

CONCEITOS, MÉTODOS E PROPOSTAS ALTERNATIVAS NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

João Paulo Meira Marinho¹

RESUMO

Sério problema para os órgãos responsáveis pela limpeza pública e para toda a sociedade, o acúmulo de resíduos de toda espécie acaba dando origem ao lixo urbano, que carece de um destino final adequado. Infelizmente, devido à ausência de recursos técnicos e financeiros, bem como, muitas vezes, de vontade política e conhecimento técnico, o trabalho de ordenar a disposição dos resíduos fica prejudicado, e o lixo acaba, diversas vezes, sendo lançado diretamente no solo, no ar e nas águas, provocando a poluição do ambiente e reduzindo a qualidade de vida da sociedade. Neste artigo busca-se apresentar uma revisão conceitual da gestão dos resíduos sólidos, destacando que a responsabilidade dessa ação não deve ser atribuída unicamente ao poder público, mas a todos os atores sociais, aos quais cabe elaborar propostas alternativas para a questão apresentada. Metodologicamente, para atingir os objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa exploratória de cunho bibliográfico, o que classifica este artigo como sendo de revisão. A justificativa deste trabalho está relacionada diretamente com a preservação ambiental, haja vista que o lixo mal gerenciado desencadeia uma série de problemas ambientais como a poluição do solo, dos rios, do ar atmosférico, além de provocar a proliferação de insetos e animais que espalham doenças.

Palavras-chave: Poluição. Reciclagem. Resíduos sólidos.

ABSTRACT

Problem seriously to the bodies responsible for cleaning public and the whole society, the accumulation of waste of all kinds has just giving rise to urban waste, which needs an appropriate final destination. Unfortunately, due to lack of technical and financial resources, and often lacking political will, work to order the disposal of waste and garbage ends up being disadvantaged, on several occasions and launched directly into the soil, air and waters, causing pollution the environment and reducing the quality of life of man. This

¹ Geógrafo e mestrando da área de Geografia: Ambiente e Desenvolvimento Regional, pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso (ICHS/UFMT). Bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

article, aims to present a conceptual review of solid waste management, stressing that the responsibility for this action should not only of government but of all actors in society. Besides the presentation of alternative proposals to the question presented. Metodologicamente, to achieve the proposed goals, was held an exploratory research and design as the use of a literature search, which ranks as the product of revision. The justification of this work is directly related to environmental preservation, it is seen that the garbage poorly managed, generates a series of environmental problems such as pollution of soil, the rivers of air, and cause the proliferation of insects and animals that spread diseases.

Key-words: Solid Waste, pollution, recycling

Introdução

Na atualidade, o grande desafio para as nações, tanto nas áreas urbanas quanto nas zonas rurais, é lidar com a questão dos resíduos sólidos, pois, naqueles primeiros espaços, em especial, o lixo resultante das atividades humanas produz uma massa heterogênea de volume tal, que sua coleta e destinação final têm-se constituído num grande transtorno para a sociedade.

Essa grande massa de resíduos é fruto do modelo de desenvolvimento e cultura gerado por um estilo de vida baseado no conforto e no excesso de consumo, bem como no desperdício, e no qual a natureza é vista como fonte de recursos inesgotáveis e como possuidora de uma capacidade ilimitada de absorção de materiais residuais.

Historicamente, podemos buscar no passado fatos em decorrência dos quais foram produzidas grandes quantidades de dejetos, gerando, pois, grande demanda de matérias-primas, o que configura fortes características das sociedades de consumo na atualidade.

Foi depois da II Guerra Mundial que esse novo estilo de vida, fundamentado no consumismo, espalhou-se pelo mundo. Nesse contexto, era a quantidade de produtos comercializados por uma nação que demonstrava seu nível de avanço e crescimento econômico. O conjunto composto por essa atitude e o pensamento que a sustenta conduziu a necessidade de se desenvolverem produtos com baixa durabilidade, para promover a dinamização das trocas no mercado e a produção novos produtos, tudo em nome da modernidade. Logo, começou-se a investir em novos *design*, que, porém - e em consequência da própria ideologia que passava a se estabelecer -, primavam pela fragilidade e descartabilidade do que se produzia. A consequência dessa política foi o declínio dos produtos duradouros e reaproveitáveis, tendo a situação se tornado

tão grave, que os fabricantes limitavam (e isso ainda ocorre) deliberadamente a vida útil de um bem. Esse fenômeno foi chamado de *obsolescência planejada*.

Layrargues (2002, p. 184), referindo-se a esse assunto, acrescenta a essa expressão mais um termo, tornando-a *obsolescência planejada simbólica*, caracterizada pela indução da ilusão de que a vida útil do produto esgotara-se. Hoje, mesmo quando um bem de consumo ainda tem sua validade compatível com o prazo de vida útil estabelecido quando da sua produção, ocorre de ser considerado funcional e simbolicamente ultrapassado. Seria esse o caso de um veículo, por exemplo, que, tão logo saia da concessionária, perde, em termos de mercado, uma boa porcentagem de seu valor; ou, ainda, de aparelhos eletrônicos, como computadores e celulares, que, devido às constantes atualizações no mercado, que diariamente oferece novidades, vai forçando os consumidores a aderirem à nova tecnologia, até mesmo por causa da moda e das propagandas, que provocam um desvio da função primária desses produtos.

No caso do Brasil, de acordo com dados coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada no ano 2000, produzem-se cerca de 240 mil toneladas diárias de lixo, o equivalente à produção média de 1 kg por habitante/dia. Esse mesmo órgão revela que, à época, foram coletadas no país 149 mil toneladas/dia de lixo, das quais somente 2,8% foram destinadas à reciclagem, ou seja, voltaram ao ciclo produtivo; e 3,9%, à compostagem.

