

M-013
2009
M100407

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
SUPERIOR TECNÓLOGO DE MEIO AMBIENTE

ALEXISSANDER JOSÉ DE PAULA ÁVILA
SUELLEN FERNANDES DA SILVA

**RESÍDUOS SÓLIDOS:
SIGNIFICADOS, IMPACTOS E SOLUÇÕES PARA O AMBIENTE**

JUIZ DE FORA

2009

ALEXISSANDER JOSÉ DE PAULA ÁVILA

SUELLEN FERNANDES DA SILVA

**RESÍDUOS SÓLIDOS:
SIGNIFICADOS, IMPACTOS E SOLUÇÕES PARA O AMBIENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso entregue ao Curso Superior Tecnólogo em Meio Ambiente da Universidade Presidente Antônio Carlos de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de tecnólogo.
Orientadora: Profa. Gisele Pereira Teixeira

JUIZ DE FORA

2009

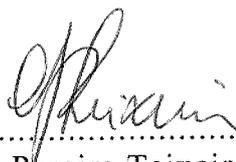
ALEXISSANDER JOSÉ DE PAULA ÁVILA

SUELLEN FERNANDES DA SILVA

**RESÍDUOS SÓLIDOS:
SIGNIFICADOS, IMPACTOS E SOLUÇÕES PARA O AMBIENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso entregue ao Curso Superior Tecnólogo em Meio Ambiente da Universidade Presidente Antônio Carlos de Juiz de Fora.

Aprovado em: 17, 08, 2009



.....
Prof(a). Gisele Pereira Teixeira (orientadora)

.....
Prof(a).

.....
Prof(a).

Dedicamos este trabalho aos nossos pais,
pelo seu amor incondicional e único, que
sempre nos incentivou na nossa jornada
acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos dar saúde, Fé, sabedoria, e ter nos iluminado nessa jornada.

Aos nossos pais, pelo apoio, em todos os momentos, ao longo de toda jornada

Aos nossos amigos, que demonstraram verdadeira amizade, nos trabalhos em equipe e pela solidariedade uns com os outros.

Aos professores, pela paciência, dedicação, respeito, compreensão e carinho com todos

À professora Gisele, que contribuiu com seu conhecimento para realização e concretização deste trabalho.

RESUMO

o objetivo central deste trabalho é fazer um levantamento sobre o problema dos resíduos sólidos, tanto sobre o seu papel negativo na natureza e na saúde quanto pelas possibilidades de gestão. Os resíduos sólidos constituem um dos maiores problemas ambientais a serem enfrentados pelo homem. Das cerca de 240 mil toneladas diárias produzidas em média no Brasil, em torno de 75% se destinam aos grandes lixões, que são depósitos ao ar livre, sem infraestrutura alguma e altamente nocivos para o meio ambiente e à saúde humana. Em processo de decomposição, os resíduos soltam um chorume líquido que contamina o solo e a água, além do desconforto causado pelo mau cheiro. Atualmente, os resíduos sólidos podem ter diferentes destinos, dependendo de seu tipo. O aterro sanitário pode substituir o lixão para enterrar material inservível, e o lixo enterrado se decompõe gerando um gás que pode ser combustível. A coleta seletiva é a melhor alternativa para resíduos feitos de materiais recicláveis, como plásticos, metais, papeis e vidros. A compostagem transforma lixo orgânico em material fertilizante e recuperador de solos degradados. A reciclagem e a compostagem têm grandes vantagens para o ambiente urbano e natural e o bem-estar das pessoas, e por isso são partes de programas municipais de gestão ambiental. Mas educação ambiental é importante para a formação de uma nova consciência das pessoas sobre o meio ambiente, para estabelecer novas relações com este através da gestão dos resíduos sólidos.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, Classificação, Destinações, Reciclagem, Compostagem, Gestão pública sustentável, Educação ambiental.

RESUMO

o objetivo central deste trabalho é fazer um levantamento sobre o problema dos resíduos sólidos, tanto sobre o seu papel negativo na natureza e na saúde quanto pelas possibilidades de gestão. Os resíduos sólidos constituem um dos maiores problemas ambientais a serem enfrentados pelo homem. Das cerca de 240 mil toneladas diárias produzidas em média no Brasil, em torno de 75% se destinam aos grandes lixões, que são depósitos ao ar livre, sem infraestrutura alguma e altamente nocivos para o meio ambiente e à saúde humana. Em processo de decomposição, os resíduos soltam um chorume líquido que contamina o solo e a água, além do desconforto causado pelo mau cheiro. Atualmente, os resíduos sólidos podem ter diferentes destinos, dependendo de seu tipo. O aterro sanitário pode substituir o lixão para enterrar material inservível, e o lixo enterrado se decompõe gerando um gás que pode ser combustível. A coleta seletiva é a melhor alternativa para resíduos feitos de materiais recicláveis, como plásticos, metais, papeis e vidros. A compostagem transforma lixo orgânico em material fertilizante e recuperador de solos degradados. A reciclagem e a compostagem têm grandes vantagens para o ambiente urbano e natural e o bem-estar das pessoas, e por isso são partes de programas municipais de gestão ambiental. Mas educação ambiental é importante para a formação de uma nova consciência das pessoas sobre o meio ambiente, para estabelecer novas relações com este através da gestão dos resíduos sólidos.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, Classificação, Destinações, Reciclagem, Compostagem, Gestão pública sustentável, Educação ambiental.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	08
2	RESÍDUOS ANTROPOGÊNICOS.....	10
2.1	Dados quantitativos no mundo e no Brasil.....	10
2.2	Características dos resíduos.....	12
2.3	Impactos ambientais causados pelos resíduos.....	14
2.3.1	Impactos na saúde humana.....	16
3	DIFERENTES DESTINAÇÕES DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	18
3.1	Lixo especial, dos serviços de saúde e nuclear.....	18
3.2	Aterros sanitários.....	19
3.2.1	Requisitos para a construção e operação.....	21
3.2.2	Tipos e o aterro biodigestor.....	22
3.2.3	Drenagem de líquidos e de gás.....	23
3.2.4	Impermeabilização.....	25
3.2.5	Equipamentos, fechamento e cuidados.....	26
3.3	Coleta seletiva e compostagem.....	27
4	A SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO DE RESÍDUOS.....	31
4.1	Gestão sustentável e Educação ambiental.....	32
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
	REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

Desde as primeiras grandes civilizações, o homem tem se tornado o principal modificador de seu ambiente natural, de modo a poder satisfazer seus desejos de conforto e a própria vida em sociedade. Para essa convivência social, fundou cidades, retirando do ambiente natural a vegetação nativa e aproveitando-lhe os recursos, tanto para o seu consumo individual quanto do coletivo.

