

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS

Almir Rosa da Silva

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Juiz de Fora - MG

Julho de 2003

Almir Rosa da Silva

GERENCIAMENTO DE 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 Gestão de Meio Ambiente.

Juiz de Fora - MG

Julho de 2003

Dedico esses escritos a todos os amigos, professores e coordenadores que com paciência deram-me conhecimentos com qualidade para que seguir minha jornada com segurança e a certeza do trabalho cumprido.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois Ele vive e reina para que seus filhos sejam felizes...

A meus familiares e amigos pelo incansável apoio...

Aos companheiros de trabalho pela fortaleza da amizade...

Aos professores pelas ricas orientações.

SUMÁRIO

RESUMO

INTRODUÇÃO	05
2. OS RESÍDUOS SÓLIDOS EM BREVE HISTÓRICO	07
2.1 - CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	16
2.2 - LEGISLAÇÃO TÉCNICA.....	20
2.3 - ORGANIZAÇÃO E POLÍTICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS	21
3. CLASSIFICACAO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	30
3.1 - RESÍDUOS SÓLIDOS	30
3.2 - RESÍDUOS GASOSOS	33
3.3 - RESÍDUOS LÍQUIDOS	33
3.4 - CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS	35
3.5 - RESIDUOS TÓXICOS	36
4. COLETA E DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	39
CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

RESUMO

Para que um resíduo sólido seja disposto adequadamente, é necessário classificá-lo segundo as Normas Técnicas Brasileiras, cuja principal é a NBR 10.004. Resíduos sólidos industriais não-inertes normalmente têm sido encaminhados para disposição final em aterros controlados, que em sua maioria não operam de forma eficiente, além de estarem geralmente localizados próximos a núcleos populacionais e ecossistemas importantes. A fim de avaliar a toxicidade potencial dos resíduos produzidos em indústrias de diferentes segmentos, 21 amostras foram analisadas de acordo com as orientações descritas na NBR 10.004. Das amostras estudadas, 18 foram classificadas como resíduos não-inertes. Os principais parâmetros que contribuíram para a classificação das amostras em resíduos não-inertes foram: alumínio, ferro, manganês, fenol e surfactantes. Destes, o alumínio, o manganês e o fenol são as substâncias de maior interesse toxicológico para a saúde humana e ambiental, uma vez que podem alterar a qualidade das águas subterrâneas localizadas nas áreas de disposição de resíduos.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos; Classificação de Resíduos; Meio Ambiente.

1.INTRODUÇÃO

O crescimento das atividades industriais traz, sem dúvida, benefícios econômicos para os estados e municípios. No entanto, estas atividades geram resíduos que necessitam ser gerenciados adequadamente, a fim de garantir a preservação do meio ambiente e da saúde pública. O crescimento desse setor e, conseqüentemente, da quantidade e diversidade de resíduos gerados, salienta o desafio a ser enfrentado pelas indústrias, já que este gerenciamento é de competência das mesmas.

Os resíduos sólidos industriais, em geral, contêm uma variedade de materiais e substâncias que apresentam periculosidade. Embora represente uma menor parcela dentre os resíduos gerados, esses resíduos constituem, também, um fator de grande importância pois exigem acondicionamento, transporte e destinação especiais.

Com relação ao panorama da situação dos resíduos sólidos industriais no país, observa-se grande carência de informações sobre os aspectos quantitativos e qualitativos dos resíduos gerados, o tipo de armazenamento utilizado, coleta e transporte, as forma de reutilização e reciclagem, e os tipos de tratamento e destinação final utilizados para os mesmos. Além disso, as iniciativas existentes ainda são incipientes.

A falta de informações vitais traz uma grande responsabilidade aos órgãos ambientais competentes e governos que desejam controlar e regularizar os problemas da poluição industrial. Assim, a solução deste complexo problema passa, necessariamente, pelo conhecimento de todas as etapas envolvidas no gerenciamento desses resíduos. Neste sentido, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais não renováveis (IBAMA), em parceria com os órgãos estaduais de meio ambiente, estão implantando os inventários estaduais de resíduos sólidos industriais que comporão, posteriormente, o inventário nacional de resíduos sólidos industriais. No estado de Goiás, a elaboração e a realização do Inventário dos Resíduos Sólidos Industriais foram conduzidas pela Agência Goiana de Meio Ambiente, em parceria com a CGR Meio Ambiente.

O objetivo desse estudo é levantar e avaliar informações sobre a caracterização, o acondicionamento, o armazenamento e o tratamento e destinação final dos resíduos sólidos; e subsidiar o desenvolvimento de uma política de atuação caracterizada pela prevenção, ou seja, pela redução da produção de resíduos e pelo incremento das taxas de reutilização e reciclagem.

Salienta-se, por fim, que é imprescindível a continuidade destes estudos, tendo em vista a necessidade de um elemento insubstituível de avaliação e acompanhamento da evolução da situação ambiental e, portanto, de um ponto de partida para o planejamento de um desenvolvimento industrial sustentado.

2. OS RESÍDUOS SÓLIDOS EM BREVE HISTÓRICOS

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.

Dos tempos imperiais aos dias atuais, os serviços de limpeza urbana vivenciaram momentos bons e ruins. Hoje, a situação da gestão dos resíduos sólidos se apresenta em cada cidade brasileira de forma diversa, prevalecendo, entretanto, uma situação nada alentadora.

Considerado um dos setores do saneamento básico, o sistema de gestão dos resíduos sólidos não tem merecido a atenção necessária por parte do poder público. Com isso, compromete-se cada vez mais a já combalida saúde da população, bem como degrada-se os recursos naturais, especialmente o solo e os recursos hídricos. A interdependência dos conceitos de meio ambiente, saúde e saneamento é hoje bastante evidente, o que reforça a necessidade de integração das ações desses setores em prol da melhoria da qualidade de vida da população brasileira.

Como um retrato desse universo de ação, há de se considerar que mais de 70% dos municípios brasileiros possuem menos de 20 mil habitantes, e que a concentração urbana da população no país ultrapassa a casa dos 80%. Isso reforça as preocupações com os problemas ambientais urbanos e, entre estes, o gerenciamento dos resíduos sólidos, cuja atribuição pertence à esfera de administração pública local.

As instituições responsáveis pelos resíduos sólidos municipais e perigosos, no âmbito nacional, estadual e municipal, são determinadas através dos seguintes artigos da Constituição Federal, quais sejam:

* Incisos VI e IX do art. 23, que estabelecem ser competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas, bem como promover programas de construção de moradias e a melhoria do saneamento básico;

* Já os incisos I e V do art. 30 estabelecem como atribuição municipal legislar sobre assuntos de interesse local, especialmente quanto à organização dos seus serviços públicos, como é o caso da limpeza urbana.

Apesar desse quadro, a coleta do lixo é o segmento que mais se desenvolveu dentro do sistema de limpeza urbana e o que apresenta maior abrangência de atendimento junto à população, ao mesmo tempo em que é a atividade do sistema que demanda maior percentual de recursos por parte da municipalidade. Esse fato se deve à pressão exercida pela população e pelo comércio para que se execute a coleta com regularidade, evitando-se assim o incômodo da convivência com o lixo nas ruas. Contudo, essa pressão tem geralmente um efeito seletivo, ou seja, a limpeza urbana as etapas de geração, acondicionamento, administração municipal, quando não tem meios de oferecer o serviço a toda a população, prioriza setores comerciais, as unidades de saúde e o atendimento à população de renda mais alta. A expansão da cobertura dos serviços raramente alcança os sólidos, além da limpeza de

áreas realmente carentes, até porque a ausência de infra estrutura viária exige a adoção de sistemas alternativos, que apresentam baixa eficiência e, portanto, custo mais elevado.

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. Nos demais municípios, esse serviço se resume à varrição apenas das ruas pavimentadas ou dos setores de comércio da cidade, bem como à ação de equipes de trabalhadores que saem pelas ruas e praças da cidade, em roteiros determinados de acordo com as prioridades imediatistas, executando serviços de raspagem, capina, roçagem e varrição dos demais logradouros públicos.

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 locais 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 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.

A participação de catadores na segregação informal do lixo seja nas ruas ou nos vazadouros e aterros, são o ponto mais agudo e visível da relação do lixo com a questão social. Trata-se do elo perfeito entre o inservível lixo e a população marginalizada da sociedade que, no lixo, identifica o objeto a ser trabalhado na condução de sua estratégia de sobrevivência.

Uma outra relação delicada encontra-se na imagem do profissional que atua diretamente nas atividades operacionais do sistema. Embora a relação do profissional com o

objeto lixo tenha evoluído nas últimas décadas, o gari ainda convive com o estigma gerado pelo lixo de exclusão de um convívio harmônico na sociedade. Em outras palavras, a relação social do profissional dessa área se vê abalada pela associação do objeto de suas atividades com o inservível, o que o coloca como elemento marginalizado no convívio social.

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

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 para a coleta destes resíduos, sem, entretanto, atacar o ponto mais delicado da questão: a manipulação correta dos resíduos dentro das unidades de trato de saúde, de forma a separar os com real potencial de contaminação daqueles que podem ser considerados lixo comum. 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; os catadores disputam esses resíduos, tendo em vista possuírem um percentual atrativo de materiais recicláveis.

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 convenientemente. 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 altos.

Algumas grandes unidades de tratamento de resíduos sólidos, teoricamente incorporando tecnologia mais sofisticada de compostagem acelerada, foram instaladas no Rio de Janeiro e também se encontram desativadas, seja por inadequação do processo às condições locais, seja pelo alto custo de operação e manutenção exigido.

Os dados estatísticos da limpeza urbana são muito deficientes, pois as prefeituras têm dificuldade em apresentá-los, já que existem diversos padrões de aferição dos vários serviços. A única informação em nível nacional é fruto da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico PNSB, ainda que nova pesquisa tenha sido realizada no ano de 2000, porém, sem a divulgação de seus dados até o presente momento. Com relação aos custos dos diversos serviços, as informações também não são confiáveis, pois não há parâmetros que permitam estabelecer valores que identifiquem cada tarefa executada, a fim de compará-la com dados de outras cidades.