Em índices percentuais, isso significa que 93,3% foram conduzidas a incineradas ou dispostas em áreas inadequadas. Considerando os dados do Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (MONTEIRO et al., 2001), a composição do lixo no Brasil é formado por 65% de matéria orgânica e 35% de materiais diversos (vidro, metal, plástico, papel etc.), dos quais somente 2,8% foram destinados à reciclagem. Logo, cremos que ainda haja um universo de 32,2% de material que poderia voltar ao ciclo produtivo, mas que está recebendo destinação inadequada.

Diante dessa realidade, pode-se afirmar que se torna necessária uma mudança na maneira de pensar e agir da sociedade. É urgente que se busque orientar a sociedade moderna para a prática uma educação ambiental que priorize a preservação do meio ambiente, além de alternativas para a solução dos inúmeros problemas decorrentes dos princípios poluidores que regem a estrutura político-econômica desse modelo de sociedade.

Neste artigo busca-se apresentar uma revisão conceitual da gestão dos resíduos sólidos, destacando que a responsabilidade dessa ação não deve

ser atribuída unicamente ao poder público, mas a todos os atores sociais, aos quais cabe elaborar propostas alternativas para a questão apresentada, destacando-se o papel da educação ambiental nesse processo.

Metodologicamente, para atingir os objetivos propostos foi realizada uma pesquisa exploratória, que, na acepção de Gil (2007, p. 41), visa proporcionar ao pesquisador maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito ou apontando hipóteses. Para analisar os fatos empiricamente, confrontando a teoria com os dados coletados, a abordagem conceitual adotada configura uma pesquisa bibliográfica.

A motivação para a elaboração deste artigo emergiu de um problema crescente e que se constitui, atualmente, numa preocupação fundamental das sociedades em geral. Trata-se da grande massa de resíduos produzida diariamente e cujo destino “final”, normalmente o descarte em aterros sanitários, ainda não responde à grande questão: o que fazer com tanto lixo produzido? Assim, a justificativa deste trabalho está relacionada diretamente com a preservação ambiental, haja vista que o lixo gera uma série de problemas ambientais, como a poluição do solo, dos rios, do ar atmosférico, além de provocar a proliferação de insetos e animais que espalham doenças, comprometendo a qualidade de vida.

Conceitos aplicados a resíduos sólidos

Dentre as inúmeras definições apresentadas pelos mais variados autores acerca do que são os resíduos sólidos, ou, simplesmente, lixo, podemos destacar a de Oliveira (1997, p. 49): “[...] lixo é o nome dado a todos os tipos de resíduos sólidos resultantes das diversas atividades humanas ou ao material considerado imprestável ou irrecuperável pelo usuário, seja papel, papelão, restos de alimentos, vidros, embalagens plásticas.”

Etimologicamente, a palavra “lixo” deriva do latim *lix* e significa “cinzas”, sendo em geral chamado pelos técnicos de “resíduos sólidos”, pelo fato de quase não possuir substâncias líquidas em sua composição.

Para Miller (2007, p. 446), a maioria dos resíduos sólidos são sintomas do desperdício de recursos, cuja produção causa poluição e degradação ambiental.

O tipo de resíduo depende do local onde ele é produzido, caracterizando, de certo modo, os hábitos e atividades da população residente na área. Isso, na prática, significa que, se, por um lado, analisarmos o lixo produzido pelos habitantes de um lugar, os quais possuam um elevado poder aquisitivo, teremos um tipo x de resíduo (uísque importado, objetos eletrônicos e outros

restos). Se, por outro lado, examinarmos o lixo produzido pelos habitantes de um local, os quais apresentem um baixo poder aquisitivo (uma favela, por exemplo), veremos com maior frequência um tipo y de resíduo (como embalagens de refrigerantes de valor e qualidade popular etc).

Independentemente da origem ou do que indicam, os resíduos devem ser recolhidos de forma correta e colocados em locais adequados, que dificultem o contato com a população, evitando, assim, que infecções e doenças se alastrem, deteriorando a qualidade de vida das pessoas.

Classificação do lixo

Existem várias maneiras de se classificar os resíduos sólidos, sendo as mais comuns determinadas em função dos *riscos potenciais de contaminação do meio ambiente* e de acordo com a *natureza ou origem*.

No primeiro caso, no qual se leva em consideração os riscos para a contaminação do meio ambiente, segundo a NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com as categorias apresentadas no Quadro 1:

Quadro 1 - Classificação do lixo conforme os riscos para o meio ambiente

CATEGORIA	CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS
Classe I ou PERIGOSOS	Resíduos que, em função de suas características físico-químicas, apresentam riscos à saúde pública, através do aumento da mortalidade, ou da provocação de efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.
Classe II ou NÃO PERIGOSOS	Esta classe subdivide-se em: Classe IIA - Não inertes: quando os resíduos não se enquadram nas classes I (Perigosos) e IIB (Inertes). Podem apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Classe IIB - Inertes: quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspectos de cor, turbidez, dureza e sabor.

Adaptado por Marinho, 2009.

Quanto à natureza ou origem, os resíduos sólidos podem ter a seguinte classificação:

- a) *Lixo doméstico ou residencial:* resultante das atividades diárias das casas, apartamentos etc.
- b) *Lixo comercial:* correspondente aos materiais eliminados pelo comércio, de uma forma geral (escritórios, lojas, *shopping centers* etc.).

- c) *Lixo público*: proveniente de atividades como varrição, capina, raspagem etc. em locais públicos (ruas, praças, calçadas e outros), bem como móveis velhos, grandes galhos de árvores, aparelhos, cerâmicas, entulhos de obras e outros materiais deixados de forma inadequada nas ruas, ou retirados dos domicílios por sistema de remoção.

Neste ponto, é importante destacar que, na prática da limpeza urbana, os tipos “doméstico” e “comercial” constituem o chamado “lixo domiciliar”, que, juntamente com o lixo público, representa a maior parcela dos resíduos sólidos produzidos nas cidades. Além disso, o grupo “lixo comercial” e os entulhos de obras podem ser divididos em subgrupos denominados “pequenos geradores” e “grandes geradores”, ambos, por sua vez, podendo ser definidos pela própria prefeitura no momento de regulamentação do serviço de limpeza urbana do município, haja vista a coleta dos resíduos dos grandes geradores poder ser tarifada e, portanto, transformada em fonte de receita adicional para a sustentação econômica do sistema (MONTEIRO et al., 2001, p. 27).