Mas por muito tempo, o consumo humano dos produtos era destinado basicamente para satisfazer as necessidades básicas, e algo a mais era considerado supérfluo e, por isso, secundário. Comparando-se com as organizações sociais a partir da Revolução Industrial, as sociedades das épocas anteriores produziam relativamente pouco volume de resíduos, e mesmo assim, sendo em geral de origem natural, logo eram decompostos na natureza.

Sabe-se que a grande produção de resíduos urbanos, constituídos como lixo, se deu a partir da Revolução Industrial, que representou em si a primeira revolução tecnológica, por ter permitido uma manufatura em massa dos produtos. Essa produção em grande escala, graças ao empreendedorismo dos industriais, desencadeou o desejo de consumo, que por sua vez era preconizado como uma liberdade individual na ideologia liberal, caracterizando a sociedade capitalista (PINHEIRO, 2008).

Conforme Ferreira e Anjos (2001), os resíduos representam uma das maiores preocupações da atualidade, devido ao seu importante significado sobre o meio natural, o impacto ambiental e as suas conseqüências sobre a flora, a fauna, o conjunto hidrológico e o bem estar geral e social do homem. Por isso, cada vez mais entidades governamentais e não-governamentais se preocupam em estudar meios mais eficazes de se adequar o destino dos resíduos, sem degradar o meio ambiente e procurando evitar qualquer forma de contaminação.

De acordo com Odum (1988), os resíduos representam uma das maiores formas de estresse ambiental de origem antropogênica, representados sob as mais diversas formas, em estado fluido ou sólido. O autor ainda salienta que os resíduos urbanos de qualquer natureza são os de maior representatividade quanto ao volume de sua produção, bem como do estresse originado.

A justificativa para a escolha desse tema está na preocupação das autoridades em todo o mundo, inclusive no Brasil, com a acumulação maior dos resíduos sólidos, seja em relação aos impactos causados ao ambiente natural e à vida das pessoas. Mas também há preocupação pelo fato de essas acumulações crescerem a uma velocidade crescente, em decorrência do aumento da intensidade de consumo de uma diversidade cada vez maior de bens, inclusive os tecnológicos, uma vez que na atualidade as tecnologias tentem a se tornar obsoletas em pouco tempo, sendo rejeitadas para serem substituídas por produtos mais novos e eficientes.

Tendo os subsídios oferecidos por alguns autores, como Odum (1988), Ferreira & Anjos (2001), Oliveira et al (2006), Pinheiro (2008) e outros, o objetivo central da abordagem desse tema é a discussão em torno dos impactos causados pelo acúmulo de resíduos sólidos e a sua destinação, bem como as estratégias mais recentes desenvolvidas por organizações não governamentais ou por parcerias entre o poder público e empresas privadas para permitir um aproveitamento mais adequado do lixo.

Os objetivos específicos são: descrever os resíduos em geral em seu significado conceitual, sua tipologia e os impactos ao meio ambiente; e discutir sobre o destino, a gestão e a sustentabilidade das estratégias mais recentes desenvolvidas por diferentes instituições ambientais ligadas ao poder público ou ao privado.

Dessa forma, a estrutura do presente trabalho se mostra assim distribuída:

O capítulo RESÍDUOS ANTROPOGÊNICOS, no qual se descreve a tipologia e os impactos ambientais causados pelo lixo;

O capítulo A SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO DOS RESÍDUOS, no qual são discutidos os destinos dos diferentes tipos de resíduos sólidos, a realidade da gestão dos mesmos nos centros urbanos, e a sustentabilidade de projetos alternativos sobre o aproveitamento do lixo.

2 RESÍDUOS ANTROPOGÊNICOS

Este capítulo tem grande importância, uma vez que o seu objetivo central é a descrição dos diferentes tipos de resíduos, e os seus impactos sobre o meio ambiente e mesmo sobre a saúde do homem, que depende de seu ambiente, diretamente ou indiretamente, para a sua sobrevivência.

Segundo Oliveira et al. (2006, p. 2), os resíduos sólidos são, em seu conjunto, denominados como *lixo*, que é definido como “todo e qualquer tipo de resíduos sólidos produzido, e descartado pela atividade humana doméstica, social e industrial”.

Os resíduos sólidos chamam a atenção em todo o mundo devido ao crescimento incessante dos seus acúmulos. Além de impactos diretos ao ambiente natural, eles contribuem para o estabelecimento de uma situação catastrófica frequentemente enfrentada pelos centros urbanos, em época de chuvas (FERREIRA & ANJOS, 2001; OLIVEIRA et al, 2006).

Além disso, segundo estes autores, os resíduos sólidos possuem outra característica que é a chamada poluição visual sobre o meio natural, e mesmo que nem sempre seja fonte de contaminação química ou biológica, pode apresentar mau cheiro e levar anos ou mesmo séculos, dependendo do tipo de material, para se decompor na natureza (OLIVEIRA et al, 2006).

2.1 Dados quantitativos no mundo e no Brasil

Os lixões são compostos de lixo inservível orgânico e inorgânico, desperdiçado ou não. Sobre a geração mundial de lixo, estima-se o seguinte:

Estima-se que a população mundial, é hoje mais de 6 bilhões de habitantes e esteja gerando 570 milhões de ton/ano (em resíduos sólidos), sendo que os maiores geradores são: Estados Unidos, com 210 milhões de ton/ano, Japão, com 100 milhões de toneladas/ano, Inglaterra, com 40 milhões de toneladas/ano, França, com 30 milhões de ton/ano, e Alemanha, com 30 milhões de ton/ano (todos pesos aproximados) (OLIVEIRA et al., 2006, p. 2).