Por outro lado, o manejo e a disposição final dos resíduos industriais, tema menos discutido pela população que o dos resíduos domésticos, constituem um problema ainda maior que certamente já tem trazido e continuará a trazer no futuro sérias conseqüências ambientais e para a saúde da população. No Brasil, o poder público municipal não tem qualquer responsabilidade sobre essa atividade, prevalecendo o princípio do "poluidor-pagador". Os estados interferem no problema através de seus órgãos de controle ambiental, exigindo dos geradores de resíduos perigosos (Classes I e II) sistemas de manuseio, de estocagem, de transporte e de destinação final adequados. Contudo, nem sempre essa interferência é eficaz, o que faz com que apenas uma pequena quantidade desses resíduos receba tratamento e/ou destinação final adequados. As administrações municipais podem agir nesse setor de forma suplementar, através de seus órgãos de fiscalização, sobretudo considerando que a

determinação do uso do solo urbano é competência exclusiva dos municípios, e assim, eles têm o direito de impedir atividades industriais potencialmente poluidoras em seu território, seja através da proibição de implantação, seja através da cassação do alvará de localização.

No tocante ao gerenciamento dos serviços de limpeza urbana nas cidades de médio e grande porte, vem se percebendo a chamada privatização dos serviços, modelo cada vez mais adotado no Brasil e que se traduz, na realidade, numa terceirização dos serviços, até então executados pela administração na maioria dos municípios. Essa forma de prestação de serviços se dá através da contratação, pela municipalidade, de empresas privadas, que passam a executar, com seus próprios meios (equipamentos e pessoal), coleta, a limpeza de logradouros, o tratamento e a destinação final dos resíduos.

Algumas prefeituras de pequenos e médios portes vêm contratando serviços da limpeza urbana, tanto de coleta como de limpeza de logradouros, com cooperativas ou microempresas, o que se coloca como uma solução para as municipalidades que têm uma política de geração de renda para pessoas de baixa qualificação técnica e escolar.

Como a gestão de resíduos é uma atividade essencialmente municipal e as atividades que a compõem se restringem ao território do 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, custeados pelos outros consorciados.

Os resíduos sólidos são classificados em três categorias, conforme Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1987), NBR 10.004, em:

Resíduos Classe I - Perigosos: resíduos sólidos ou mistura de resíduos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo para

um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

Resíduos Classe II - Não Inertes: resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que não se enquadram na Classe I (perigosos) ou na Classe III (inertes). Estes resíduos podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade, ou solubilidade em água.

Resíduos Classe III - Inerte: resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que, submetidos a testes de solubilização não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados, em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de águas, excetuando-se os padrões: aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplo destes materiais podemos citar, rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

Segundo Gomes (1989), os RSU — Resíduos Sólidos Urbanos — são classificados de acordo com seus diferentes graus de biodegradabilidade:

- Facilmente degradáveis: materiais de origem biogênica;
- Moderadamente degradáveis: papel, papelão e outros produtos celulósicos;
- Dificilmente degradáveis: trapos, couro (tratado), borracha e madeira;
- Não - degradáveis: vidros, metal, plástico.

Para Oliveira, (1999),

quando dispostos inadequadamente, os RSU constituem problemas de ordem estética e/ou ameaça à saúde pública. A falta de um sistema de limpeza urbana que compreenda a coleta, o transporte e a disposição final dos RSU, pode causar vários problemas sociais e ambientais:

- Contaminação da população: os RSU espalhados nos lotes vagos ou terrenos baldios representa um grande potencial de contaminação, visto conterem bactérias e patógenos (microorganismos infectantes);
- Proliferação de vetores: os RSU estocados ou dispostos inadequadamente tornam-se um excelente meio para o surgimento de seres, que podem transmitir várias doenças;
- Catação: a disposição inadequada dos RSU leva algumas pessoas a catá-los, sem nenhuma preocupação com a higiene e segurança, podendo resultar subempregos e má qualidade de vida à estas pessoas;

- Poluição do solo: os RSU dispostos inadequadamente sobre o solo, acarretam várias alterações nas características do mesmo, tornando-se um poluidor potencial de aquíferos;
- Poluição das águas: o carregamento dos RSU pelas águas das chuvas para os fundos de vales, córregos, rios e ribeirões, provoca um grande impacto sobre as águas superficiais, poluindo-as, além de constituir obstáculos mecânicos ao livre escoamento das mesmas;
- Poluição do ar: as partículas emitidas para a atmosfera e odores podem produzir efeitos nocivos ao homem e ao meio ambiente.

No Brasil, são produzidas diariamente 241.614 toneladas de RSU, onde cerca de 90.000 toneladas são de RSD — Resíduos Sólidos Domésticos — (algo em torno de 26 milhões de toneladas por ano), dispostos, a maioria, a céu aberto (Jardim et al, 1995). A disposição final e o tratamento dos RSU no país, conforme IBGE (1991), era: 76% em céu aberto (lixão); 13% aterro controlado (lixão controlado); 10% aterro sanitário; 0,9% usina de compostagem; 0,1% usina de incineração.

Ferreira (1994) citando segundo Hinrichs (1991) afirma que:

a taxa média de geração dos RSD em áreas urbanas é de, aproximadamente, 0,5 kg por pessoa por dia em países subdesenvolvidos; na cidade de São Paulo a média é de 1,0 kg/pessoa por dia. Em países desenvolvidos pode chegar a 2,0 kg/pessoa por dia. Nos Estados Unidos, o total gerado é cerca de “1,8 kg por pessoa por dia”.

Um gerenciamento integrado de RSU eficaz consiste naquele que completa o uso de práticas administrativas de resíduos, com manejo seguro e efetivo fluxo dos RSU, com o mínimo de impactos sobre a saúde pública e o meio ambiente. Este sistema de gerenciamento integrado de resíduos deverá conter alguns ou todos os seguintes componentes: “*redução de resíduos (incluindo reuso dos produtos); reciclagem de materiais (incluindo compostagem); recuperação de energia por resíduo combustível; disposição final (aterros sanitários)*”, conforme US.EPA (1989).

Para Pereira Neto (2002):

Compostagem consiste num processo biológico de decomposição controlada da fração orgânica biodegradável contida nos resíduos de modo a resultar em um produto estável, similar ao húmus. Este produto final, o composto, definido como sendo um adubo preparado com restos animais e/ou vegetais, domiciliares, separadamente ou combinados, sendo, portanto considerado como um material condicionador de solos.

A compostagem, segundo Pereira Neto, (2002) como processo biológico, é afetada por qualquer fator que possa influenciar a sua atividade microbiológica, como: *“taxa de oxigenação (aeração); temperatura; teor de umidade; concentração de nutrientes (relação C/N, principalmente); tamanho da partícula; potencial hidrogeniônico (pH)”*.

Além de condicionar o solo, o composto orgânico tem várias características (Pereira Neto, 2002), tais como: melhoria das características físicas estruturais do solo com conseqüente aumento da capacidade de retenção de água e ar do solo, devido à ação agregadora em solos com baixo teor de argila; aumento no teor de nutrientes do solo contribuindo para a estabilidade do pH e melhorando o aproveitamento dos fertilizantes minerais; ativação substancial da vida microbiana e estabelecimento de colônias de minhocas, besouros e outros animais que revolvem e adubam o solo; favorece a presença de micronutrientes e de certas substâncias.

Antibióticas; além de auxiliar o desenvolvimento do sistema radicular, a recuperação de áreas degradadas, ser utilizado em parques e jardins e como proteção de encostas, na produção de ração animal, etc. Sua aplicação, segundo Lindenberg, (2000) permite, *“pela sua ação sinérgica, aumentar o rendimento da adubação mineral de 30 a 70%”*.

Para Sant’Ana Filho, (1991) *“a disposição, destinação ou destino final dos RSU consiste em uma das preocupações dos administradores municipais, pois mesmo com o tratamento e/ou aproveitamento dos resíduos, ainda sobram os resíduos do resíduo (rejeito)”*.

Existem sistemas de disposição final como:

- descarga a céu aberto ou lixão: consiste em uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, onde os resíduos são jogados sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública; é a forma mais utilizada nos municípios brasileiros (Jardim et al, 1999);

- aterro controlado (lixão controlado): é uma variação do lixão; nesta forma de disposição, os resíduos sólidos são cobertos com terra, de forma arbitrária, onde reduz os problemas de poluição visual, mas não reduz as poluições do solo, das águas e atmosférica, não levando em consideração a formação de líquidos e gases (Sant'Ana Filho, 1991);

- aterro sanitário de RSU: consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho e em intervalos menores se necessário, segundo a norma NBR 8.419 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1984).

2.1. CARACTERIZAÇÃO DOS RSU

A caracterização dos RSU em um município deve ser definida com relação ao objetivo desta caracterização. Normalmente, o principal objetivo é definir a forma de disposição final mais adequada a ser aplicada aos resíduos sólidos gerados em uma determinada comunidade ou viabilizar a implantação de algum sistema de tratamento como, por exemplo, a compostagem (onde é necessário determinar a quantidade média de matéria orgânica que está chegando aos resíduos). Além disso, de acordo com Stech, (1999) pode-se

avaliar “a viabilidade do aproveitamento do material inorgânico para instalação de usina de triagem e posterior venda dos materiais recicláveis, caracterizações que são feitas no destino final dos resíduos sólidos”.

Jardim et al. (1995) citam que “as características dos RSU são influenciadas por vários fatores como: número de habitantes, poder aquisitivo, nível educacional, hábitos e costumes da população, condições climáticas e sazonais”. As mudanças na política econômica de um país também são causas que influenciam na composição dos resíduos sólidos de uma comunidade.

O Quadro 2, mostra a composição física média dos resíduos sólidos urbanos no Brasil.

Quadro 2 - Composição física média dos RSU no Brasil.

COMPONENTE MÉDIA	(% em peso)
Matéria orgânica	60,0
Papel/papelão	25,0
Metal	4,0
Plástico	3,0
Vidro	3,0
Outros	5,0

Fonte: Jardim et al. (1995).

Segundo dados da CEMPRE (2002)

A preocupação mundial em relação aos problemas ligados aos RSU consta no capítulo 21 do documento final produzido na Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), a Eco-92. Este documento propõe como um dos principais compromissos da humanidade para as futuras gerações o Desenvolvimento Sustentável, que deverá conciliar justiça social, eficiência econômica e equilíbrio ambiental (UN, 1999).

Já dados Do Ministério do Meio Ambiente (2000) afirmam que

As diretrizes da Agenda 21 brasileira seguem as recomendações da CNUMAD e indica como estratégias para o gerenciamento adequado de RSU: a minimização da produção de resíduos; a maximização de práticas de reutilização e reciclagem ambientalmente corretas; a promoção de sistemas de tratamento e disposição de resíduos compatíveis com a preservação ambiental; a extensão de cobertura dos serviços de coleta e destino final (MMA, 2000).