Na visão de Monteiro et al. (2001, p. 27), um parâmetro que poderia ser adotado para a definição desses subgrupos seria classificar como pequeno gerador de resíduos comerciais o estabelecimento que gera até 120 l de lixo por dia; grande gerador desses resíduos o estabelecimento que gera um volume de lixo superior a esse limite; pequeno gerador de entulho de obras a pessoa física ou jurídica que gera até 1.000kg ou 50 sacos de 30 l por dia; e grande gerador de entulho aquele que gera um volume diário de resíduos acima disso.

- d) *Lixo domiciliar especial*: neste grupo estão os entulhos de obras (também conhecidos como resíduos da construção civil), as pilhas e baterias, as lâmpadas fluorescentes e os pneus.

Os entulhos de obras (compostos principalmente por concreto, argamassa, madeira, plásticos, papelão, vidros, metais, cerâmica e terra) são os resíduos produzidos pela indústria da construção civil, que é a que mais explora os recursos naturais. Em termos numéricos, esse material corresponde, em peso, a cerca de 50% da quantidade de resíduos sólidos urbanos coletados em cidades com mais de 500.000 habitantes de diferentes países, incluindo o Brasil.

O principal vilão na produção de maior ou menor quantidade de resíduos desse tipo encontra-se na tecnologia normalmente aplicada neste setor. Por exemplo, enquanto em países desenvolvidos a média de resíduos proveniente

de novas edificações encontra-se abaixo de 100kg/m², índice que, no Brasil, gira em torno de 300kg/m².

Com relação às pilhas e baterias, estas são classificadas como “Resíduos Perigosos Classe I”, devido aos materiais que as compõem, dentre os quais: chumbo (Pb), cádmio (Cd), mercúrio (Hg), níquel (Ni), prata (Ag), lítio (Li), zinco (Zn), manganês (Mn) e seus compostos. Assim, as pilhas que contêm estes metais, apresentam características de corrosividade, reatividade e toxicidade.

As substâncias contendo os metais citados comprometem o meio ambiente, impactando negativamente sobre este e, em especial, sobre o homem. O Quadro 2, adaptado do Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (MONTEIRO et al., 2001), descreve o potencial poluidor desses elementos:

Quadro 2 - Potencial poluidor dos elementos químicos utilizados em pilhas e baterias

ELEMENTO	EFEITOS SOBRE O HOMEM
Chumbo (Pb)	Dores abdominais (cólica, espasmo e rigidez); disfunção renal; anemia, problemas pulmonares; neurite periférica (paralisia); encefalopatia (sonolência, manias, delírio, convulsões e coma).
Mercúrio (Hg)	Gengivite, salivação, diarreia (com sangramento); dores abdominais (especialmente epigástrico, vômitos, gosto metálico); congestão, inapetência, indigestão; dermatite e elevação da pressão arterial; estomatites (inflamação da mucosa da boca), ulceração da faringe e do esôfago, lesões renais e no tubo digestivo; dores de cabeça etc.
Cádmio (Cd)	Manifestações digestivas (náusea, vômito, diarreia); disfunção renal; problemas pulmonares; envenenamento (quando ingerido); pneumonite (quando inalado); câncer (o cádmio é carcinogênico).
Níquel (Ni)	Câncer (o níquel é carcinogênico); dermatite; intoxicação em geral.
Prata (Ag)	Distúrbios digestivos e impregnação da boca pelo metal; argíria(intoxicação crônica) provocando coloração azulada da pele; morte.
Lítio (Li)	Inalação - ocorrerá lesão mesmo com pronto atendimento; ingestão - mínima lesão residual se nenhum tratamento for aplicado.
Manganês (Mn)	Disfunção do sistema neurológico; afeta o cérebro; gagueira e insônia.
Zinco (Zn)	Problemas pulmonares; pode causar lesão residual, a menos que seja dado atendimento imediato; contato com os olhos - lesão grave.

Nota: adaptado por Marinho,2009 .

Esses dados reforçam que os materiais que carregam esses compostos não podem ser descartados de maneira inadequada na natureza, muito menos ser encaminhados, via sistema de limpeza pública, para os aterros sanitários, cabendo ao cidadão reconduzi-los à indústria, através, por exemplo, dos postos de devolução de baterias e pilhas, quase sempre instalados em lojas comerciais e que já são uma realidade em muitos lugares do Brasil.

Nas lâmpadas fluorescentes, o grande problema é o pó encontrado em seu interior e em cuja composição se encontra o Mercúrio (Hg), elemento químico tóxico para o sistema nervoso humano e que está presente também em pilhas e baterias. Portanto, quando quebradas, queimadas ou enterradas, essas lâmpadas liberam esse produto químico, inserindo-as na categoria de “resíduos perigosos - Classe I”.

Sendo assim, todos os objetos dessa natureza não devem ser jogados diretamente no solo e muito menos ser encaminhados para o sistema de limpeza pública, procurando-se tomar as mesmas medidas expressas anteriormente.

Quanto aos pneus, inúmeros são os problemas ambientais decorrentes de sua destinação inadequada. Quando deixados em ambiente aberto, sujeitos a chuvas, acabam acumulando água e servindo de ambiente de proliferação de mosquitos (como o *Aedes Aegypti*, transmissor da dengue). Se descartados em aterros convencionais, provocam “ocos” na massa de resíduos e, consequentemente, a instabilidade do aterro. No caso de serem incinerados, produzem grande quantidade de partículas e gases tóxicos, poluindo o ambiente. Dessa maneira, é um problema ambiental sério o descarte de pneus, não havendo ainda uma destinação realmente eficaz.