A citação acima revela que os países mais ricos e industrializados são os maiores geradores de lixo, como Japão e a América do Norte.

A China e a Índia juntas, que juntas somam mais de 1/4 da população mundial, são os maiores geradores de lixo, enfrentando sérias dificuldades para gerir adequadamente os resíduos do consumo de tanta gente. Os dois países, principalmente a Índia, enfrentam problemas sociais relacionados com a educação ambiental, e a urbanização desordenada (PINHEIRO, 2008).

Segundo estimativas do IBGE, realizadas em 2005, o Brasil tem aproximadamente 185 milhões de habitantes, com grande densidade demográfica nas regiões Sudeste e Sul, e os maiores vazios na região Norte, contribuindo para a geração irregular de lixo: na cidade de São Paulo são geradas diariamente 11 mil toneladas, e Porto Velho (RO), 260 toneladas diárias. Em todo o Brasil a média diária de produção de lixo é de 241.614 toneladas (OLIVEIRA et al., 2006).

A média de geração de lixo per capita no Brasil situa-se entre 0,5 (Norte) e 2,5 kg/dia (Sudeste), chegando a até 180 kg/ano por habitante. Já a heterogeneidade da composição dos resíduos sólidos se dá “em função do nível de vida e educação da população, do clima, dos modos de consumo, das mudanças tecnológicas, etc” (PINHEIRO, 2008, p. 1).

Junta-se a isso o desperdício, hábito comum entre os brasileiros. Segundo Oliveira et al. (2006, p. 1), “Só no Brasil, em 1992, foram jogados fora cerca de 14 milhões de toneladas de alimentos, sendo que existem 32 milhões de brasileiros famintos”. Esse desperdício explica o grande volume de matéria orgânica compondo os lixões: de acordo com Pinheiro (2008), a matéria orgânica chega a quase 60% dos resíduos presentes nos lixões brasileiros, contra apenas 10% nas nações mais desenvolvidas.

Dados esses números, evidencia-se que o acúmulo de lixo seja um tema de grande gravidade em termos de situação ambiental e social.

A produção média de algo mais de 240 mil toneladas diárias de lixo no Brasil, citadas por Oliveira et al. (2006), é vista mediana para Pinheiro (2008), pois os Estados Unidos produzem 607 mil toneladas diárias, mas grande se comparada com a da Alemanha (85 mil ton/dia) e da Suécia (10,4 mil ton/dia).

2.2 Características dos resíduos

O conjunto dos resíduos sólidos tem uma composição bem heterogênea: plásticos, papéis, vidros, metais, orgânicos de diversas origens e outros materiais,

indicando uma grande diversidade de origens. Produtos da fabricação humana, os plásticos, papeis e vidros são os resíduos sólidos mais abundantes. Essa heterogeneidade permitiu o processo de classificação dos resíduos sólidos, o que tem se revelado de grande valor para o planejamento de destinos mais adequados de cada tipo identificado de resíduo, a fim de diminuir os lixões (OLIVEIRA et al., 2006; PINHEIRO, 2008).

Existem as seguintes formas de classificação: os resíduos sólidos podem ser inorgânicos ou orgânicos; podem ser recicláveis ou não-recicláveis. Os materiais inorgânicos são compreendidos pelos vidros e metais. Os orgânicos são representados principalmente pelos alimentos. Os papeis e os plásticos são produtos oriundos do processamento industrial de recursos naturais (celulose da madeira e petróleo, respectivamente), não sendo inorgânicos em sua composição química, mas artificiais. O que chama a atenção nos plástico é a sua grande estabilidade química no ambiente natural, que os torna resistentes à decomposição em curto prazo (PINHEIRO, 2008).

O lixo químico é exemplificado pelos restos de produtos químicos como soda cáustica, inseticidas, praguicidas, etc., que reagem com os elementos naturais. Existem também resíduos visíveis, representados por quaisquer formas sólidas ou líquidas, e os invisíveis, como os gases poluentes atmosféricos, os gases estufa, e a irradiação do lixo nuclear (PINHEIRO, 2008).

Outra classificação se relaciona com a fonte geradora: eles podem ser de origem domiciliar; residencial, público, especial, industrial, e dos serviços de saúde (OLIVEIRA et al., 2006; PINHEIRO, 2008).

Domiciliar, doméstico ou residencial: todo o conjunto de resíduos gerado pela atividade doméstica. Tem grande concentração de matéria orgânica de origem alimentar, até mais de 65%. o restante é de papel, vidro, plásticos, metal, etc. Os resíduos domiciliares podem ser a principal parte constituinte dos lixões. A sua coleta é diária.

Comercial: é o conjunto de resíduos gerados pelos estabelecimentos comerciais. A concentração de orgânico varia: os estabelecimentos do ramo alimentício são os maiores geradores. A sua coleta também é diária.

Público: é o lixo coletado pelas varrições das vias públicas do serviço de limpeza urbana municipal ou por empresa particular de limpeza, sendo colocado em cacimbas e tambores da empresa responsável. É composto de papeis, plásticos,

embalagens de alimentos, metais, latinhas de bebidas, restos de galhos e folhas de árvores podadas pelo serviço municipal em praças ou margens de rios, etc.

Especial: é uma linha de resíduos de origem industrial, mas de composição diferenciada, em geral contendo elementos ou compostos tóxicos ao ambiente e à saúde humana, merecendo “cuidados especiais em seu acondicionamento, transporte, manipulação e disposição final” (OLIVEIRA et al., 2006, p. 6). Entre os seus representantes, estão os resíduos industriais, de portos, de aeroportos, de terminais ferroviários e rodoviários, pilhas, baterias em geral, embalagens de agrotóxicos, de combustíveis, de remédios ou de venenos, não podendo ser jogados em lixões (OLIVEIRA et al., 2006; PINHEIRO, 2008).