De acordo com Acurio et al., (1997)

O aumento na geração de RSU é um problema atual e crescente em diversos países da América Latina e Caribe (ALC), particularmente mais grave em países com maiores demandas e menor oferta de serviços de limpeza pública. Não se sabe ao certo a quantidade de RSU produzida que não é coletada, estimando-se que não são recolhidos 30% a 50% dos resíduos gerados nas cidades dos países em desenvolvimento.

O mesmo autor (idem) afirma que

Estimativas obtidas de documentos e informações de *experts* do setor de RSU da região da América Latina e Caribe apontam uma taxa de geração *per capita* diária de 0,3 a 0,8kg/habitantes/dia de resíduos sólidos domiciliares (RSD) e de 0,5 a 1,2kg/habitantes/dia de Resíduos Sólidos Municipais (RSM - provenientes da geração residencial, comercial, institucional e de pequena indústria e artesanato), sendo a média regional deste último de 0,92 kg/habitantes/dia.

Na região da América Latina e Caribe, 70% dos RSM são gerados nos domicílios e como são resultantes da atividade econômica, os países mais pobres, além de gerarem menos resíduos, apresentam menor proporção de componentes recicláveis, continua Acurio et al., (1997).

Segundo os dados da *Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios (PNAD)*, realizada no Brasil em 1996, 79,9% dos domicílios particulares 1999, uma população beneficiada por coleta de lixo de 94,1% (DATASUS, permanentes tinham o lixo coletado (IBGE, 2000). Entretanto, o acesso à coleta no Brasil apresenta características de desigualdades, conforme a região).

Em 1996, o Nordeste apresentava a menor taxa de lixo coletado (59,7%) e a região Sudeste a maior, com 90,1% (IBGE, 2000). Salvador apresentava, (em 2000) e coletava 1,04 kg/habitante/dia de RSD (LIMPURB, 2000).

Porém, estudo realizado em Salvador por Barreto et al., (1999) identificou *ausência de coleta porta a porta em 44,0% dos domicílios, levando parte da população, particularmente aquela residente na periferia urbana, a depositar os resíduos domiciliares em canais, encostas e pontos de lixo.*

Vários estudos *demonstram uma associação positiva entre ausência de saneamento e agravos à saúde* (Esrey et al., 1991). Heller (1997), em revisão de 256 estudos sobre saneamento e saúde, identificou que 305 (81,7%) *relacionavam-se a esgoto e água, apenas 4 (1,1%) referiam-se a lixo.*

Os processos de produção, disposição e coleta de RSU que ocorrem no interior das comunidades não estão dissociados de questões estruturais mais gerais que se dão na sociedade, geradoras de desigualdade quanto às condições de sobrevivência.

Assim, a abordagem de aspectos qualitativos sobre a importância atribuída aos RSU, dispersos no ambiente, na saúde de populações periféricas, bem como dos hábitos dessas populações em relação aos RSU, podem constituir-se em elementos esclarecedores sobre o modo como os riscos ocorrem, podendo vir a assumir importância científica como delineador das políticas ambientais e na garantia da preservação das gerações futuras.

2.2. LEGISLAÇÃO TÉCNICA

Verifica-se atualmente uma crescente preocupação com o gerenciamento de resíduos justificados pela necessidade de redução do uso dos recursos naturais, bem como pela preocupação em se evitar o desperdício de consumo de materiais e de energia.

Sabe-se, numa economia globalizada, que as diretrizes econômicas destinam-se a incentivar o mercado (tanto o produtor quanto o consumidor), mas, por outro lado, diante das mudanças do novo milênio, organismos internacionais e locais já começaram a pressionar a sociedade querendo uma redução dos índices de poluentes, sem a qual, segundo dizem, será impossível a vida na Terra dentro de alguns anos.

Além disso, as conseqüências da gestão inadequada dos resíduos acaba acarretando a degradação do solo, poluição de mananciais, do ar, e crescente incidência de enfermidades relacionadas a vetores que proliferam no lixo, tais como leptospirose, malária, dengue e outros, sem contar os prejuízos que ocorrem à atividade turística.

É importante ressaltar que, por vezes, o resíduo sólido nos desperta uma maior atenção devido ao seu volume e dificuldade de disposição final. Porém, assunto extremamente atual e de igual importância é o gerenciamento da emissão de efluentes líquidos e de gases. Dessa forma, entende-se por resíduo aquilo que resta de qualquer substância e, mais especificamente, o que sobrou de matéria-prima que sofreu alteração de qualquer agente exterior por processos mecânicos, químicos, físicos. Desta forma, tudo o que é descartado durante o processo de produção, transformação e/ou utilização de bens e de serviços, bem como os restos decorrentes das atividades humanas, em geral, e que se apresente no estado sólido, semi-sólido, os líquidos e os gases emitidos podem ser entendidos gases emitidos podem ser entendidos como resíduos.

2.3. ORGANIZAÇÃO E POLÍTICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS

Todos os setores da sociedade vêm tentando organizar e gerenciar os resíduos sólidos, no intuito de desenvolver uma política de gerenciamento dos mesmos que vise um aumento dos meios de reaproveitamento combinado com a redução do volume dos resíduos nos aterros sanitários, com o conseqüente aumento da sua vida útil.

Assim, busca-se de forma expressiva as diversas formas de reaproveitamento, tais como reciclagem ao processo, reuso em diferentes oportunidades dentro do empreendimento que estariam cumprindo uma dupla função dentro da gestão ambiental do terceiro milênio: ajudando a preservar o meio ambiente, mas também reduzindo custos dos produtos, tornando e preservando fontes de matéria-prima ao reaproveitar o resíduo dentro da cadeia de produção ou mesmo devolvendo-o ao responsável pela matéria-prima.

Com vistas a tal finalidade foi criado o programa Brasil Joga Limpo, que é um dos 365 programas que integram o Plano Plurianual 2000-2003, o Avança Brasil, cujas linhas de ação incluem o fomento a projetos de ordenamento da coleta e disposição final, a implantação de sistemas de informação ambiental, criação de normas e instrumentos legais de apoio a projetos demonstrativos. O Programa fomenta projetos com recursos do FNMA - Fundo Nacional do Meio Ambiente.

Em reportagem do Jornal Folha de São Paulo (25 de abril de 2001), foi divulgada uma pesquisa realizada pela Cetesb (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo), apontando que apenas 28,4% dos municípios paulistas armazenam o lixo adequadamente em aterros sanitários, contra 50,4% das demais cidades que jogam os detritos exclusivamente em lixões.

Só com base nestes dados fica clara a precariedade com que vários municípios tratam da destinação do "seu lixo", seja eles, os lixos urbanos (doméstico, industrial ou dos serviços de saúde) e os originários das atividades rurais e de transportes.

É necessário distinguir duas ações distintas que devem ser tomadas: uma conscientizando o próprio poder público, que, na maioria das vezes, deixa a questão ambiental por último dentre suas opções de investimento - e a outra se refere à conscientização da população para os benefícios da redução do lixo efetivamente jogando fora e da reciclagem. Portanto, o incentivo à coleta seletiva e a atuação junto às empresas para que as mesmas desenvolvam planos de monitoramento e controle de sistema envolvendo tais resíduos tornam-se de suma importância na resolução do problema do lixo. Não se pode deixar de destacar o excelente trabalho da Cooperativa de Catadores de Lixo de Curitiba-PR, os quais, tendo se livrado dos intermediários, conseguem ganhar por mês, em média, R\$ 600,00 reais, segundo dados do jornal Folha de São Paulo (idem).

Embora extremamente importante, sob o enfoque da saúde humana, e do mandamento constitucional da preservação do meio ambiente para as presentes e futuras gerações (*caput* do art. 225 da Constituição Federal de 1988), verificamos que a questão de geração e do descarte dos resíduos sólidos carece, ainda, de uma ampla normatização, isto é, de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos que defina, por exemplo: normas relativas à prevenção de geração, reutilização, manejo, acondicionamento, coleta, reciclagem, transporte, tratamento, reaproveitamento e disposição final dos resíduos sólidos.

Sensíveis ao problema, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) notadamente dispõe de resoluções sobre pilhas/baterias (257/99), pneus (258/99), sobre os resíduos de serviço de saúde (05/93), prevendo *uma série de regras sobre como deve ser feito o descarte e tratamento de tais resíduos, implementando, inclusive, um certo tempo de adaptação através de um calendário de estratégias a serem adotadas.*

É importante mencionar a importância das resoluções do CONAMA, que é um órgão colegiado, inserido no Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), de composição mista, composto por membros do governo, representantes da comunidade indicados livremente pelas associações civis, previstos pela Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (nº 6.938/81, que em seu 8º Artigo inclui, dentre as competências do CONAMA, no inciso VII, a possibilidade de: *“estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos”*.

Pode-se notar que o órgão, além da competência que lhe é dada pela referida Lei 6.938/81, tem legitimidade, o que faz com que suas resoluções sejam acatadas e cumpridas. Porém, ao lado de todos os princípios e regras mencionados, destaca-se a necessidade de desenvolvimento de instrumentos para que se possam implementar tais diretrizes, dentre os quais:

- programas de gerenciamento integrado para reutilização do resíduo;
- adoção de incentivos para quem produzir ou consumir sem deixar passivo ambiental;
- valorização dos resíduos, como já vem ocorrendo em certos municípios nos quais a atividade de catador acabou por “resolver” a situação de muitos que nada tinham e hoje “vivem do lixo”, mas de uma forma “limpa e digna”;
- instituição do Seguro Ambiental para certas empresas que desenvolvam atividades extremamente poluidoras ou arrasadoras;
- Sanções Penais (com a Lei nº 9.605/98 já tivemos a regulamentação de tais sanções);

Dentre os instrumentos citados podemos dizer que o CONAMA acatou, dentre tais inovações, os itens de plano de gerenciamento de resíduos, seguro ambiental, centros de

recepção de resíduos, bolsas de resíduos, instruções de descarte em embalagens (sejam nas atuais ou para as futuras resoluções).

Segundo Sissino & Oliveira (2000) entende-se que se deve *caminhar para uma política de não geração de resíduos*. Porém, em havendo a geração, esta deve ser a mais responsável possível aplicando-se, para a resolução do problema, princípios fundamentais da gestão ambiental em conformidade com regras de proteção do próprio consumidor que, por ignorância, faz um descarte equivocado do produto e depois vem sofrer os danos decorrentes de sua própria conduta.