- e) *Lixo de fontes especiais*: em função das características peculiares que apresentam, esse tipo de lixo merece cuidados especiais em seu acondicionamento, manejo e deposição. O lixo industrial, agrícola, radioativo e o hospitalar são exemplos dessa categoria de resíduos.

Aos resíduos gerados em indústrias chamamos de *lixo industrial*, cuja responsabilidade em termos de seu manejo e destinação, de acordo com Tenório e Espinosa (2004, p. 159), é sempre da empresa geradora. Agora, caso seja destinado a um aterro, a empresa prestadora do serviço (administradora do aterro) pode tornar-se corresponsável.

Esses resíduos podem ser agrupados, tal como indicado na Tabela 1, já apresentada, como perigosos, não inertes e inertes conforme o perigo que oferecem ao meio ambiente.

Já o *Lixo agrícola*, proveniente das atividades agrícolas e pecuárias, é formado basicamente por embalagens de herbicidas, adubos, esterco, ração, restos de colheitas etc., e, tal como ocorre com os resíduos industriais, o gerador é responsável pelo gerenciamento.

Os *resíduos radioativos* são provenientes das usinas nucleares e de alguns equipamentos que usam elementos radioativos, como as máquinas de radio-

terapia. No Brasil, a responsabilidade por esse tipo de resíduo é da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEM).

Importante destacar aqui a Agenda 21 (a mais extensa e detalhada “cartilha” consensual assinada pela comunidade internacional para fazer face ao dilema da relação, bastante tensa, entre Homem e natureza). Celebrada no Rio de Janeiro, em 1992, e firmada pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, trata, em seu capítulo 22, do manejo seguro e ambientalmente saudável dos resíduos radioativos. Nessa perspectiva, são planejadas e propostas ações para o manejo seguro e ambientalmente saudável dos resíduos radioativos, inclusive sua minimização, transporte e depósito.

Os *resíduos hospitalares*, também conhecidos como Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), são todos aqueles gerados nas instituições destinadas à preservação da saúde (hospitais, laboratórios patológicos e de análises clínicas, clínicas veterinárias, centros de pesquisas, banco de sangue, consultórios médicos, odontológicos e similares).

No Brasil, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) regulamenta o setor. No manual intitulado *Saúde Ambiental e Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde*, Ministério da Saúde, onde há um capítulo reservado para tratar a questão dos “aspectos legais” relacionados ao tema dentre os quais figuram: Resolução CONAMA nº 5/93 – dispõe sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos, aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários; Resolução CONAMA nº 283/01 – dispõe sobre o tratamento e disposição final dos resíduos de serviços de saúde, aprimorando e complementando os procedimentos contidos na Resolução CONAMA nº 5/93.

A ABNT também estabelece algumas normas com relação ao controle dos resíduos de serviço de saúde, que classifica os resíduos sólidos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública; – define a terminologia dos resíduos de serviço de saúde; – classifica os resíduos de serviço de saúde; – prescreve o manuseio dos resíduos de serviços de saúde; – normaliza como deve ser a coleta de resíduos de serviços de saúde; – apresenta símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenagem de materiais.

Outra resolução que também trata a questão dos resíduos de serviços de saúde é a Resolução RDC nº 33, de fevereiro de 2003, editada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Esta norma dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde e estabelece diretrizes e normas a serem adotadas pelas empresas que pro-

duzem RSS. Destaca-se que esta resolução prevê a punição dos infratores, conforme a Lei nº 6.437/1977 (que configura infrações à legislação sanitária federal, estabelece sanções respectivas e dá outras providências), e ações de notificações a multas que podem variar de acordo com a situação apurada.

Na NBR 12.808, já citada, esses resíduos podem ser organizados em três classes: Classe A – resíduos infectantes (subclassificada em tipo A.1 até A.6); Classe B – resíduos especiais (subclassificada em tipo B.1 a B3) e Classe C – resíduos comuns. Vejamos no Quadro 3 esta classificação:

Quadro 3 - Classificação dos resíduos de serviços de saúde

CLASSE A – RESÍDUOS INFECTANTES		
A.1	Biológicos	Cultura, mistura de microorganismos e meio de cultura inoculado provenientes de laboratório clínico ou de pesquisa, vacina vencida ou inutilizada, filtro de gases aspirados de áreas contaminadas por agentes infectantes e qualquer resíduo contaminado por esses materiais.
A.2	Sangue e hemoderivados	Sangue e hemoderivados com prazo de validade vencido ou sorologia positiva, bolsa de sangue para análise, soro, plasma e outros subprodutos.
A.3	Cirúrgicos, anatomopatológicos	Tecido, órgão, feto, peça anatômica, sangue e outros líquidos orgânicos resultantes de cirurgia, necropsia e resíduos contaminados nesses atos.
A.4	Perfurantes e cortantes	Agulha, ampola, pipeta, lâmina de bisturi e vidro.
A.5	Animais contaminados	Carcaça ou parte de animal inoculado, exposto a microorganismos patogênicos, ou portador de doença infecto-contagiosa, bem como resíduos que tenham estado em contato com estes.
A.6	Assistência a pacientes	Secreções e demais líquidos orgânicos procedentes de pacientes, bem como os resíduos contaminados por esses materiais, inclusive restos de refeições.
CLASSE B – RESÍDUOS ESPECIAIS		
B.1	Rejeitos radioativos	Material radioativo ou contaminado com radionuclídeos, proveniente de laboratório de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia.
B.2	Resíduos farmacêuticos	Medicamento vencido, contaminado, interdito ou não utilizado.
B.3	Resíduos químicos perigosos	Resíduo tóxico, corrosivo, inflamável, explosivo, reativo, genotóxico ou mutagênico.
CLASSE C – RESÍDUOS COMUNS		
C	Resíduos comuns	São aqueles que não se enquadram nos tipos A e B e que, por sua semelhança aos resíduos domésticos, não oferecem risco adicional à saúde pública.

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 10004.

