dentro, para não ferir ninguém. Os papéis devem estar secos e os materiais cortantes como vidros quebrados devem ser embrulhados em papéis grossos ou jornais. Devem ser utilizados recipientes apropriados para depositar o lixo orgânico e o seco.

Exemplos de lixo seco: vidro, plásticos, papéis, papelões, metais, alumínio, tecidos, lâmpadas, parafina, pilha, baterias, cerâmicas, porcelana, espumas, madeiras.

Exemplos de lixo orgânico: restos de comidas, frutas e verduras, sementes de frutas e verduras, cascas de frutas e verduras, pó de café, cabelo, cotonetes, papel higiênico, pontas de cigarro, aparas de jardins domésticos.

Os restos de remédios, tintas, solventes, pilhas, venenos, baterias deverão ser embalados em sacos separados para evitar contaminação.

O óleo de cozinha deve ser colocado em um recipiente tipo Pet (garrafa plástica de refrigerante) e entregá-lo em qualquer posto de gasolina.

6.2 Postos de coleta seletiva – PCSs

Os PCSs são constituídos de quatro cestos coletores de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) nas cores: verde, azul, amarelo, vermelho. Isso irá permitir a segregação do lixo em: vidro, papel, metal e plástico. Esses coletores serão instalados pelo órgão de limpeza pública do município, nas escolas e em algumas repartições públicas do município.

Existem também os Postos de Entrega Voluntária – PEVs, que são instalados em alguns locais da cidade e possuem maior capacidade de armazenamento de lixo. Esta modalidade de coleta seletiva se baseia na troca de materiais recicláveis por algum bem ou benefício, que pode ser alimento, vale-refeição, vale-transporte etc.

A vantagem dos postos de coleta seletiva e de entrega voluntária está na redução com o transporte, já que na coleta seletiva porta-a-porta tem se um maior deslocamento. Outra vantagem é a troca por benefícios, pois a população está ajudando o meio ambiente e economizando financeiramente.

7. ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS RELATIVOS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS

7.1 Legislação Federal

7.1.1 Portaria MINTER nº 53, de 1.3.79, do Ministério do Interior.

Estabelece normas para os projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos, bem como para a fiscalização de sua implantação, operação e manutenção. Conforme a portaria, compete ao órgão estadual de controle de poluição e de preservação ambiental aprovar e fiscalizar a implantação, operação e manutenção dos projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos. Ao Ibama devem ser enviadas cópias das autorizações concedidas. Estabelece, também, que os resíduos sólidos que contenham substâncias inflamáveis, corrosivas, explosivas, radioativas e outras consideradas prejudiciais deverão sofrer tratamento ou acondicionamento adequado, no próprio local da produção e nas condições estabelecidas pelo órgão estadual de controle de poluição. Essa Portaria está sendo revisada e já existem vários estudos para sua completa reformulação.

7.1.2 Resolução CONAMA Nº 1, de 23.1.86.

Estabelece, entre outros, que o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente como aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos dependerá da elaboração de estudo de impacto ambiental.

7.1.3 Resolução CONAMA Nº 5, de 15.6.88.

Estabelece a obrigatoriedade de licenciamento das seguintes obras de sistemas de limpeza urbana:

- Obras de unidades de transferência, tratamento e disposição final de resíduos sólidos de origem doméstica, pública ou industrial;
- Atividades e obras de coleta, transporte, tratamento e disposição final de resíduos sólidos de origem hospitalar;

7.1.4 Resolução CONAMA Nº 76, de 15.6.88.

Essa Resolução trata de obrigatoriedade de as indústrias informarem ao órgão ambiental competente e na forma estabelecida sobre a geração característica e destino final de resíduos. Visa a realização de um inventário dos resíduos industriais gerados e/ou existentes

no País. Para a definição de resíduos sólidos industriais deve ser seguida a NBR 10.004 – Resíduos Sólidos – Classificação.

7.1.5 Portaria Normativa Ibama nº 1.197, de 16.7.90.

Estabelece medidas que visam regular a transferência indiscriminada de lixos, sucatas e desperdícios industriais tóxicos para o Brasil.

7.1.6 Resolução CONAMA N° 8, de 19.9.91.

Veda a entrada no País de matérias residuais destinada à disposição final e incineração no Brasil.

7.2 Legislação Estadual

Para cada estado existe as Constituições Estaduais, Leis, Decretos, Resoluções e Atos Normativos de conselhos Deliberativos. No âmbito do estado de Minas Gerais o Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM possui as Deliberações Normativas referentes a

resíduos sólidos. Algumas Deliberações Normativas COPAM referentes à resíduos sólidos são:

- Deliberação Normativa COPAM nº 07/1981: Estabelece diretrizes para a disposição de resíduos no solo.
- Deliberação Normativa COPAM nº 02/1991, 03/1993 e 07/1994: Estabelece normas para o Licenciamento Ambiental de obras de saneamento.
- Deliberação Normativa COPAM nº 12/1994: Dispõe sobre a realização de audiências públicas.
- Deliberação Normativa COPAM nº 26/1998: Dispõe sobre co-processamento de resíduos em fornos de cliquer.
- Deliberação Normativa COPAM nº 46/2001: Estabelece alterações no limite de eficiência de remoção em termos de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO e Demanda Química de Oxigênio – DQO para os sistemas de tratamento de esgotos domésticos e de percolados de aterros sanitários municipais e dá outras providências.
- Deliberação Normativa COPAM nº 52/2001: Convoca municípios para o licenciamento ambiental de sistemas adequados de disposição final de lixo e dá outras providências.