Deve-se ressaltar que a globalização pode assumir um papel importante na medida em que os produtos ecologicamente corretos podem ser mais valorizados no mercado internacional. Além disso, com base em tratados e convenções internacionais, deve-se firmar a idéia de que os países precisam atuar em sintonia na questão ambiental e não somente querendo resolver os problemas nos limites formais de suas fronteiras, já que a meio ambiente não tem fronteira, e o ar, a água, que são poluídos em determinado país, é os mesmos que circularão no país vizinho. Assim, pode-se concluir que, quanto menos resíduos gerados na produção e no consumo dos produtos, mais economia e redução de custos teremos e, em relação ao meio ambiente, uma melhor qualidade de vida pode-se assegurar.

Durante décadas no Brasil os problemas dos resíduos sólidos (lixos) eram encarados como parte do saneamento básico: água, esgoto e lixo, seguindo esta mesma ordem de importância. O desenvolvimento da consciência ecológica vem dando destaque aos resíduos sólidos, à sua problemática e às suas conseqüências desastrosas para o meio ambiente.

As autoridades brasileiras ainda tratam o lixo como o último tópico do saneamento básico, apesar do crescimento em todo o país dos lixões que abrigam milhares de

trabalhadores em condições sub-humanas, além de propiciarem a contaminação do solo e das águas.

Soluções simples para o tratamento do lixo nos grandes e pequenos centros urbanos brasileiros já provaram ser eficientes. Temos, portanto, que encarar como um problema que necessita de resolução a partirmos para uma solução.

Os passos que levam a solução parcial do problema são:

- Acondicionamento do resíduo sólido (lixo);
- Transporte do resíduo sólido (lixo);
- Coleta seletiva;
- Reciclagem;
- Armazenamento do resíduo final;
- Outros.

Os primeiros passos são o acondicionamento e o transporte do lixo, com o estabelecimento de medidas legais que permitam a organização do sistema de limpeza dando início a um melhor funcionamento de todo o sistema de higienização das ruas e do meio ambiente.

Dentro das residências, estabelecimentos comerciais, hospitalares e indústrias deverão ser feitos os acondicionamentos necessários, pois reduzem as possibilidades de contaminação até o seu destino final. O transporte constitui fase importante e requer boa parte dos recursos financeiros disponíveis, sendo aconselhável fazer a coleta em dias alternados para baixar os custos.

Sissino & Oliveira (2000) afirmam que:

a coleta seletiva é a coleta consciente e fundamental para o melhor aproveitamento do lixo e produz diversas alternativas como a coleta em locais determinados de resíduos específicos destinados a reciclagem; a coleta distinta para os diferentes resíduos domésticos e um amplo incentivo às indústrias de reciclagem, responsáveis pela conta de seu produto primário entre outras alternativas.

A reciclagem, hoje, enfrenta grandes problemas em sua implantação, devido ao seu alto custo. É chegado o momento de discernir se o custo financeiro é maior do que o custo ambiental e até quando o planeta e a qualidade de vida da população serão prejudicados em benefício de alguns que detêm o controle econômico. A evolução tecnológica atual ainda não propicia um grande aproveitamento do lixo restando sempre um grande resíduo final que precisará ser armazenado até que uma utilidade seja atribuída a ele.

Atualmente no Brasil os lixões, a céu aberto, têm sido o local de armazenamento e se mostram altamente ineficientes, sendo o aterro sanitário a solução provisória mais conveniente. Considerações devem ser feitas aos aterros, devido ao seu grau de periculosidade para o solo e as águas, necessitando de estudos rigorosos do tipo de resíduo a ser aterrado e do local destinado para isso.

A sustentabilidade econômica dos serviços de limpeza urbana é um importante fator para a garantia de sua qualidade. Em quase todos os municípios brasileiros, os serviços de limpeza urbana, total ou parcialmente, são remunerados através de uma "taxa", geralmente cobrada na mesma guia do Imposto Predial e Territorial Urbano IPTU, e tendo a mesma base de cálculo deste imposto, ou seja, a área do imóvel (área construída ou área do terreno). Como não pode haver mais de um tributo com a mesma base de cálculo, essa taxa já foi considerada inconstitucional pelo Supremo Tribunal Federal, e assim sua cobrança vem sendo contestada em muitos municípios, que passam a não ter como arrecadar recursos para cobertura dos

gastos dos serviços, que podem chegar, algumas vezes, a mais de 15% do orçamento municipal.

De qualquer forma, em todos os municípios, a receita proveniente da taxa de limpeza urbana ou de coleta de lixo é sempre recolhida ao Tesouro Municipal, nada garantindo sua aplicação no setor, a não ser a vontade política do prefeito.

No Rio de Janeiro, a Companhia de Limpeza Urbana da Cidade do Rio de Janeiro (COMLURB/RJ), empresa de economia mista encarregada da limpeza urbana do Município, praticou, até 1980, a cobrança de uma "tarifa" de coleta de lixo TCL, recolhida diretamente aos seus cofres.

O Supremo Tribunal Federal, entretanto, em acórdão de 4/9/1980, decidiu que aquele serviço, por sua ligação com a preservação da saúde pública, era um serviço público essencial, não podendo, portanto, ser remunerado através de tarifa (preços públicos), mas sim por meio de taxas e impostos. No ano de 2000 a Prefeitura do Rio de Janeiro terminou com a taxa de limpeza urbana e criou a taxa de coleta de lixo, tendo como base de cálculo a produção de lixo per capita em cada bairro da cidade, e também o uso e a localização do imóvel. Conseguiu-se, com a aplicação desses fatores, um diferencial de sete vezes entre a taxa mais baixa e a mais alta cobrada no Município.

De um modo geral, a receita com a arrecadação da taxa, que raras vezes é cobrada fora do carnê do IPTU, representa apenas um pequeno percentual dos custos reais dos serviços, advindo daí a necessidade de aportes complementares de recursos por parte do Tesouro Municipal. A atualização ou correção dos valores da taxa depende da autorização da Câmara dos Vereadores, que de um modo geral não vê com bons olhos o aumento da carga tributária dos munícipes.

A aplicação de uma taxa realista e socialmente justa, que efetivamente cubra os custos dos serviços, dentro do princípio de "quem pode mais paga mais", sempre implica ônus

político que nem sempre os prefeitos estão dispostos a assumir. O resultado dessa política é desanimador: ou os serviços de limpeza urbana recebem menos recursos que os necessários ou o Tesouro Municipal tem que desviar verbas orçamentárias de outros setores essenciais, como saúde e educação, para a execução dos serviços de coleta, limpeza de logradouros e destinação final do lixo. Em qualquer das hipóteses, fica prejudicada a qualidade dos serviços prestados e o círculo vicioso não se rompe: a limpeza urbana é mal realizada, pois não dispõe dos recursos necessários, e a população não aceita um aumento das taxas por não ser brindada com serviços de qualidade. O que se percebe mais recentemente é uma mudança importante na atenção que a gestão de resíduos tem recebido das instituições públicas, em todos os níveis de governo. Os governos federais e estaduais têm aplicado mais recursos e criado programas e linhas de crédito onde os beneficiários são sempre os municípios. Estes, por seu lado, têm-se dedicado com mais seriedade a resolver os problemas de limpeza urbana e a criar condições de universalidade dos serviços e de manutenção de sua qualidade ao longo do tempo, situação que passou a ser acompanhada com mais rigor pela população, pelos órgãos de controle ambiental, pelo Ministério Público e pelas organizações não-governamentais voltadas para a defesa do meio ambiente. Entretanto, em todos os municípios brasileiros, faz-se uma constatação definitiva: somente a pressão da sociedade, ou um prefeito decididamente engajado e consciente da importância da limpeza urbana para a saúde da população e para o meio ambiente, pode mudar o quadro de descuido com o setor. E esse fato só se opera mediante decisão política, que pode resultar, eventualmente, num ônus temporário, representado pela necessidade do aumento da carga tributária ou de transferência de recursos de outro setor da prefeitura, até que a situação se reverta, com a melhoria da qualidade dos serviços prestados, o que poderá, então, ser capitalizado politicamente pela administração municipal.

O problema é constrangedor e precisa de mobilização da comunidade e das autoridades para agilizar o processo de resgate da qualidade de vida do homem e de seu meio. Campanhas que orientam a comunidade, debates nas escolas, fiscalização dos lixões, construções de aterros sanitários, implantação da coleta seletiva em todo o país são algumas das primeiras atitudes que deveriam ser tomadas pelas autoridades, além do incentivo aos grupos ambientais locais que poderiam ajudar na tarefa de fiscalização e divulgação para a sociedade das campanhas desenvolvidas. Se a comunidade e as autoridades locais trabalharem juntas poderão aumentar o padrão de vida da população.

3. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS URBANOS

Resíduos representam o resultado de processos de diversas atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e ainda da varrição pública. Os resíduos apresentam-se nos estados sólidos, semi-sólido e líquido.

Ficam incluídos nesta definição tudo o que resta dos sistemas 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 aqueles líquidos que exijam para isto soluções técnicas e economicamente viáveis de acordo com a melhor tecnologia disponível.

3.1. RESÍDUOS SÓLIDOS

Resíduos sólidos são a denominação genérica para determinados tipos de lixo produzido pelo homem. São representados por materiais descartados por certas atividades humanas.

Os resíduos sólidos podem ser divididos em grupos, como:

1 . Lixo Doméstico — é aquele produzido nos domicílios residenciais. Compreende papel, jornais velhos, embalagens de plástico e papelão, vidros, latas e resíduos orgânicos, como restos de alimentos, trapos, folhas de plantas ornamentais e outros.

2 . Lixo Comercial e Industrial — é aquele produzido em estabelecimentos comerciais e industriais, variando de acordo com a natureza da atividade.

- Restaurantes e hotéis produzem, principalmente, restos de comida, enquanto supermercados e lojas produzem embalagens.
- Os escritórios produzem, sobretudo, grandes quantidades de papel.
- O lixo das indústrias apresenta uma fração que é praticamente comum aos demais: o lixo dos escritórios e os resíduos de limpeza de pátios e jardins; a parte principal, no entanto, compreendem aparas de fabricação, rejeitos, resíduos de processamentos e outros que variam para cada tipo de indústria. Há os resíduos industriais especiais, como explosivos, inflamáveis e outros que são tóxicos e perigosos à saúde, mas estes constituem uma categoria à parte.

3 . Lixo Público — são os resíduos de varrição, capina, raspagem, entre outros, provenientes dos logradouros públicos (ruas e praças), bem como móveis velhos, galhos grandes, aparelhos de cerâmica, entulhos de obras e outros materiais inúteis, deixados pela população, indevidamente, nas ruas ou retirados das residências através de serviço de remoção especial.