Acondicionamento e coleta

Esta é outra etapa de grande importância no gerenciamento dos resíduos sólidos e que ainda apresentam vários inconvenientes, exigindo melhoramentos. Na acepção de Oliveira e Carvalho (1997, p. 50), principalmente nos grandes centros urbanos, é imprescindível a implantação de um sistema público eficiente, que colete, transporte e dê um destino final aos resíduos sólidos.

Existem formas de acondicionamento específicas para cada tipo de lixo: para o lixo domiciliar, os recipientes mais adequados são os sacos de polietileno, com capacidade máxima de 100 l; para o lixo comercial e público, além desses mesmos materiais, há os contêineres com tampa, fabricados especialmente para esse fim; para o lixo industrial, há de se considerar, na ocasião do seu acondicionamento, que existe uma grande variedade de tipos de resíduos resultantes da transformação industrial. Assim, temos lixo orgânico (no caso de frigoríficos, padarias, etc.) e lixo inorgânico (refugos de metais, plásticos, minérios etc.), sendo importante a consulta à legislação para se verificar o tipo de acondicionamento em cada caso. Para lixo contaminado, principalmente os de serviços de saúde, o mais indicado é o saco plástico branco-leitoso. A coleta deve ser feita em separado, por veículos específicos, e ter destino diferente dos demais tipos de resíduos. Para os materiais radioativos, seu acondicionamento e destinação final costumam ser feitos em recipientes e abrigos especiais (subterrâneos).

Para a coleta e transporte, presume-se ser uma solução adequada o uso de caminhões especiais com sistema de compressão. A recolha deve ser realizada diariamente ou a cada dois dias, dependendo da origem e da quantidade do material, havendo, ainda, a possibilidade de ser executada à noite, nas cidades com tráfego intenso de veículos. Ademais, os profissionais contratados para desempenhar essa função devem ser treinados, protegidos por equipamentos especiais e em número suficiente.

Segundo Braga et al. (2005, p. 149), o transporte só é direto até os locais de disposição e/ou tratamento quando as distâncias percorridas são pequenas e o lixo é mais homogêneo e predominantemente biodegradável. Caso contrário, podem-se utilizar estações de transbordo e triagem, desde que sejam em locais isolados - o máximo possível - de áreas urbanizadas e habitadas e onde o lixo, acondicionado em equipamentos adequados, é depositado e, em seguida, removido para veículos de maior porte, visando reduzir o custo do metro cúbico a ser transportado a maiores distâncias, até sua disposição e/ou tratamento. As estações de triagem, situadas no próprio transbordo, ou junto

à área de tratamento, são necessárias para tornar o lixo mais homogêneo e biodegradável, além de dar condições para a recuperação e reciclagem de materiais. A Figura 1 evidencia um exemplo típico de veículo coletor:



Figura 1 - Exemplo de caminhão coletor
Foto: João Paulo M. Marinho (2003).

Destinação final do lixo

Sem dúvida nenhuma, a destinação final dos resíduos sólidos é um grande problema para os gestores municipais.

Quanto a essa questão, Werle et al. (1995, p. 138) avaliam que, se houvesse a real preocupação e responsabilidade por parte da indústria com o destino do seu produto, ou com o que restaria dele quando não houvesse mais possibilidade de utilizá-lo, com certeza muitos tipos de embalagens ou até mesmo certos materiais descartáveis não mais estariam sendo fabricados. Citamos, por exemplo, o caso das embalagens de creme dental, cujo tubo é acondicionado em uma caixa de papelão sem nenhuma utilidade para o usuário final.

No Brasil, especificamente, a destinação de resíduos sólidos ocorre por meio das seguintes metodologias:

- a) *Lixões*: prática muito presente nas cidades brasileiras, na qual o lixo, sem nenhum tipo de tratamento, é jogado diretamente no

solo. Também chamados de “depósitos a céu aberto”, esta forma de dispor o lixo gera graves problemas ambientais e de saúde pública, pois o ar, a água e o solo acabam sendo poluídos. Uma variante desse sistema é o chamado “aterro controlado”, que na prática se resume à abertura de trincheiras (valas) e enterro do lixo. Geralmente não há tratamento de chorume, líquido proveniente da decomposição dos resíduos, nem preocupação com a chuva ou outro tipo de cuidado especial. A figura 2 apresenta-nos um exemplo desse tipo de depósito:



Figura 2 - Aterro controlado de Várzea Grande/MT

Foto: João Paulo M. Marinho (2003).

De acordo com Miranda (1995, p. 23), os gases resultantes da decomposição do lixo acabam por poluir o ar atmosférico, que passa a apresentar odor desagradável, doce e ácido, além da formação de uma fumaça constante. O chorume penetra no solo, atingindo e contaminando as águas subterrâneas e, muitas vezes, as águas superficiais. Cabe-nos destacar, ainda, que se tornam ambientes favoráveis para a proliferação de moscas, ratos, mosquitos e baratas, geradores de uma série de doenças, como a poliomielite, a leptospirose, a peste bubônica, entre outras.

- b) *Aterros sanitários*: locais onde o lixo é disposto de maneira adequada, mantendo-o confinado sem causar muitos danos ao meio ambiente. Do ponto de vista econômico, possui um baixo custo se comparado com outros tratamentos, porém a maior crítica a esse método recai

no fato de ser limitado, ou seja, ter vida útil relativamente curta, além de ocupar áreas extensas e apresentar riscos de poluição das águas subterrâneas. As figuras 03 e 04 mostram detalhes dessa forma de destinação final:

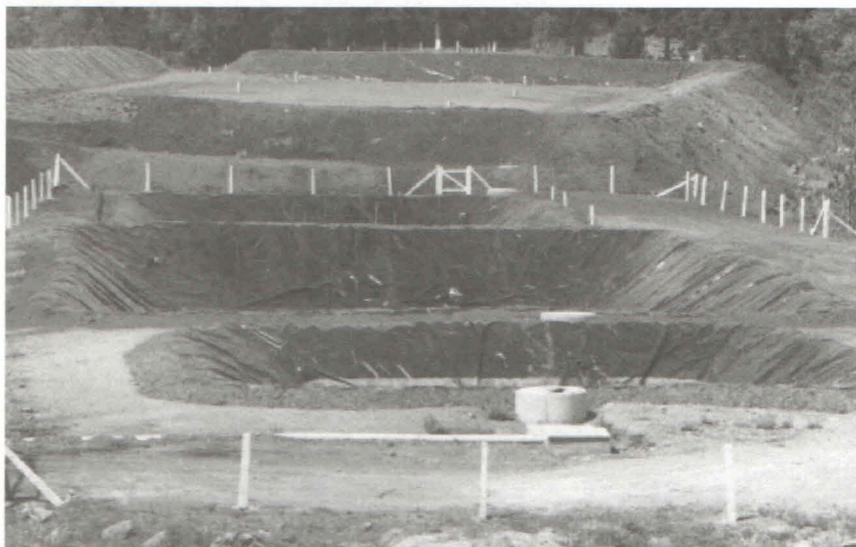


Figura 3 - Aterro sanitário de Porto União/SC

Foto: João Paulo M. Marinho (2003).

Essa imagem focaliza células construídas no aterro de Porto União/SC para a deposição dos resíduos. O material preto (nas bordas e fundo das células) é chamado de PEAD, e seu uso barra infiltrações resultantes da decomposição natural dos resíduos. Além dessa, outras formas de impermeabilização podem ser empregadas, dependendo do projeto de engenharia adotado e aprovado para a construção do aterro. Existem, ainda, as valas sépticas, também revestidas por essa manta, para acondicionamento dos resíduos hospitalares.

Na Figura 4 a seguir é demonstrada uma das formas para o controle de chorume. Chamada de “Lagoa de estabilização”, seu objetivo é servir de local para a deposição e posterior tratamento do líquido que escorre da decomposição dos resíduos jogados no aterro.

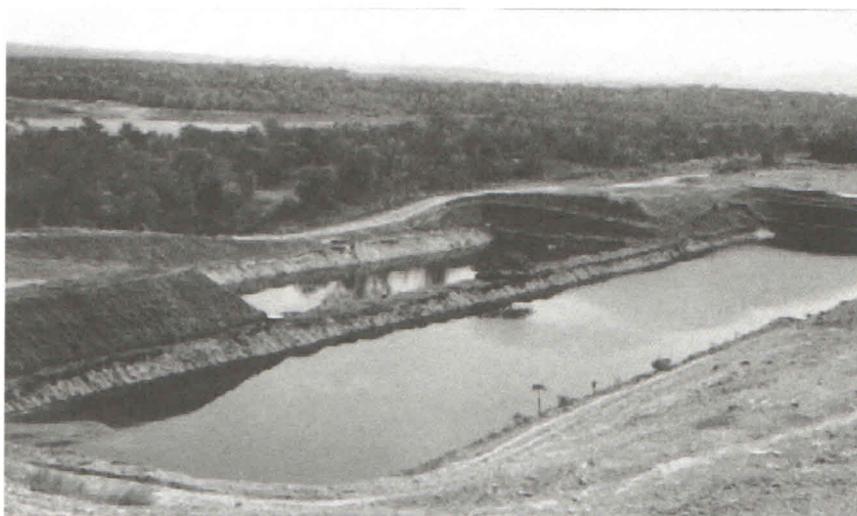


Figura 4 - Lagoa de estabilização de chorume do aterro sanitário de Cuiabá/MT

Foto: João Paulo M. Marinho (2003).

Para a construção dos aterros sanitários, procede-se da seguinte maneira: a base sobre a qual será organizado o depósito é impermeabilizada com argila; concreto, asfalto ou plásticos, com vistas a barrar infiltrações no solo. O lixo é, então, depositado em camadas com espessura média de 2 m. Em seguida, os resíduos sólidos são fragmentados e compactados utilizando-se uma máquina, cujos rolos compressores são munidos de dentes de aço (Figura 5). Depois, a camada de lixo é recoberta por uma camada de 40 cm de espessura de escombros ou areia fértil. Segue nova camada de lixo, repetindo-se os procedimentos anteriores. Quando o depósito de lixo está na altura projetada, toda a superfície é coberta por uma camada de argila ou de terra, recebendo, então, uma cobertura de terra fértil, que é cultivada para evitar processos de erosão (FELLENBERG, 1980, p. 114).

Entre as desvantagens do aterro está a exigência de extensões de terreno relativamente amplas para a sua instalação, operação que, além disso, deve evitar que o entorno seja prejudicado por inconvenientes ambientais e paisagísticos (mau cheiro, tráfego de caminhões coletores, mau aspecto etc.).



Figura 5 - Tipo de trator compactador utilizado no aterro sanitário de Cuiabá/MT

Foto: João Paulo M. Marinho (2003).

Ressaltamos que os procedimentos descritos sofrem modificações de acordo com os projetos de engenharia adotados na hora de se construir um aterro sanitário. Também é importante destacar que, neste caso, há uma melhor solução para o problema, pois se elimina o odor desagradável e impossibilita a proliferação de animais e insetos responsáveis, como vimos, por inúmeras doenças. Além disso, todo aterro sanitário, precisa ser construído com os devidos licenciamentos ambientais, prevenindo-se, ou, pelo menos, procurando-se evitar sua instalação em áreas indevidas e estipulando-se em seus respectivos relatórios os impactos ambientais provenientes dessa execução.

Tenório e Espinosa (2004, p. 177) apontam a existência de uma série de regulamentos a serem seguidos no momento de construção de um aterro sanitário, bem como de uma distinção entre aterros para resíduos urbanos e industriais. No Brasil, as normativas da ABNT que regulamentam a construção desse tipo de aterro são: que regula a apresentação de projetos de aterros industriais de resíduos industriais perigosos;— que trata da apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos;— que define os critérios para o projeto, construção e operação de aterros de resíduos perigosos e a que prescreve os critérios, construção e operação dos aterros de resíduos não perigosos.