7.3 Municipal

Segundo Braga et al (2002) os municípios têm competência privativa para organizar os serviços públicos locais, entre os quais estão aqueles relativos aos resíduos sólidos urbanos (lixo urbano). A partir de 1989, diversos municípios implantaram uma coleta regular

específica para resíduos hospitalares. Sendo que em Minas Gerais, poucos municípios implantaram uma coleta regular para os resíduos hospitalares.

No município de Juiz de Fora, MG, foi instituída pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente – COMDEMA a Deliberação Normativa COMDEMA nº 15/2003 que determina a obrigatoriedade do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS.

No Art. 2º desta deliberação é determinada que os “Estabelecimentos Geradores de Resíduos de Serviços de Saúde deverão apresentar ao Órgão Executor do Sistema Municipal de Meio Ambiente, Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - PGRSS, para fins de obtenção de licenciamento ambiental, a ser expedido pela SISMA, após deliberação do COMDEMA, nos termos da Lei 9.896/00 e demais legislações pertinentes”.

Para os efeitos desta Deliberação Normativa são consideradas resíduos de Serviços de Saúde:

- I - aqueles provenientes de qualquer unidade que execute atividades de natureza médico-assistencial humana ou animal;
- II - aqueles provenientes de centros de pesquisa, desenvolvimento ou experimentação na área de farmacologia e saúde;
- III - medicamentos e imunoterápicos vencidos ou deteriorados;
- IV - aqueles provenientes de necrotérios, funerárias e serviços de medicina legal;
- V - aqueles provenientes de barreiras sanitárias.

A DN 15/2003 também estabelece que “A Municipalidade poderá oferecer diretamente, ou mediante concessão, nos termos da Lei 8666/93, os serviços de tratamento e disposição final de RSS, aos estabelecimentos geradores que não dispuserem de sistemas próprios ou consorciados entre outros geradores, devidamente aprovado pelos órgãos de saúde e meio ambiente, Municipal, Estadual e Federal competentes”.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um mau planejamento dos resíduos pode causar muitos problemas, como contaminação do solo, água e ar, e prejudicar a saúde dos seres vivos, alterando a qualidade de vida da população.

Estes problemas estão se agravando cada vez mais devido a alguns fatores, como o crescimento populacional. Quanto maior a população, mais se utiliza os recursos naturais e, conseqüentemente, mais resíduos são gerados. Outros fatores são a falta de informação e conscientização da população e dos órgãos públicos (Municipal, Estadual e Federal).

Outro grande problema em relação aos resíduos sólidos é a inadequação da sua disposição final, que pode trazer transtornos à saúde e ao meio ambiente, podendo até nos levar a conseqüências irreversíveis.

Para resolver esses problemas é imprescindível um bom gerenciamento dos resíduos, analisando os mesmos desde a geração até o destino final, e através de implantação dos aterros sanitários, incentivos para a reciclagem e compostagem e principalmente a implantação de coleta seletiva pelo município e repartições privadas.

Com a reciclagem de materiais, obtém-se economia, redução no consumo energético, contribuição no controle ambiental e um desenvolvimento sustentável da sociedade. É importante utilizar uma boa campanha publicitária lembrando sempre da utilização dos 3 R'S, ou seja, reduzir ao máximo o lixo produzido, reutilizar tudo o que é possível e facilitar a reciclagem.

O sucesso de um bom gerenciamento do resíduo está na conscientização e participação de todos, pois se cada um de nós fizer a sua parte, por menor que seja, estará contribuindo para a recuperação, preservação e melhoria na qualidade de vida do nosso planeta.

BIBLIOGRAFIA

- SILVA, Jose Fernando. **Manual Global de Ecologia**. São Paulo: Editora Augustus, 2002.
- FERNANDES, Jorge Ulisses. **Lixo: Limpezas Públicas Urbanas**. Belo Horizonte: Editora Del Rey, 2001.
- BARROS, R. et al. **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os municípios**. Volume II. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.
- FEAM. **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os municípios**. Volume V. Belo Horizonte: Gráfica Mil e Dez e Editora Ltda., 2000.
- BRAGA, B. et al. **Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- VILHENA, A. et al. **Guia da Coleta Seletiva de Lixo**. São Paulo: CEMPRE, 1999.
- IPT/CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo: IPT e CEMPRE, 1995.
- CETESB. **Resíduos Sólidos Industriais na região metropolitana de São Paulo**. São Paulo, CETESB, 1990.
- SEWELL, G. **Administração e Controle de Qualidade**. São Paulo: EPU, 1978.
- FEEMA. **Reciclagem do lixo ainda atormenta e reduz qualidade de vida**. Revista Feema, 20: 30-40. 1998.
- PANTURY, Felipe; BRASIL, Sandra. **O lixo que é um verdadeiro luxo**. Veja. São Paulo: Editora Abril, ano 37, n.12, p. 50-51, 24 mai. 2004.
- <<http://www.Anvisa.gov.br>>. Acesso em: 04 de dez. 2004.
- <<http://www.Cempre.org.br>>. Acesso em: 02 de nov. 2004.

<<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 02 de nov. 2004.

<<http://www.lixo.org.com.br>>. Acesso em: 05 de nov. 2004.

<<http://www.ipt.br>>. Acesso em: 05 de nov. 2004.

<<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 31 de out. 2004.

<<http://www.feam.br>>. Acesso em: 31 de out. 2004.

<<http://www.agendajf.pjf.mg.gov.br>>. Acesso em 05 de dez. 2004.

<<http://www.abnt.org.br>>. Acesso em 31 de out. 2004.