4 . Lixo de Fontes Especiais — é aquele que, em função de determinadas características peculiares que apresenta, passa a merecer cuidados especiais em seu acondicionamento, manipulação e disposição final, como é o caso de alguns resíduos industriais antes mencionados, do lixo hospitalar e do radioativo.

Com o crescimento acelerado das cidades, bem como do consumo de produtos industrializados, e mais recentemente com o surgimento de produtos descartáveis, o aumento

excessivo do lixo tornou-se um dos maiores problemas da sociedade moderna. Isso é agravado pela escassez de áreas para o destino final do lixo. A sujeira despejada no ambiente aumentou a poluição do solo, das águas, do ar e agravou as condições de saúde da população mundial. O volume de lixo tem crescido assustadoramente. E umas das soluções imediatas seria reduzir ao máximo o seu volume e o consumo de produtos descartáveis, reutilizá-los e reciclá-los. Para a Natureza e para o homem, os resíduos podem ser, em geral, reciclados e parcialmente utilizados, o que traz grandes benefícios à comunidade, como a proteção da saúde pública e a economia de divisas e de recursos naturais.

O aterro sanitário é um processo de eliminação de resíduos sólidos bastante utilizado. Consiste na deposição controlada de resíduos sólidos no solo e sua posterior cobertura diária. Uma vez depositados, os resíduos sólidos se degradam naturalmente por via biológica até à mineralização da matéria biodegradável, em condições fundamentalmente anaeróbias. O aterro sanitário é uma obra de engenharia que deve ser orientada por quatro objetivos:

- Diminuição dos riscos de poluição provocados por cheiros, fogos, insetos;
- Utilização futura do terreno disponível, através de uma boa compactação e cobertura;
- Minimização dos problemas de poluição da água, provocados por lixiviação;
- Controle da emissão de gases (liberados durante a degradação).

Esse processo tem as seguintes vantagens e desvantagens:

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Processo de baixo custo	Longa imobilização do terreno
Recuperação de áreas degradadas	Necessidade de grandes áreas
Flexibilidade de operação	Necessidade de material de cobertura
Não requer pessoal altamente especializado	Dependência das condições climáticas

Um aterro sanitário é um reator biológico em evolução, que produz:

- Resíduos gasosos: CO₂, metano, vapor d'água, O₂, N₂, ácido sulfúrico e sulfuretos
- Resíduos sólidos: resíduos mineralizados
- Resíduos líquidos: águas leixivadas.

3.2. RESÍDUOS GASOSOS

Os resíduos gasosos resultam das reações de fermentação aeróbia (desenvolvidos na superfície) e anaeróbia (nas camadas mais profundas); a fermentação anaeróbia dá origem a CO₂ e a CH₄(metano), o qual pode ser aproveitado para a produção de biogás.

3.3. RESÍDUOS LÍQUIDOS

Os resíduos líquidos, também chamados leixivados, variam de local para local e dependem de:

- Teor em água dos resíduos

- Isolamento dos sistemas de drenagem
- Clima (temperatura, pluviosidade, evaporação)
- Permeabilidade do substrato geológico
- Grau de compactação dos resíduos
- Idade dos resíduos

Os leixivados tem elevada concentração de matéria orgânica, de azoto e de materiais tóxicos, pelo que deve ser feita a sua recolha e tratamento, de modo a impedir a sua infiltração no solo.

Devido a grande distância que normalmente os aterros sanitários se encontram, tornam muitas vezes inviável o acesso a esse tipo de destino final.

A prática mais generalizada é o enterramento de resíduos em terrenos adjacentes, muitas vezes sem preparação, em solos inadequados e perto de espécies faunísticas e florística de elevada fragilidade, o que dá origem a focos de poluição e de contaminação localizados.

Uma forma de minimizar esses efeitos é a seleção cuidadosa do local (tipo de solo, coberto vegetal, regime hidrológico), sua impermeabilização e seu recobrimento sistemático com terra. A incineração é um processo de combustão controlada (em instalação própria), que permite a redução em volume e em peso dos resíduos sólidos, em cerca de 90 a 60%. Os resíduos são transformados em gases, calor e materiais inertes (cinza e escórias de metal).

Os grandes inconvenientes desse sistema são a:

- Poluição do solo por cinzas e escórias
- A poluição da água pelas águas de arrefecimento das escórias e de lavagem de fumos e pelas escorrências de solos contaminados
- Poluição do ar por cinzas voláteis e dioxinas; estas últimas têm um elevado teor tóxico e são agentes de doenças, nomeadamente hiperpigmentação da pele, danos no

figado, alterações enzimáticas, alterações no metabolismo dos lipídios, nos sistemas endócrinos e imunológicos e feitos cancerígeno.

O reaproveitamento consiste na utilização dos resíduos para subsidiar outras atividades

- Alimentação de animais domésticos (restos de alimentos)
- Produção de fertilizantes - compostagem (resíduos sólidos orgânicos)

3.4. CLASSES DOS RESÍDUOS

Classe 1 - Resíduos Perigosos: são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

Classe 2 - Resíduos Não-inertes: são os resíduos que não apresentam periculosidade, porém não são inertes; podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. São basicamente os resíduos com as características do lixo doméstico.

Classe 3 - Resíduos Inertes: são aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização (NBR-10.007 da ABNT), não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Isto significa que a água permanecerá potável quando em contato com o resíduo. Muitos destes resíduos são recicláveis. Estes resíduos não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo (se degradam muito lentamente). Estão nesta classificação, por exemplo, os entulhos de demolição, pedras e areias retirados de escavações.

Origem	Possíveis Classes	Responsável
Domiciliar	2	Prefeitura
Comercial	2, 3	Prefeitura
Industrial	1, 2, 3	Gerador do resíduo
Público	2, 3	Prefeitura

Serviços de saúde □ 1, 2, 3 □ Gerador do resíduo □ Portos, aeroportos e terminais ferroviários □ 1, 2, 3 □ Gerador do resíduo □ Agrícola □ 1, 2, 3 □ Gerador do resíduo □ Entulho □ 3 □ Gerador do resíduo □ FONTE: ABNT (2000)

3.5. RESÍDUOS TÓXICOS

São considerados resíduos tóxicos as pilhas, baterias, tintas e solventes, remédios vencidos, lâmpadas fluorescentes, inseticidas, embalagens de agrotóxicos e produtos químicos, as substâncias não biodegradáveis estão presentes nos plásticos, produtos de limpeza, em pesticidas e produtos eletroeletrônicos, e na radioatividade desprendida pelo urânio e outros metais atômicos, como o cézio, utilizados em usinas, armas nucleares e equipamentos médicos. O cádmio, níquel, mercúrio e chumbo são os principais contaminantes. A separação adequada desses materiais é muito importante para evitar a contaminação do solo e dos lençóis freáticos.

As pessoas devem tomar alguns cuidados básicos para embalar este tipo de resíduo: acondicionar em sacos plásticos bem fechados guardá-los em local arejado e protegidos do sol, das crianças e dos animais. Os materiais que podem ser reciclados são encaminhados a Centrais de Tratamento específicas. Os medicamentos vencidos, restos de tinta e verniz, e embalagens de inseticidas, que ainda não podem ser reciclados, ficam armazenados no aterro industrial em condições adequadas, para evitar a contaminação do meio ambiente. Esses resíduos são tratados por meio de encapsulamento.

Reciclar é economizar energia, poupar recursos naturais e trazer de volta ao ciclo produtivo o que jogamos fora. A palavra reciclagem foi introduzida ao vocabulário internacional no final da década de 80, quando foi constatado que as fontes de petróleo e outras matérias-primas não renováveis estavam e estão se esgotando. Para compreendermos a reciclagem, é importante "reciclarmos" o conceito que temos de lixo, deixando de enxergá-lo como uma coisa suja e inútil em sua totalidade. O primeiro passo é perceber que o lixo é fonte de riqueza e que para ser reciclado deve ser separado. Ele pode ser separado de diversas maneiras, sendo a mais simples separar o lixo orgânico do inorgânico (lixo molhado/ lixo seco).

Na natureza nada se perde. Seres vivos chamados decompositores comem material sem vida ou em decomposição. Eles dividem a matéria para que ela possa ser reciclada e usada de novo. Esse é o chamado material biodegradável. Quando um animal morre, ele é reciclado pela natureza. Quando um material é dividido em pequenas peças, as bactérias e fungos, os mais importantes decompositores, já podem trabalhar.

A decomposição aeróbia é mais completa que a anaeróbia por gerar gás carbônico, vapor de água e os sais minerais, substâncias indispensáveis ao crescimento de todos os vegetais, o qual gera o húmus, ótimo adubo para o solo.

No processo anaeróbio, são gerados os gases (metano e sulfídrico), que causam um odor desagradável; a decomposição anaeróbia produz um líquido escuro denominado chorume (líquido com grande quantidade de poluentes) encontrado normalmente no fundo das latas de lixo. Este chorume é o principal causador da contaminação dos rios e do lençol freático.

Já matéria orgânica encontrada nos RSU, a qual pode ser transformada, pelo sistema de compostagem, em composto orgânico, além de ser um condicionador de solos, aumenta a estabilidade do pH e auxilia na recuperação de solos degradados, pois a maioria

dos municípios têm solo pertencente a subclasse VI de capacidade de uso da terra para fins conservacionistas, ou seja, são solos salinos, com baixa capacidade de armazenamento de água, umidade excessiva, medianamente erodidos e suscetíveis a erosão. Também a aplicação de composto orgânico permite aumentar o rendimento da adubação mineral em até 70%. Tais procedimentos são alternativos para o aproveitamento dos resíduos orgânicos, reduzindo os impactos ambientais causados quando dispostos inadequadamente.

A questão do tratamento e/ou aproveitamento dos RSU é a mais problemática, pois a maioria dos municípios não processa seus resíduos. Existe uma confusão, por parte das prefeituras municipais, com relação a disposição final –aterro sanitário, pois a maioria, utiliza o termo aterro controlado, como aterro sanitário e, no entanto, o que se verifica é um lixão controlado (resíduos sólidos cobertos com terra, quando necessário, não levando em consideração as poluições do solo, águas e ar) e não um aterro sanitário seguindo procedimentos de acordo com a ABNT - NBR 8.419/84.