A aquisição de licença ambiental para uma área que sirva à instalação de aterros sanitários no Brasil, aplica-se a Resolução CONAMA n° 001/86, que institui a obrigatoriedade do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do

Relatório de Impacto Ambiental (Rima) para as atividades que modifiquem o ambiente.

- c) *Aterros energéticos*: variante do anterior difere dos demais por fazer uso do gás metano produzido pela decomposição do próprio lixo e recolhido por meio de tubos e encaminhado para engarrafamento em recipientes adequados. É a utilização energética da decomposição dos resíduos.

Braga et al. (2005, p. 150) destacam a importância dessa forma de tratamento:

[...] o aterro sanitário-energético é uma evolução do aterro sanitário, no qual o chorume drenado é reaplicado (por meio de bombeamento) nas câmaras do aterro, visando aumentar o grau de biodegradação da matéria orgânica e de produção de gás. O gás drenado pode ser utilizado como combustível diretamente ou após prévia “lavagem” das impurezas (o poder calorífico do ‘gás de lixo’ alcança cerca de 5.800 Kcal/Kg m³).

- d) *Incineração*: forma de tratamento dada ao lixo proveniente de hospitais, clínicas veterinárias, etc., ou seja, aos resíduos dos serviços de saúde. A técnica consiste em queimar os resíduos sólidos, reduzindo-os a cinzas, que devem ser encaminhadas a um aterro sanitário. A crítica para este método é o fato de ser oneroso, e poluir o ar, pois lança diversos gases na atmosfera.
- e) *Compostagem*: trata-se da transformação do lixo orgânico em adubo através das chamadas “usinas de compostagem”, passando a ser chamado de “composto orgânico”. Do ponto de vista ambiental, é o método mais indicado para o destino final do lixo, que acaba sendo reciclado e pode ser novamente utilizado pelos seres vivos (CAVINATO, 1992, p. 61).

Neste sistema, depois de feita uma triagem de materiais aproveitáveis ou prejudiciais ao processo, o lixo é triturado, homogeneizado e, em seguida, fermentado aerobicamente (na presença de oxigênio), produzindo, então, um material denominado composto.

Segundo Mota (1979, p. 61), esse composto é bastante recomendado na agricultura, devido às excelentes propriedades de condicionamento das características físicas do solo. Porém, outros pesquisadores afirmam que o composto produzido não pode ser considerado como adubo ou fertilizante, pelo fato de não possuir a quantidade de macronutrientes exigida pelas especificações agrícolas. Tenório e Espinosa (2004, p. 184) esclarecem que na composição desse produto geralmente há um total de Nitrogênio (N),

fósforo (P) e Potássio (K) entre 1,5 a 2,5 % do peso, enquanto um adubo deve ter no mínimo 24%, ou seja, doze vezes mais. Sendo assim, para esses autores, o composto orgânico deve ser visto apenas como um condicionador do solo.

Devemos frisar, ainda, que as usinas de compostagem são também usinas de triagem ou de reciclagem de materiais inorgânicos, uma vez que existe a necessidade de separação prévia dos materiais inorgânicos. Assim, uma usina dessa natureza trabalha com as seguintes etapas: fossos ou pátios de recebimento e estocagem; recolhimento manual em esteira e/ou separação automatizada; trituração; compostagem; e peneiramento.

Em face do exposto, percebemos que existem vários métodos para se processar a chamada “destinação final dos resíduos”, cada qual, no entanto, apresentando vantagens e desvantagens. Por isso, é uma preocupação constante das sociedades em todo o mundo a busca por uma solução que melhor se apresente para a produção ilimitada de resíduos. No próximo item lançamos algumas propostas.

Alternativas propostas

O reaproveitamento dos materiais não orgânicos e industrializados é, além de uma necessidade indispensável à manutenção do meio ambiente, uma fonte de riqueza e renovação dos produtos.

Diante dessa afirmativa, as duas melhores alternativas para a questão dos resíduos sólidos urbanos é a implantação de um sistema de coleta seletiva (que separe os materiais ainda na fonte) e a reciclagem. Ambas as propostas somente serão possíveis se houver, de fato, um investimento em educação ambiental, que desenvolva na população novos hábitos de consumo e atitudes que incluam separar o seu lixo e acondicioná-lo de forma correta e eficaz.

A segregação de materiais (coleta seletiva), segundo Naumoff (1995), tem como objetivo principal a reciclagem de seus componentes, resultante de uma série de atividades através da qual materiais que se tornariam lixo, ou que estão no lixo, são desviados, sendo coletados separadamente e processados para serem usados como matéria-prima na manutenção de bens anteriormente produzidos apenas com matéria-prima virgem.

O autor destaca que a competência para se proceder à coleta e destinação final dos resíduos é do poder público municipal, ao qual cabe também estimular ou implementar a coleta seletiva, visando a reciclagem dos materiais. Para isso se tornar possível, o poder público deve: programar a

coleta seletiva, construir e gerenciar usinas de reciclagem, treinar e capacitar os funcionários envolvidos com os serviços de limpeza pública e instituir consórcios intermunicipais.

Do ponto de vista do cidadão, a reciclagem é considerada a única alternativa para o problema dos resíduos. Assim, os programas destinados a essa atividade devem ser projetados com cuidado, para que, no caso de um eventual fracasso, não causem uma sensação de frustração na população. Além do mais, programas com um grande número de itens a serem contemplados podem resultar em uma combinação excessiva dos produtos recicláveis e em altos custos. A importância da reciclagem é atestada na medida em que, através de sua prática, se preservam os recursos naturais e energéticos, fatores estes fundamentais para o desenvolvimento sustentável. A reciclagem contribui, além disso, para o aumento da vida útil do aterro sanitário (TENÓRIO; ESPINOSA, 2004, p. 202).