Industrial: é todo lixo produzido nas indústrias em geral, com grau variado de toxicidade. Padarias e confecções podem ser consideradas pequenas fábricas que fazem seus produtos em escala industrial, tendo a diferença de repassarem seus produtos diretamente ao consumidor final, atuando como estabelecimentos comerciais e gerando quantidades pequenas de resíduos. O lixo industrial com toxicidade ou que necessita de acondicionamento e transporte não convencional pode ser considerado como industrial especial (OLIVEIRA et al., 2006).

Dos serviços de saúde: é lixo composto de tecidos (gaze e outros), plásticos (embalagens de soros e recipientes de seringas), látex (luvas cirúrgicas, condutos, etc.), embalagens de medicamentos e outros. Os resíduos desse tipo podem ser divididos em: *séptico* (sangue e hemoderivados, animais de experimentação, excreções, secreções e líquidos orgânicos, resíduos de análises clínicas, resíduos de unidades de enfermagem e de internação etc.); comuns (de atividades da administração ou de serviços de varrição e limpeza, restos de alimentos sem contato com excreções, etc.); e rejeitos radioativos (materiais radioativos ou radionucleotídeos de laboratórios de análises clínicas e de medicina nuclear e radioterapia) (OLIVEIRA et al., 2006).

Pinheiro (2008) ainda enumera outros tipos importantes de resíduos:

Atômico: produto resultante da queima de combustível nuclear (geralmente urânio enriquecido com isótopo 235), de alto poder de radiação.

Radioativo: é formado por elementos radioativos de reatores nucleares.

Espacial: restos de satélites e outros objetos lançados pelo homem e circulantes na órbita da Terra, a 28.000 km/h. Estágios de foguetes, satélites desativados, tanques de combustível e fragmentos de aparelhos que explodiram

naturalmente ou por armas anti-satélites. Esporadicamente cai no planeta algum fragmento espacial.

Dos três tipos acima descritos, o lixo atômico e o radioativo constituem um constante perigo para a saúde humana e ao próprio meio ambiente. Apesar de serem resíduos sólidos, sua poluição é invisível e suas conseqüências para a saúde são drásticas, como ocorreu em Goiânia em 1987, com o césio 137.

2.3 Impactos ambientais causados pelos resíduos

Os resíduos sólidos em geral geram diversas formas de impacto ambiental, podendo contaminar o solo, a água e o ar. Eles também causam a poluição visual e podem atrair animais indesejáveis, que procuram alimento e abrigo (OLIVEIRA et al., 2006).

Os resíduos causam dois tipos de estresse ambiental: o *agudo*, uma perturbação repentina e normalmente limitada quando cessada a atividade de deposição; e o *crônico*, de prazo longo ou recorrência frequente e resposta mais lenta. O ambiente natural pode levar muitos anos ou mesmo séculos para se recuperar do estresse crônico, dependendo da gravidade deste. A cronificação do estresse pelos lixões se dá pela deposição contínua, com o aumento da gravidade da contaminação (ODUM, 1988).

Uma propriedade dos resíduos sólidos é a inesgotabilidade, que define a continuidade de crescimento de sua geração e de seu acúmulo, bem como de sua heterogeneidade e da maior durabilidade dos materiais inorgânicos ou sintéticos (PINHEIRO, 2008).

Como no Brasil os lixões são ainda a principal destinação dos resíduos sólidos, é significativo o impacto causado por estes acúmulos, a começar pela perturbação visual sobre a paisagem natural. Além desse problema inicial, o lixão causa “degradação indiscriminada da natureza, provocando a proliferação de vetores de doenças, geração de maus odores e principalmente poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas pelo chorume” (GODINHO, 2008, p. 7).

Além do mau cheiro, o chorume derivado da decomposição do lixo carrega microorganismos patogênicos. Os lixões próximos das periferias das cidades atraem animais daninhos como roedores e alguns insetos, ou peçonhentos como

escorpiões e aranhas, que podem picar os moradores e/ou catadores que extraem renda da venda de material reciclável (GODINHO, 2008).

Muito consumidos para uso diverso, desde a agricultura até limpeza doméstica, daí serem produzidos em alta escala, os produtos químicos em geral geram resíduos que contaminam principalmente o solo e a água e ameaçam os lençóis freáticos, que vêm sendo alternativas de água potável com a degradação das superficiais. Mas os lençóis freáticos estão muito ameaçados:

Ao contrário das águas superficiais, as subterrâneas são quase impossíveis de serem purificadas depois de ficarem poluídas, pois não estão expostas à luz solar, a correntes fortes, nem a outros processos naturais de purificação que limpam as águas superficiais. As cidades das regiões industriais já não podem usar a água subterrânea local para beber por causa da contaminação; elas têm que trazer água de fora, a grandes custos (ODUM, 1988, p. 180).

Os processos naturais de purificação são correntezas, corredeiras, quedas d'água, redemoinhos, oxigênio e luz solar, daí ser uma desvantagem o aprisionamento natural dos lençóis freáticos. As rochas sobrejacentes são porosas e permitem infiltrações de poluentes dissolvidos na água superficial. A poluição dos lençóis é, portanto, cumulativa.

Ao serem decompostas, pilhas, lâmpadas e baterias exalam *metais pesados* como mercúrio, cádmio, chumbo e níquel, que na forma de íons, contaminam o solo e a água, suas respectivas comunidades bióticas e o próprio homem, numa forma de poluição química (PINHEIRO, 2008).

Todo o conjunto de resíduos forma o principal agente de degradação ambiental. Órgãos da ONU, como o PNUD e a UNESCO, apontam o lixo como o maior agente poluidor de recursos hídricos no Brasil, com mais de 1000 mananciais contaminados (ALMEIDA, 2008).

Os sinais de poluição física das águas pelos resíduos são: alterações de gradientes térmicos, aspecto mais turvo pela suspensão de resíduos pulverizados pelas correntezas mais fortes, lodo em locais inadequados, e lixo acumulado. Os sinais de poluição química são: mudança de coloração, correntes ácidas e água tóxica (PINHEIRO, 2008), ocasionadas pelo acúmulo de gases como o dióxido de carbono e pela chuva ácida dos centros urbanos (ODUM, 1988).