Uma das possibilidades alternativas para as soluções dos problemas de RSU na microrregião seria um ou vários consórcios intermunicipais, com propostas adequadas para o tratamento e disposição final dos resíduos sólidos. Esta proposta poderia ser com relação à implantação de usina de reciclagem/compostagem ou de triagem (incluindo coleta seletiva e educação ambiental) e construção de aterro sanitário, localizados em municípios com facilidade de escoamento dos materiais recicláveis e composto orgânico matéria orgânica, a qual pode ser transformada, pelo sistema de compostagem, em composto orgânico.

4. COLETA E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

O gerenciamento integrado dos serviços de coleta pública e disposição dos resíduos sólidos deve ser desenvolvido segundo as exigências de controle ambiental na área urbana e da gestão sustentável de recursos ambientais naturais, como mananciais hídricos de superfície e aquíferos subterrâneos; e buscar adequar as ações administrativas em saneamento e saúde coletiva, afetada pela disposição do lixo gerado no município.

Em acréscimo, uma proposta de gerenciamento integrado para coleta pública e disposição dos resíduos sólidos urbanos municipais deve estimular o envolvimento da comunidade destinatária dessas ações, na discussão de propostas de planejamento e gestão das soluções a serem implementadas.

A disseminação e consolidação da conscientização comunitária a respeito dos princípios básicos orientadores da gestão e disposição de resíduos sólidos urbanos deve ser buscada, como meta da administração municipal. Assim, o princípio dos três R (reduzir, reutilizar, reciclar) deve ser assumido como meta para planejamento e gestão da coleta pública e disposição municipal dos resíduos sólidos.

A coleta de lixo urbano domiciliar e em geral (industrial, hospitalar, logradouros públicos) é deficiente no município estudado em termos da abrangência do universo dos

usuários dos serviços, da segurança dos procedimentos e operações executadas, tanto para os operadores quanto para o meio ambiente e dos recursos materiais, humanos, gerenciais e técnicos. Entretanto, verificou-se ser o quadro geral, no Estado de Goiás e no Centro Oeste, mediano, no âmbito da Federação, em termos dos serviços oferecidos.

A insuficiência dos recursos financeiro-orçamentários gerados autonomamente no território municipal e a limitada produção de excedentes econômicos sob controle de agentes locais fazem as soluções administrativas para os problemas locais dependerem de mecanismos de financiamento público fora da esfera municipal.

A principal carência, em termos de segurança e equilíbrio homem-ambiente natural, referenciada pelas autoridades locais consultadas foi a falta de um local apropriado e dotado de meios técnicos para a disposição final dos resíduos sólidos produzidos na área urbana. Mas, pudemos avaliar, essa é apenas a ponta final de um ciclo produção/tratamento/disposição final deficiente e inadequado.

Percebe-se em paralelo a insuficiência de meios técnicos, administrativos e gerenciais para o enfrentamento da solução sob a ótica de autonomia municipal, que, não obstante, pode estar em vias de equacionamento no médio-longo prazo, a depender, em nossa avaliação preliminar, de:

- Priorização pelos poderes públicos locais;
- Arregimentação de meios e recursos técnicos e financeiros suficientes;
- Constância, regularidade e continuidade da ação administrativa.

Davis & Cornwell (1999) afirmam que:

Rejeitos e resíduos sólidos podem ser usados como sinônimos embora sua classificação possa diferir. Resíduos sólidos é terminologia preferida. As fontes, a natureza do material descartado, ou o tipo do material, servem como parâmetros classificatórios.

Davis & Cornwell (1999) reafirmam que

Lixo são resíduos de origem animal e vegetal originado da manipulação, preparação, cozimento e consumo de comida. Compõe-se de matéria orgânica putrescível e de umidade. Excluem-se desse conceito genérico os resíduos oriundos do processamento industrial de alimentos, como abatedouros, fábricas de conservas de pescado, instalações de empacotamento e outras; ou grandes quantidades de alimentos deteriorados.

Com base em peso, e para o Brasil, apresenta-se a seguinte composição típica:

Material orgânico	10 a 55%
Material inerte	25 a 50%
Papel e papelão	15 a 55%
Metais	2 a 10%
Vidros e material cerâmico	2 a 10%
Plásticos	3 a 6%

Fonte: FUNDACENTRO, pg. 91.

Davis & Cornwell (1999) consideram:

o primordial objetivo da gestão da coleta e disposição de resíduos sólidos, no meio urbano, é a remoção de materiais descartados de locais habitados, em tempo para prevenir a propagação de doenças, reduzir o risco de incêndios e o mal-estar estético originado da putrefação da matéria orgânica. Outro objetivo, de igual importância, é a disposição dos materiais descartados de forma ambientalmente aceitável.

As decisões relativas à formulação de uma política de gerenciamento de resíduos sólidos desdobram-se nas seguintes áreas: a coleta, o transporte, o processamento e a disposição. Ao projetar um sistema de coleta, uma decisão importante é a relativa ao local de onde o lixo será coletado: no meio fio ou no interior das residências.

Esta definição afeta muitas variáveis, como os meios de depósito ou guarda do lixo, a equipe de coleta, os equipamentos utilizados. A frequência da coleta também. Tanto o ponto de coleta quanto a frequência devem ser examinados sob a ótica do seu impacto nos custos de coleta do sistema. Sistemas em que a coleta ocorra uma vez por semana e junto ao meio-fio otimizam a produtividade da mão – de – obra e resultam em menores custos frente a sistemas com frequência maior e coleta no interior dos domicílios.

De acordo com Pólo (2001):

Em regiões mais quentes, a coleta duas vezes por semana é considerada essencial. A escolha dos meios de depósito ou guarda ("*containers* ") também merece ser avaliada em termos dos impactos ambientais decorrentes e custos envolvidos, pois certos meios podem apresentar problemas sanitários e de segurança para os agentes de coleta, ou para o público em geral (Um exemplo e analogia de como meios de acondicionamento ou guarda podem acarretar nocividade ao conteúdo é a notícia de que o Ministério da Agricultura estuda a publicação de Portaria banindo o uso das tradicionais caixas de madeira usadas na colheita e transporte de frutas, legumes e verduras, de difícil higienização pós e pré-uso e que podem levar à perda da qualidade do produto. Essa regulamentação vem no bojo da nova lei de classificação de produtos hortifrutícolas.

Outro aspecto a considerar, quanto a alternativas de guarda e acondicionamento, é a separação domiciliar dos diversos materiais recicláveis, que depende, para sua viabilização, do preço de mercado local para os recicláveis e o nível de participação comunitária.

Mais outro aspecto a considerar, decorrente da distância entre o local de disposição e o centro da cidade, é o da conveniência de haver uma estação de transbordo

("transfer station"), no subsistema de transporte do lixo. O transporte direto para um aterro sanitário é comumente a alternativa de disposição do lixo mais barata, tanto em termos operacionais quanto em dispêndio de capital.

O gerenciamento de políticas municipais de coleta de resíduos sólidos dá lugar a decisões tomadas pelos representantes políticos eleitos, sobre a coleta ser feita por empregados municipais, firmas privadas contratadas pela administração, firmas privadas contratantes diretamente junto aos usuários. Outras decisões a tomar pelos representantes políticos eleitos dizem respeito à frequência da coleta e ao tipo de lixo recolhido, que pode ser todo tipo de lixo ou ter algum dos tipos excluídos da coleta pública.

Geralmente, esforços para aprimoramento se concentram sobre o subsistema de disposição do lixo. Considere-se, a respeito do subsistema de coleta de resíduos sólidos, ser ele muito grande, complexo, e vital, para admitir experimentos, exceto se em escala muito limitada. Técnicas para avaliação e otimização de subsistemas de coleta requerem quantidades imensas de dados ou baseia-se em suposições supersimplificadas.

Pode-se, por exemplo, realizar uma análise detalhada do processo de coleta, acompanhando durante toda uma jornada de trabalho a equipe de coleta, e registrando os dados observados em uma planilha, que demonstrará quanto tempo é despendido em cada tarefa. Pode-se, ainda, utilizar método de estimativa grosseira ("quick and dirty"), valendo-se de indicadores como tamanho da equipe, capacidade de carga do veículo de coleta, custo da mão-de-obra e de capital, e construindo fórmulas simplificadas em base a médias de tempo de coleta e outras suposições generalizantes. Por exemplo, se um gari recolhe o lixo de um domicílio em um minuto, dois garins despenderão meio minuto.

Segundo Davis & Cornwell (1999):

A Environment Protection Agency - EPA (EEUU) estabeleceu um método simples, heurístico, baseado em princípios lógicos, para orientar o trajeto ("routing") da coleta:

1. o trajeto não deve ser fragmentado ou superposto. Cada rota deve ser compacta, consistindo de trechos de ruas compreendidos em uma mesma área espaciais.
2. A coleta total e o tempo de transporte devem ser razoavelmente constantes para cada rota em uma comunidade servida ("equalized workloads").
3. A rota de coleta deve iniciar tão próxima da saída dos veículos quanto possível, levando em conta locais e períodos de tráfego intenso e ruas de mão única.
4. Locais de tráfego intenso não devem ser atendidos durante as horas de rush.
5. Ruas de mão única devem ter o serviço iniciado próximo à parte mais elevado da rua, e vir descendo até a conversão.
6. Serviço em ruas sem saída pode ser considerado como serviço no segmento da rua com que façam esquina, já que somente são atendidas quando se trafega inicialmente nessa rua. Para evitar conversões à esquerda do motorista ou reduzi-las, a coleta em ruas sem saída se dá quando estas estiverem à direita do veículo. A coleta se faz descendo a rua, dando ré, ou fazendo a conversão ao final. Quando possível, atendimento aos pontos de coleta em ladeiras acentuadas será feito em ambos os lados da rua, enquanto o veículo desce, por razões de segurança, facilidade, velocidade da coleta, carga no veículo, e economia de combustível.
7. Locais mais altos devem situar-se no início do trajeto.
8. A coleta feita em um lado da rua de cada vez é melhor se houver volta em torno da quadra, no sentido horário, para minimizar conversões à esquerda, que geralmente são mais difíceis e consomem mais tempo.
9. A coleta feita em ambos os lados da rua de uma vez é melhor seguindo caminhos diretos, longos, antes de retornar no sentido horário.
- 10 Para certas configurações de quadra a ser atendida, padrões específicos de roteiro devem ser aplicados.

Aterros sanitários são locais para deposição dos resíduos sólidos no solo utilizando um método de disposição que minimize riscos ambientais por meio da dispersão desses resíduos no menor volume praticável, compactando material de cobertura ao final de cada dia de trabalho (DAVIS & CORNWELL).