Tenório e Espinosa (2004) asseveram que, ao contrário do que intuitivamente se poderia acreditar, os custos dos programas de coleta seletiva não são cobertos pelos custos das vendas dos produtos, constatação esta observada em todo o mundo. O custo líquido do processo de coleta seletiva por tonelada é maior que o custo do simples aterramento do resíduo. Assim, a decisão em se adotar determinado programa de coleta é uma questão mais de gestão de resíduos do que de gerenciamento, cabendo à comunidade investir mais ou menos na valorização dos resíduos, balanceando suas possibilidades financeiras e os benefícios do ponto de vista de sustentabilidade.

Figueiredo (1995, p. 69) apresenta a reciclagem como um método de processamento utilizado há muito tempo pelo setor industrial, julgando que, em alguns casos, a presença dos elementos reciclados passa a constituir um fator importante e mesmo fundamental no processamento. São exemplos da utilização intensa da reciclagem no setor produtivo os casos da indústria siderúrgica e da indústria do papel.

Cabe-nos destacar, aqui, algumas estratégias de separação e coleta seletiva para fins de reciclagem, que são, basicamente, três: a separação na fonte pelo gerador (programas de coleta nas calçadas); os postos de Entrega Voluntária (PEVs), seguidos de tratamento em usinas de reciclagem; e as usinas de separação e reciclagem dos resíduos sólido misturado.

De toda forma, cabe salientar que qualquer programa de reciclagem só se tornará possível se houver consideráveis investimentos em educação ambiental, acompanhada de um planejamento eficaz e de ações concretas no sentido de propiciar a mudança efetiva de atitudes e comportamentos.

Educação ambiental

É esta uma atividade primordial e fundamental em qualquer programa de gerenciamento de resíduos sólidos e, para ser implementada com sucesso, a população precisa estar informada e consciente do seu dever de separar o lixo, o que, por sua vez, requer investimentos em educação ambiental.

Nessa perspectiva, para que a comunidade sinta-se motivada a tomar parte na iniciativa, envolvendo-se de maneira realmente eficaz com o projeto, este deverá ser apresentado à população com clareza, objetividade e abrangência.

Sato (2004, p. 9) defende que a educação ambiental insere-se nas respostas aos problemas ambientais decorrentes do desenvolvimento humano e do processo educativo, razão pela qual aquela atividade nunca deve ser praticada isolada dos sistemas de investigação e informação ambiental. Assim, ela deve possibilitar um processo de sensibilização que fomente a mudança de atitudes e provoque a participação individual e coletiva nos processos de melhoria na qualidade ambiental.

Sabendo, ainda, que a qualidade de vida em nosso planeta tem sido rapidamente deteriorada, haja vista estar comprometido nos seus diversos aspectos constitutivos (físicos ou biológicos, sociais, econômicos e políticos), temos consciência de que o ambiente precisa ser considerado como um todo, ou seja, devemos ter uma visão *holística* da realidade. Assim, na escola, essa forma de educação deve ser praticada de maneira interdisciplinar, permeando todas as disciplinas do currículo escolar.

Não devemos esquecer, ainda, a racionalização, ou seja, a adoção da política que significa: *reduzir*, ou seja, diminuir na fonte a produção de resíduos sólidos, procurando utilizar produtos mais duráveis, portanto, menos descartáveis; *reutilizar* tudo o que for possível, de sorte que muito do que jogamos seja mais bem aproveitado; e, finalmente, *reciclar*, uma arte conhecida no mundo todo como sinônimo de economia de matérias-primas.

Considerações finais

Para concluir, é importante dizer que, apesar de existirem inúmeros estudos sobre a questão dos resíduos sólidos, esta ainda está longe de ser definitivamente resolvida pela sociedade moderna. Nesses termos, é preciso continuar buscando soluções para esse grande problema, típico de nossa cultura e que gerou um estilo de vida cujo padrão e conforto têm por base o excesso de consumo e o desperdício inconsequente, sendo a natureza vista

como fonte inesgotável de recursos e com capacidade ilimitada de absorver resíduos.

Também é importante destacar que somente com a participação coletiva, integrando sociedade civil e poder público, será possível equacionar e/ou encontrar soluções alternativas que realmente representem os interesses de todos os atores envolvidos: natureza, sociedade humana e desenvolvimento econômico (representado pela indústria).

Outro elemento essencial a ser ressaltado é o investimento em um processo de Educação Ambiental, inclusivo e eficaz, focado na tomada de consciência coletiva, introduzido e fomentado nas escolas da educação básica, afinal as crianças são as melhores fiscalizadoras das atitudes e comportamentos dos pais, bem como são perfeitas multiplicadoras quando bem instruídas pela escola.

Referências

- BRASIL. Ministério da saúde. **Saúde Ambiental e Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.
- BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- CAVINATO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar**. São Paulo: Moderna, 1992.
- FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. Tradução Juergen Heinrich Maar. São Paulo: E.P.U./Springer/EDUSP, 1980.
- FIGUEIREDO, P. J. M. **A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental**. 2. ed. Piracicaba: Editora Unimep, 1995.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- LAYRARGUES, P. P. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. de (Org.). **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2002. p. 179-219.
- MILLER, G. T. **Ciência ambiental**. Tradução All Tasks. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- MIRANDA, L. L. de. **O que é Lixo**. São Paulo: Brasiliense, 1995. (Coleção Primeiros Passos).

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM/SEDU, 2001.

MOTA, S. **O homem e seu meio ambiente**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 1979.

OLIVEIRA, M. V. C.; CARVALHO, A. R. de. **Princípios básicos do saneamento do meio**. São Paulo: SENAC, 1997.

TENÓRIO, J. A.; ESPINOSA, D. C. R. Controle Ambiental de Resíduos. In: PHILIPPI Jr., A.; ROMÉRIO, M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004. (Coleção Ambiental, 1).

WERLE, H. S.; LAZARETTI, I.; OLIVEIRA, B. de. Uma discussão preliminar da questão dos resíduos sólidos em Cuiabá e Várzea Grande: da produção à deposição. **Revista Mato-grossense de Geografia**, Cuiabá, ano 01, n. 0, p. 119-158, dez. 1995.