Os plásticos, principalmente sacolas de supermercado e garrafas PET, trazem grandes prejuízos na paisagem urbana ao entupirem bueiros e redes de captação de água e esgoto. A produção industrial de sacolas plásticas no Brasil é espantosa, seguida de grande desperdício, principalmente no armazenamento de lixo (ALMEIDA, 2008).

Um grande impacto se observa quando os resíduos alcançam o mar:

Cerca de 70% dos sacos plásticos, latas, garrafas e pneus são depositados no fundo do mar. O restante navega pela superfície ou fica preso nos grandes giros oceânicos. Esses lixões são devastadores para a vida marinha [...]. Peixes e pássaros engolem pedaços de plásticos e metal e também perdem a vida. Estima-se que o lixo acumulado nos mares seja o responsável direto pela morte de 1 milhão de aves e mamíferos marinhos por ano. Quase todo esse lixo chega aos oceanos levados pelas águas dos rios ou é arrastado pela maré de praias emporcalhadas. São despejados 675 toneladas de resíduos sólidos por hora no mar – e 70% desse total é constituído de objetos feitos de plásticos. Em Daca, capital do Bangladesh, a sacola plástica provocou catástrofe. O rio que banha a capital ganhou por diversas vezes barragens artificiais de sacos plásticos. Os entupimentos de esgotos foram responsáveis por cheias devastadoras em 1988 e 1998. Essa situação exigiu tomada de medidas drásticas. É expressamente proibido, por lei, a manufatura, compra e posse de sacos de polietileno e são aplicadas pesadas multas e até penas de prisão para reincidentes (ALMEIDA, 2008, p. 2).

Essas consequências não representam todos os danos causados pelos plásticos, como frisa o próprio autor da observação acima, mas demonstram o significado nocivo sobre o meio ambiente, independente da distância da fonte geradora desses resíduos.

2.3.1 Impactos na saúde humana

Os resíduos sólidos podem causar emissões de gases tóxicos. Metano é exalado pela decomposição de matéria orgânica em decomposição. O monóxido de carbono, produzido por exalações de cigarro e veículos, causa incapacidade de absorver oxigênio e pode até matar. Partículas exaladas junto com a fumaça dos veículos podem causar problemas respiratórios graves. A água poluída pelos esgotos e matéria orgânica em decomposição se torna veículo de doenças causadas por agentes microbianos, como hepatites ou gastroenterites e os compostos

químicos produzem intoxicações diversas, direta ou indiretamente (por consumo de pescado, por exemplo), e mesmo câncer (ANDOZIA, 2008).

Resíduos de alumínio podem causar mal de Alzheimer; pastilhas e lonas de freio contêm amianto, que causa pneumopatia grave; chumbo causa problemas dos rins; o mercúrio, nervosos; o fósforo dos fertilizantes, alterações dentais. A radiação do lixo radioativo é altamente cancerígena, além de contaminar o meio ambiente:

Alguns elementos radioativos podem levar milhares de anos para serem absorvidos pela natureza. A radiação destrói as células humanas, matando-as ou causando mutações. Só das usinas nucleares, o plutônio, que é o mais perigoso dos subprodutos radioativos e também o de mais longa vida, mantém sua periculosidade durante, pelo menos, 500 mil anos. Este é, aliás, o período de tempo em que o elemento deve permanecer isolado do meio ambiente. Meio milionésimo de grama deste elemento - uma dose invisível - é cancerígeno. Cerca de 500 gramas, se uniformemente distribuídos, poderiam induzir potencialmente o câncer pulmonar em todas as pessoas do planeta (PINHEIRO, 2008, p. 3).

Observa-se que, com isso, o impacto do lixo à saúde ambiental e humana é mais amplo e diversificado do que se imagina usualmente, e mostra também que os riscos à saúde humana se aliam aos riscos ambientais.

3 DIFERENTES DESTINOS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Este capítulo tem como objetivo específico descrever sobre as outras destinações mais conhecidas dos resíduos sólidos, além dos lixões, já descritos no capítulo anterior.

No Brasil, os lixões constituem a principal destinação dos resíduos sólidos, pois “Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE (2000) indicam que 76% do lixo coletado no país – cerca de 20 milhões de toneladas por ano – são jogados a céu aberto” (PINHEIRO, 2008, p. 2). Por causa disso e devido à falta de critério de seleção, esses depósitos recebem usualmente todos os tipos de resíduos, e por isso, são os de composição mais heterogênea.

Das mais de 240 mil toneladas de lixo diariamente produzidas, cerca de 125 mil são constituídas de rejeitos orgânicos (restos de alimentos, principalmente), e material reciclável. Segundo pesquisa do IBGE feita em 2000, 76% do lixo são jogados em lixões a céu aberto (PINHEIRO, 2008).

Segundo Pinheiro (2008), apenas 25% de todo o volume do lixo produzido no Brasil se destina a outros locais que não sejam os lixões. Somente 0,1% do lixo, composto de resíduos atômicos e nucleares, é destinado para o CNEN, os de serviços de saúde, que compõem 2%, incinerados em recintos especiais, apenas 3% é reciclado e uma pequena fração de lixo orgânico vai para a compostagem.

De acordo com a Secretaria de Saúde, Saneamento e Desenvolvimento Ambiental de Juiz de Fora (2004), a produção média de resíduos sólidos urbanos gira em torno de 350 toneladas diárias. Por mês, o aterro sanitário do município recebe 10.000 toneladas, ou 120.000 toneladas por ano. Portanto, considerando-se os critérios acima descritos, o município é um grande produtor de resíduos.

3.1 Lixo especial, dos serviços de saúde e nuclear

A heterogeneidade e o conhecimento sobre a toxicidade do lixo permitiram que fossem criados outros destinos, ambientalmente melhores do que os lixões. Os resíduos especiais, como baterias, pilhas e outros tipos industriais tóxicos, devem ser destinados para locais específicos, havendo para isso transporte especial, que os isole do contato com o ar e com a água da chuva (OLIVEIRA et al., 2006).