A escolha da localização para o aterro é talvez o obstáculo mais difícil de superar, pois a resistência dos habitantes nas proximidades do local escolhido elimina muitos sítios potenciais. A escolha da localização para o aterro sanitário levará em conta as seguintes variáveis: 1) Oposição do público. 2) Proximidade a rodovias principais. 3) Limites de velocidade de tráfego. 4) Limites de capacidade de carga nas rodovias. 5) Capacidade das pontes trafegadas. 6) Viadutos. 7) Padrões de tráfego e congestionamento. 8) Tempo consumido no transporte. 9) Retornos. 10) Hidrologia. 11) Disponibilidade de material para cobertura. 12) Clima (ex.:enchentes; deslizamentos de barreiras, neve). 13) Zoneamento. 14) Áreas de proteção ("buffer áreas") . 15) Sítios históricos, espécies ameaçadas de extinção, e outros fatores ambientais relevantes. Exige-se ainda observar critérios de localização, dentre os quais: situar-se a 30 (trinta) metros de cursos d' água; 160 (cento e sessenta) metros de poços de água potável; 65 (sessenta e cinco) metros de casas, escolas e parque; 3.000 (três mil) metros de pistas de aeroportos.

Para estimar o volume exigido para um aterro, faz-se necessário conhecer a quantidade de resíduos produzidos e a densidade dos rejeitos compactados, in situ. O volume de rejeitos difere notadamente de uma cidade para outra, em razão das condições específicas de cada localidade. Uma fórmula é recomendada para estimativa do volume anual exigido por Salvador (1972) apud Davis & Cornwell (1999):

$$L_F = PEC/D_c$$

Onde:

$$L_F = \text{VOLUME DO ATERRO, m}^3$$

$$P = \text{POPULAÇÃO.}$$

Vetores (transmissores de doenças) e poluição da água e do ar não devem ser problemas para um aterro adequadamente operado e mantido. Resíduos bem compactados e o material de cobertura são os fatores mais importantes para o controle de insetos e roedores. A

queima, que pode causar poluição do ar, jamais é permitida em um aterro sanitário. Mau-cheiro é controlado pela cobertura efetuada rápida e cuidadosamente e com a vedação de quaisquer gretas que possam desenvolver-se.

Os gases da decomposição bacteriana dos rejeitos são metano, nitrogênio, dióxido de carbono, hidrogênio, sulfeto de hidrogênio. Nos primeiros anos de vida de um aterro, o gás predominante é dióxido de carbono, enquanto nos anos finais de vida são, em proporções quase iguais, dióxido de carbono e metano, o qual é explosivo. Alguns aterros têm poços construídos para coletar o metano para uso local e comercial como fonte energética. A recuperação do metano produzido nos aterros pela decomposição anaeróbica é possível com o uso de equipamento de processamento de gás.

Embora seja possível obter metano de aterros sanitários com dimensões mínimas de 11 (onze) hectares, pelo custo do investimento e pela complexidade dos equipamentos de processamento de gás, apenas em aterros de área superior a 65 (sessenta e cinco) hectares torna-se econômico. O gás produzido é de baixa potência calorífica ($18,6 \text{ MJ/m}^3$), mas pode ser, mediante processos adequados, transformado em gás com potência calorífica de $37,3 \text{ MJ/m}^3$.

O controle do chorume produzido pelos aterros visa impedir a contaminação do lençol freático e regulamentos rigorosos exigem diversas camadas coletoras de chorume. Verificou-se em geral que a quantidade do chorume está em função direta da quantidade de água exterior que ingressa no aterro. Aterros sanitários cuja vida útil tenha sido completada exigem manutenção, consistindo primariamente de regularização da superfície para boa drenagem e o preenchimento de pequenas depressões para evitar formação de poças e infiltração. A cobertura final de solo deve ter 60 (sessenta) centímetros de espessura.

Para Davis & Cornwell (1999)

Aterros em desuso podem ter destinação para fins recreativos como parques, área de esportes ou campos de golfe. Estacionamentos e áreas para depósito ou jardins botânicos são outros usos finais possíveis. Deve-se evitar a construção de prédios sobre aterros, pela possível instabilidade do solo decorrente da formação de gases.

Nas atuais condições de mercado e de contabilização de custos, a conservação de recursos naturais e a recuperação de recursos naturais, salvo em condições locais favoráveis, custa mais do que simplesmente aterrar resíduos sólidos e rejeitos, o que representa desincentivo para a conservação dos recursos naturais.

Para Davis & Cornwell (1999):

Das diversas técnicas de conservação de recursos e de sua recuperação (RC & R se pode esperar compensar os custos adicionais acrescidos aos das práticas convencionais e ampliar a vida útil dos aterros com baixo custo. Por isso, "recuperação pela recuperação" ou "recuperação de energia pela recuperação de energia" são estratégias limitadas).

Tecnologias de RC & R de baixa complexidade: Substituir produtos descartáveis por produtos reutilizáveis é viável e a legislação exigindo reembolso ou depósitos para recipientes de bebidas tem tido sucesso e não acarreta perda de postos de trabalho; que quando ocorre é compensada pelo crescimento dos negócios e por novos postos de trabalho em outros setores da economia. O reprocessamento de rejeitos para recuperar uma matéria prima, em seu nível mais baixo, envolve a separação dos materiais na fonte de descarte pelo usuário. Ocorre em instância apropriada e requer dispêndio mínimo de energia. Opções válidas para adoção da prática são: 1. Centros de coleta ("drop-off centers") ; 2. Coleta domiciliar ("curbside collection"); 3. Instalações para processamento de material; 4. Compostagem de folhas secas e restos de jardinagem; 5. Coleta e processamento de grandes

volumes ("bulky waste collection and processing"); 6. Recuperação de pneus. É possível a municipalidade manter instalação para processamento e recuperação de materiais, sendo os recicláveis coletados e levados para uma central de manipulação, para separação mecânica e intensiva em trabalho.

Tecnologias de RC & R de média complexidade: Projeto de produto ("product design"). Exemplos: evitar o consumo de sacos de polietileno para embalar compras de supermercados, substituindo o material mais fino e menos resistente por outro de espessura levemente maior do que o antes utilizado. Pneus podem ser triturados e utilizados em usinas de asfalto (Pneus automotivos são sério problema para reciclagem, pois além da borracha com que são fabricados neles existem mantas internas metálicas de reforço).

Davis & Cornwell (1999) afirmam serem materiais problemáticos para disposição em aterros (p. 630). Observação pessoal do autor indica serem possíveis de aproveitamento como meios de contenção de encostas de terra, possibilitando a estabilização de taludes e o plantio neles de grama). A compostagem é um processo de elaboração de material assemelhado ao húmus por meio de estabilização aeróbica de materiais orgânicos nos resíduos sólidos.

Compostagem não produz um bom fertilizante, pois o material resultante apresenta menos de 1% (um por cento) de nutrientes como fósforo, nitrogênio e potassa. Entretanto, serve para melhorar a estrutura do solo, aumentar a capacidade do solo reter umidade, reduzir a perda de nitrogênio solubilizado, e aumentar a capacidade de absorção do solo ("soil buffer capacity").

Para Davis & Cornwell (1999)

Tecnologias de RC & R de alta complexidade: Desde 1970 tem-se buscado explorar tecnologias inovadoras de alta complexidade para a recuperação de recursos. O descompasso encontra-se exatamente no custo energético dessas tecnologias e o valor do combustível obtido dos resultados sólidos aproveitados. A não ser que o lixo municipal urbano tenha dele removidos metais e vidros e seja reduzido a particulado, não poderá alimentar usinas termoeletricas convencionais.

Assim, ressalta-se que um dos maiores problemas nos países desenvolvidos é o tratamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) que, pelo seu aumento crescente, criam um sério problema ambiental e econômico. O método mais comum para tratamento de RSU não recicláveis é o aterro, mas este causa muitos problemas tais como a emissão de odores e a contaminação das águas e dos solos. Além disso, os elementos tóxicos presentes nos resíduos originais continuam ainda presentes no aterro, de forma não controlada e desconhecida. Assim, a incineração de RSU tem sido considerada um método de tratamento alternativo, especialmente em países com grandes densidades populacionais e onde o espaço para aterros é limitado. A incineração de RSU resulta numa elevada redução do volume de resíduos, podendo chegar a atingir aproximadamente 90%, o calor proveniente da queima é usado na produção de energia (vapor, eletricidade), não causa problemas de maus cheiros e é considerado um método efetivo para tratamento de resíduos, que não causa problemas de saúde pública.

CONCLUSÃO

Uma das conseqüências da generalização da sociedade de consumo é a tendência para a uniformização dos padrões de consumo, e logo da produção de resíduos. Num mesmo contexto socioeconômico, as populações têm comportamentos típicos, e em média, bastante previsíveis, pelo que, numa forma geral, é possível caracterizar os resíduos por elas produzidos.

Resíduos industriais não-inertes não deveriam ser depositados livremente em aterros controlados sem os cuidados necessários. Esses resíduos apresentam propriedades que podem comprometer a área onde o aterro está localizado e áreas sob sua influência, como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água (ABNT, 1987c).

Diante deste quadro, a perspectiva de constituir-se uma Política Nacional para estabelecer princípios, objetivos e instrumentos, bem como diretrizes e normas para o gerenciamento dos resíduos no país, é de extrema relevância. Mais relevante ainda é o fato dessa política definir um papel para o Estado na direção de um desenvolvimento socialmente justo e ambientalmente sustentável.

O projeto de lei da Política Nacional está sendo intensamente debatido por inúmeros setores sociais interessados na implementação de uma legislação que não apenas regule o funcionamento desta área, mas principalmente institua leis que resultem em

mudanças na situação dos resíduos sólidos em nível federal, estadual e municipal. Portanto, está em questão a regulamentação de sistemas de tratamento de todos os resíduos gerados e, também, a instituição de responsabilidades bem definidas, segundo os tipos de resíduos. É importante ressaltar que além dos resíduos comuns, aqueles denominados no Projeto de Lei, como especiais: industriais e de mineração, de serviços de saúde, rurais, de transportes, radioativos,

de construção civil, do comércio e de serviços, tecnológicos, pneumáticos, de explosivos e armamentos, de embalagem, de esgoto. Este é um ponto chave que envolve mudanças em toda cadeia produtiva, tendo em vista a busca de um novo paradigma – o da sustentabilidade ambiental. A responsabilização das indústrias envolve desde o processo de produção de bens e serviços até o pós-consumo, o que deverá levar à revisão de processos produtivos com vistas à redução da geração de resíduos. Esta abordagem requer do setor produtivo uma redefinição e uma nova postura quanto às matérias-primas utilizadas e quanto ao perfil de produtos oferecidos no mercado.