Os resíduos dos serviços de saúde também têm serviço de coleta sistemática, mas não devem ser colocados em lixões. Normalmente eles devem ser incinerados em locais isolados de áreas naturais e zonas habitadas, para evitar vapores tóxicos ou infecções. O lixo nuclear (radioativo e o atômico), que pode ser também material contaminado pelos produtos radioativos, tem destinação determinada pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), armazenados em tambores próprios, selados com material potencialmente isolante como camadas grossas de concreto. Esse material todo é enterrado em terrenos geologicamente estáveis (PINHEIRO, 2008).

3.2 Aterros sanitários

Os aterros sanitários compreendem depósitos de lixo, planejados por meio de enterro e aterramento dos resíduos. Foram construídos com alternativas ambientalmente mais seguras de se depositar lixo inservível (que não serve para reaproveitamento ou não tem outro destino adequado disponível). Sua construção é planejada e o lixo enterrado fica isolado do ambiente externo. Historicamente, eles foram a primeira alternativa para compensar os lixões (OLIVEIRA et al., 2006).

Segundo a NBR nº 8419 da Associação Brasileira de normas Técnicas (ABNT, 1992), compreende uma

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua 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, ou a intervalos menores, se necessário.

Conforme a definição acima, nota-se que o aterro sanitário constitui uma alternativa de isolar os resíduos sólidos do meio ambiente, permitindo os processos naturais de decomposição, com riscos minimizados de contaminação do meio circundante.

O solo primeiramente é coberto por uma lona de material impermeável e resistente, e depois recebe o primeiro depósito de lixo. Essa lona impede que o chorume seja absorvido pelo solo. Este depósito depois é coberto por uma camada

de terra constituída principalmente de argila, que veda melhor contra a ação do clima. Pode haver ou não novas camadas de lixo e terra, dependendo do tipo de aterro. Em geral os aterros têm um sistema de canalização do biogás produzido pela decomposição do lixo enterrado, bem como tratamento de chorume e outra técnicas (OLIVEIRA, 2001), como na figura esquemática abaixo:

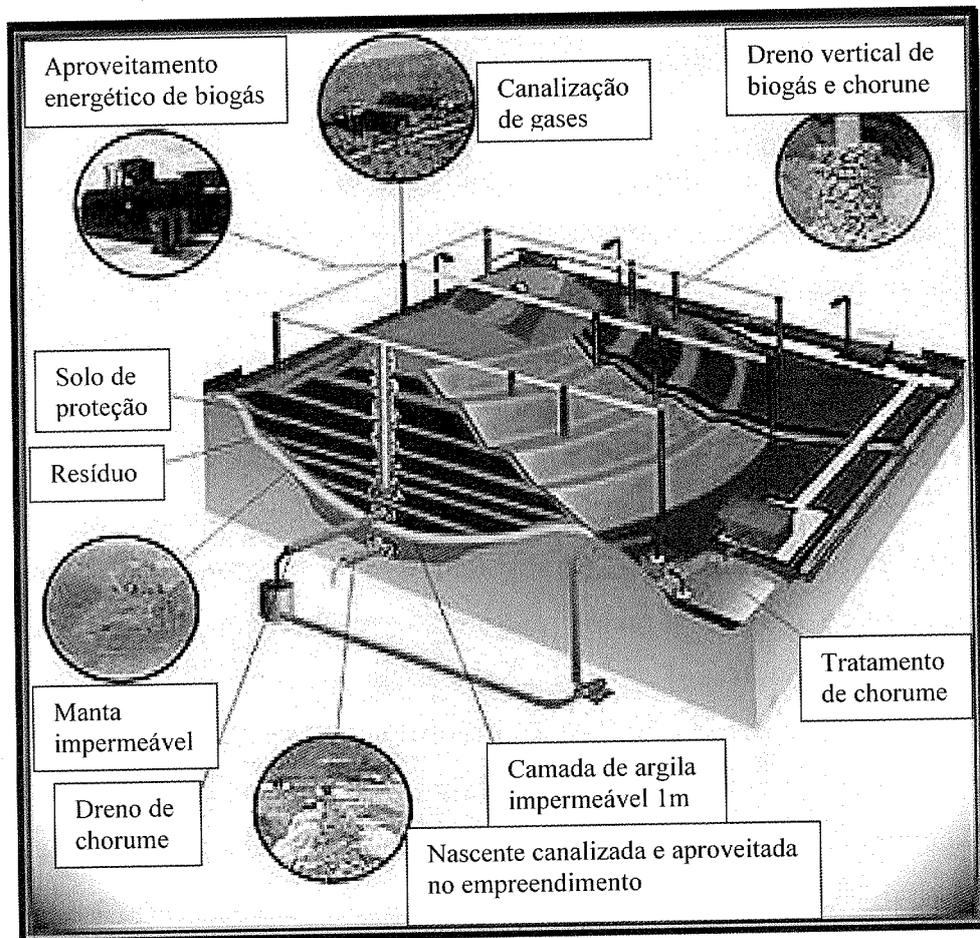


Figura 1: Representação estrutural de um aterro sanitário (JUIZ DE FORA, 2004).

O impacto ambiental não é muito grande, pois quando terminado, o aterro pode ser reaproveitado em sua superfície. A sua duração é em geral de dez anos, em situação favorável (bom planejamento e local adequado de construção) (OLIVEIRA et al., 2006).

Nos Estados Unidos, o aterro sanitário se constitui o principal destino de 80% do volume total dos resíduos sólidos urbanos (RSU) produzidos. No Brasil, ele é destino de apenas 10% de todo o lixo produzido, sendo outros 13% destinados em estações especiais (lixos especial, atômico e nuclear), incineração, compostagem e reciclagem, o que contribui pouco para solucionar o problema dos

lixões (IBGE). Ainda assim, estão sendo construídos mais aterros em todo o Brasil sendo construídos preferencialmente em áreas inabitadas (OLIVEIRA, 2001).

3.2.1 Requisitos para a construção e operação

A primeira preocupação é a escolha do terreno para a construção dos aterros. Uma série de estudos é feita sobre variáveis naturais (geologia, presença de água nas proximidades, etc); dados humanos (variáveis populacionais, sociais e econômicas das comunidades a serem atendidas, produção e gerenciamento adotado); e um estudo de viabilização da área escolhida, que envolve técnicas de engenharia geológica para avaliar se não há situação de risco, como consistência dos depósitos sedimentares e rochosos, presença e profundidade de lençóis freáticos, possibilidade de aproveitamento destes, proximidade de águas superficiais e possibilidade de aproveitamento, etc. (OLIVEIRA, 2001).

Os estudos envolvendo técnicas de engenharia geológica pode ser direta (geoprocessamento, fotos aéreas ou de satélite), e indireta (sondagens de infiltração, bombeamento, percussão, perfuração para amostragem e análise da água do lençol freático se tiver, etc., no local da construção do aterro). O levantamento dos dados obtidos com os estudos de todas as variáveis possíveis permite uma classificação de viabilidade da área. Essa área pode ser classificada como recomendada, recomendada com restrição e não recomendada (CONSONI et al., apud OLIVEIRA, 2001).

Esta classificação se realiza conforme o quadro de critérios abaixo relacionado na Tabela 1:

<i>Dados Necessários</i>	<i>Área recomendada</i>	<i>Recomendada c/ restrições</i>	<i>Não recomendada</i>
<i>Vida útil</i>	Maior que 10 anos	10 anos (a critério do órgão ambiental)	10 anos (a critério do órgão ambiental)
<i>Distância do centro atendido</i>	Maior que 10 km	De 10 a 20 km	Maior que 20 km
<i>Zoneamento ambiental</i>	Sem restrições	Sem restrições	Unidades de conservação ambiental e correlatas
<i>Zoneamento Urbano</i>	Vetor de crescimento mínimo	Vetor de crescimento intermediário	Vetor de crescimento máximo

<i>Densidade populacional</i>	Baixa	Média	Alta
<i>Uso e ocupação das terras</i>	Áreas devolutas ou pouco utilizadas	Áreas devolutas ou pouco utilizadas	Ocupação intensa
<i>Valorização da terra</i>	Baixa	Média	Alta
<i>Aceitação da população e ONGs</i>	Boa	Razoável	Inaceitável
<i>Distância aos cursos d'água (nascentes, etc.)</i>	Maior que 200m	Menor que 200m (com aprovação do órgão ambiental)	Menor que 200m (com aprovação do órgão ambiental responsável)

Tabela 1: classificação de viabilidade da área escolhida para construção do aterro (CONSONI et al., apud OLIVEIRA, 2001).

A apresentação do projeto de construção do aterro sanitário deve obedecer às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, estando de acordo com as definições descritas pela Portaria nº 053, de 01/03/79, e nº 124, de 20/08/80, estabelecidas pelo Ministério do Interior. Para isso, as autoridades competentes devem apresentar um projeto, elaborado de acordo com normas rígidas, com o objetivo de apresentar o máximo de informações possível. Esse projeto deve ter descrição bem detalhada sobre a área estudada, as condições, custos estimados, esquemas do aterro a ser construído, cronograma da obra, pareceres técnicos, etc., abordados nas normas 4 e 5 da portaria acima referida. Após essas etapas, o projeto passa por avaliação de impacto ambiental pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) (CONSONI et al., apud OLIVEIRA, 2001).

A etapa do projeto é a parte mais delicada para a viabilização da construção do aterro sanitário, uma vez que necessita da aprovação de instâncias superiores, através de representantes técnicos específicos, e pelo caráter burocrático do processo (CONSONI et al., apud OLIVEIRA, 2001).

3.2.2 Tipos e o aterro biodigestor

De acordo com Oliveira (2001), os aterros sanitários podem possuir um dos seguintes métodos de operação:

Trincheira: de camada única de depósito e terra. É feito de trincheiras cavadas e um talude onde os resíduos são despejados e depois fortemente

prensados, para minimizar a percolação. O depósito é enterrado depois por espessa camada de material da escavação.

Rampa: feito de várias camadas intercaladas lixo-terra. as camadas de lixo, bem adensadas, podem chegar a até 5 m de espessura. A camada última de terra, de composição argilosa (pouco permeável) deve ter meio metro para evitar mau cheiro, minimizar infiltração de águas da chuva e afastar animais daninhos. Ideal em terrenos planos.

De área: ideal em relevos acidentados e lençóis freáticos menos profundos, tem poucas camadas de lixo prensado e exige transporte de terra para a camada de cobertura.

As vantagens do aterro sanitário são: compensação dos lixões, eliminação da poluição visual e do mau cheiro, afastamento de moscas e outros animais daninhos, eliminação do potencial poluidor dos percolados e fornecimento de gás metano como fonte alternativa de energia a partir da decomposição (biodigestão anaeróbica) do lixo aterrado. As desvantagens são: necessidade de monitoramento constante para evitar percolação indesejada e contaminação, e lentidão do processo de decomposição, de até 10 anos, agravada pela baixa umidade do meio aterrado (OLIVEIRA, 2001).

A biodigestão é lenta porque o material aterrado é muito heterogêneo e o processo em si passa por fases diferentes: *hidrolítico-fermentativa*, que é a degradação da matéria mais complexa; *acetogênese*, que produz acetato a partir dos produtos da fase anterior; e *metanogênese*, que é a fase da produção de metano. A metanogênese, em si, é a mais complexa das fases, pois também se observam etapas próprias, com produção/liberação de oxigênio, alcoóis, acetatos, formiatos, hidrogênio, CO₂ e metano (VILLAS-BOAS, apud OLIVEIRA, 2001).

3.2.3 Drenagem de líquidos e gás

A drenagem evita que os líquidos percolados (água de chuva, chorume, fluidos de animais em decomposição) e os gases possam contaminar os solos e a atmosfera, respectivamente, e também que prejudiquem o interior do aterro.