A proposta que está sendo defendida em âmbito mundial e em diversos fóruns e redes sociais no país, aponta para a não produção de novos materiais e produtos que exijam tecnologias novas de fabricação e de reciclagem, visto que os dois processos exigem aportes de matérias-primas e energia cada vez maiores. Outra via para a redução é estimular a produção de bens com alta durabilidade e integralmente recicláveis.

Trata, assim, de instituir-se leis que não induzam apenas à diminuição do volume de resíduos gerados, mas à redução da quantidade (massa) produzida, pois está em questão contemplar uma transformação mais ampla e conseqüente com patamares sustentáveis de produção e consumo.

O princípio da redução precede o da reutilização e o da reciclagem e acima de tudo prescinde da incineração de materiais. Este último método de tratamento consiste na

queima dos resíduos, seja como forma de destino final, seja como forma de recuperação energética. Cabe lembrar que no processo de incineração, os resíduos não desaparecem, apenas são transformados em cinzas, líquidos e gases contaminantes.

No Brasil, 60% da composição dos resíduos é matéria orgânica. Para obter-se energia a partir da queima de resíduos, é preciso injetar mais combustível, dada a expressiva presença de resíduos orgânicos (misturados aos inorgânicos), elevando os custos da incineração. Além disso, quanto mais energia se quer recuperar, menor será a velocidade de resfriamento da queima, o que implica num aumento da quantidade de compostos tóxicos formados – como organoclorados (furanos e dioxinas), causadores de câncer e outros graves danos à saúde humana. Outro argumento para que não se permita a instalação de incineradores, em lei, são seus altos custos.

As plantas destes equipamentos requerem investimentos entre um milhão e setecentos milhões de dólares. Um volume de recursos deste porte termina por “obrigar” a continuidade no funcionamento do incinerador como justificativa de não perder os investimentos feitos, mesmo que o equipamento traga problemas ambientais e de saúde. Cabe lembrar que o município, ao adquirir este tipo de instalação, contrai uma dívida que deverá ser paga ao longo de vinte anos. Assim, governos, que não escolham esta modalidade de destinação, acabam herdando este tipo de dívida. Mais grave ainda são as implicações sobre os programas de recuperação e reciclagem.

Depois que se gastou cifras exorbitantes para incinerar, torna-se praticamente inviável o desenvolvimento de outras políticas mais conseqüentes para a destinação ambientalmente adequada dos materiais pós-consumo: a reutilização e a reciclagem. A lógica de operação do incinerador exige que uma quantidade significativa de resíduos seja queimada, para que não opere com capacidade ociosa. A título de exemplo, nos Estados Unidos, nos últimos dez anos, houve uma grande campanha pública para não se construir mais

incineradores e, hoje, discute-se um plano para desativação das plantas existentes. Da mesma forma que não se deve priorizar a destinação de materiais recicláveis para aterros sanitários, não cabe investir recursos para a queima de resíduos. Melhor e mais adequado é usar estes recursos para apoiar uma política social que gere trabalho e renda.

O Brasil conta apenas 451 municípios, 8% do total (IBGE, 2000), com programas de coleta seletiva executada pelo poder público. Entretanto, não está dimensionada e devidamente valorizada a coleta seletiva operada pelos catadores e catadoras que, há pelo menos 50 anos, atuam na limpeza urbana e como agentes ambientais, recuperando materiais recicláveis. A importância de se valorizar o trabalho destes trabalhadores, está em promover-se o desenvolvimento de políticas sociais, econômicas e ambientais. O potencial econômico dos materiais que hoje são desperdiçados é enorme. São milhares de postos de trabalho que poderão ser criados, se estabelecidas metas na Política Nacional para a reciclagem de embalagens, a responsabilidade social empresarial e sistemas públicos com inclusão social para a coleta seletiva das mesmas.

Esta valorização deve explicitar-se na Política Nacional de Resíduos Sólidos através: 1) do reconhecimento do catador como profissional apto a realizar a coleta seletiva, triagem, beneficiamento, comercialização e reciclagem de materiais reaproveitáveis, orgânicos e inorgânicos; 2) da destinação de recursos do Fundo Federal de Resíduos Sólidos, previsto no Projeto de Lei em debate, prioritariamente para aqueles municípios que implementarem sistemas de recuperação de recicláveis integrando os catadores de lixões e de ruas, organizados em cooperativas ou associações autônomas; 3) e do apoio do poder público municipal a programas de capacitação técnico-gerencial e também de formação para o desenvolvimento integral dos catadores e catadoras que atuarem como profissionais independentes e ao mesmo tempo remunerados.

Diversas modalidades de funcionamento de sistemas de coleta de materiais recicláveis poderão ser implementadas paralelamente a um sistema público de coleta seletiva de caráter associativista, com inclusão social. Os grandes geradores, supermercados, shoppings, clubes, etc poderão contratar cooperativas de trabalhadores para coletarem seletivamente seus materiais. As empresas poderão separar seus materiais e doarem às cooperativas operadas por catadores ou por outros trabalhadores. Incentivos fiscais seria uma forma de viabilizar estas modalidades de economia solidária.

Ainda que priorizando o segmento dos catadores e catadoras de recicláveis quando da implantação de políticas públicas para o reaproveitamento de resíduos, outros agentes econômicos estarão participando do processo de recuperação de materiais pós-consumo. Por fim, outra responsabilidade do setor empresarial na perspectiva da sustentabilidade ambiental, é a instituição de metas para a reutilização de embalagens de produtos que possam ser retornáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Amostragem de Resíduos - Procedimento - NBR 10.007. Rio de Janeiro: ABNT. 1987a.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Lixiviação de Resíduos - Procedimento - NBR 10.005. Rio de Janeiro: ABNT. 1987b.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Resíduos Sólidos - Classificação - NBR 10.004. Rio de Janeiro: ABNT. 1987c.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Solubilização de Resíduos - Procedimento - NBR 10.006. Rio de Janeiro: ABNT. 1987d.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Sistema de Gestão Ambiental - Diretrizes Gerais sobre os Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio - NBR ISO 14.004. Rio de Janeiro: ABNT. 1996.
- AMORIM, V. P. Resíduos Sólidos Urbanos: o problema e a solução. Brasília: Roteiro Editorial, 1996. 290 p.
- APHA (American Public Health Association). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington, DC: APHA. 1995.
- BERTRAN, P. História da terra e do homem no Planalto Central: Ecohistória do Distrito Federal: do indígena ao colonizador. Brasília: Verano, 2000. 270 p.
- BRAILE, P. M. & CAVALCANTI, J. E. W. A., 1993. Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.
- BRASIL. SEPURB - Secretaria de Política Urbana - MPO. Orientações Básicas para Organizar um Serviço de Limpeza Pública em Comunidades de Pequeno Porte. S/d. 41 p

- CLEMENTE, I. Maioria dos municípios ignora IPTU. Folha de São Paulo, 18 de abril de 2000. Cotidiano, pg. C12
- COMLURB (Companhia Municipal de Limpeza Urbana). Projeto de Recuperação do Aterro Metropolitano de Gramacho. Rio de Janeiro: COMLURB. (mimeo.) 1993.
- CRETILLA Jr., J. Do ato administrativo. 2.ed. São Paulo: José Bushatisky Editor, 1987. 357 p.
- DAVIS, M. L. et al. Introduction to Environmental Engineering. 2. ed. New York: McGraw Hill, 1999. 822 p.
- EPA (Environmental Protection Agency). Test Methods for Evaluating Solid Waste Physical/Chemical Methods - SW 846. Richmond: EPA/National Technical Information Service. 1996.
- FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente). Sem reciclagem o lixo ainda atormenta e reduz qualidade de vida. Revista FEEMA, 20:34-40. 1998.
- FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente). Gestão de Resíduos - Relatório Semestral de Atividades do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara - Setembro/2000. Rio de Janeiro: FEEMA. (mimeo.). 2000.
- GOMES, P. C. R., comunicação pessoal, planilhas para avaliação do custo de descarte, composições de resíduos, potencial de redução na fonte, potencial de reciclagem, Módulo I - Planejamento urbano, meio ambiente e gestão, UnB/CIORD, Curso de Pós-graduação "Gestão Ambiental e Ordenamento Territorial I", mimeo, Brasília, 2000
- IBGE. Censo Demográfico 2000: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. 172 p.
- PAVIANI, A. Brasília: a metrópole em crise: ensaios sobre urbanização. Brasília: UnB, 1989. 113 p.
- PEREIRA NETTO, A. D.; SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. & ARBILLA, G.. Polycyclic aromatic hydrocarbons in leachate from a municipal solid waste dump of Niterói city, RJ, Brazil. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 68:148-154. 2002.
- PHILIPPI JUNIOR, A.,(org). Saneamento do Meio. Fundacentro. 1^a ed., 3^a reimp. São Paulo: Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental, 1988. 235 p.
- POLO, E. Lei pode incentivar embalagem de papelão. Valor Econômico. São Paulo, 20 de maio de 2001. Agronegócios, p B10.
- RICHARDSON, M. L. & GANGOLLI, S. The Dictionary of Substances and their Effects. Northamptonshire: Royal Society of Chemistry. 1999.
- SHREVE, R. N. & BRINK Jr., J. A. Indústrias de Processos Químicos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1997.

SILVA, J. A. da, *Direito Urbanístico Brasileiro*, 2.ed. rev. e atual.. São Paulo: Malheiros. 421

p.

SISINNO, C. L. S. & MOREIRA, J. C.. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu. *Cadernos de Saúde Pública*. Niterói., 12: 515-523. 1999.

SISINNO, C. L. S. & OLIVEIRA, R. M.. Impacto ambiental de grandes depósitos de resíduos sólidos urbanos e industriais. In: *Resíduos Sólidos, Ambientes e Saúde: Uma Visão Multidisciplinar* (C. L. S. Sisino & R. M. Oliveira, org.), pp. 41-57, Rio de Janeiro: Fiocruz. 2000.

SOARES, Ana Paula Macedo; GRIMBERG, Elisabeth. *Desenvolvimento Urbano*. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Publicado originalmente como DICAS nº 109 em 1998.

VALOR ECONÔMICO, Especial, Maioria dos municípios não dispõe de plano diretor, Quarta-feira, 18 de abril de 2001, pag. A10

VIVEIROS, M. Conselho proíbe ampliação de aterro. Folha de São Paulo, Cotidiano; 9 de maio de 2001, pg. C12