As figuras seguintes demonstram o sistema de drenagem:

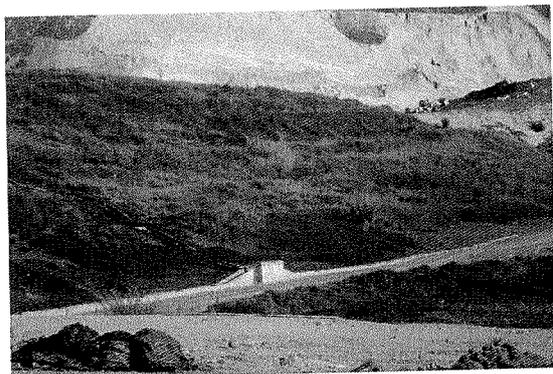


Figura 2: Canaleta de drenagem, de parte coberta do aterro de Juiz de Fora (foto dos autores).



Figura 3: Canaleta de drenagem, de coleta de água de chuva e de animais mortos. Aterro de Juiz de Fora (foto dos autores).

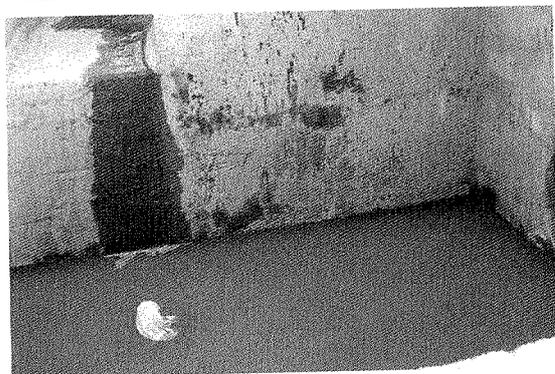


Figura 4: Caixa de coleta de água pluvial da canaleta, confeccionada em concreto. Aterro de Juiz de Fora (foto dos autores).

No caso do Aterro de Juiz de Fora, MG, a água das chuvas cai sobre o solo e escoam para uma valeta superficial que atravessa o aterro. Essa água, através da valeta, se deposita em uma caixa d'água de concreto. Essa caixa possui uma canaleta que direciona a água para terrenos longe do aterro. Além dessa valeta superficial, há o sistema de drenagem que direciona o chorume para uma piscina de escoamento. Toda essa estrutura, incluindo a piscina, é feita de concreto. A piscina, antes de receber o conteúdo, foi forrada por uma lona impermeável. A construção da piscina é uma alternativa para a coleta do chorume, que é levado para a estação de tratamento.

A drenagem de gases é um sistema de chaminés de captação e escoamento, ligadas a manilhas cobertas de brita, sobre a rede de drenagem de percolados. Nas

extremidades das chaminés deve haver equipamentos para a queima controlada dos gases (OLIVEIRA, 2001).

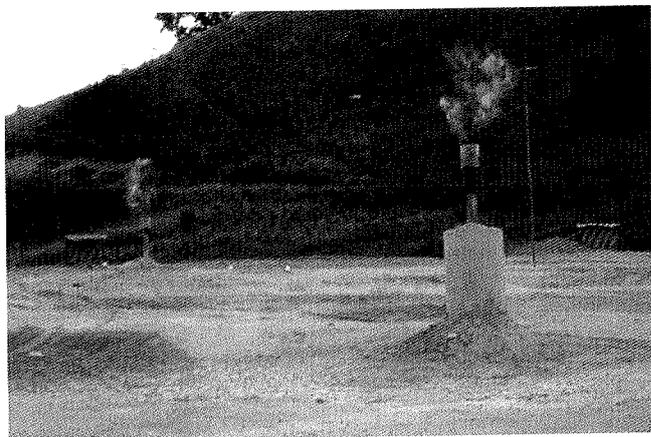


Figura 5: Escapamento do sistema de drenagem de biogás do aterro de Juiz de Fora (foto dos autores).

3.2.4 Impermeabilização

A impermeabilização do fundo dos aterros sanitários é necessária quando o local da construção do aterro não possui impermeabilidade natural. Ela impede a percolação dos líquidos. Os materiais podem ser argilas compactadas ou, preferencialmente, lonas plásticas especiais e resistentes, as *geomembranas*, como borracha butílica, borracha de etileno-propileno (EPDM), cloreto de polivinila (PVC) e polietilenos de alta densidade. O aterro sanitário de Juiz de Fora utiliza o PEAD, um polietileno de alta densidade (JUIZ DE FORA, 2004).

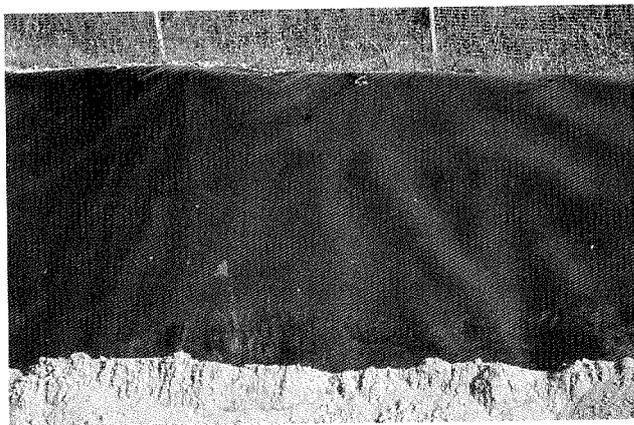


Figura 6: Manta PEAD impermeável do aterro de Juiz de Fora (foto dos autores).



Figura 7: Preparo de nova camada de resíduos após colocação da manta PEAD no aterro de Juiz de Fora (foto dos autores).

3.2.5 Equipamentos, fechamento e cuidados

Os equipamentos de construção de aterros são: retroescavadeira, pá-carregadeira sobre rodas ou esteira (corte da terra); trator de esteira (compactação das camadas, corte e transporte de terra, abertura de drenos, etc.); e caminhão basculante (transporte de terra). Os de apoio são: placas de sinalização; cerca anti-acesso; portaria/guarita; balança para controlar a disposição dos resíduos; escritório; refeitórios e banheiros; almoxarifado; pátio de estocagem de brita, terra e tubos; acessos cascalhados; iluminação para operações noturnas (OLIVEIRA, 2001).

O fechamento é a fase de encerramento da recepção dos resíduos e de sua cobertura final. Esse fechamento deve manter o material aterrado bem vedado para evitar vazamentos ou percolações indesejáveis, evitar atração de insetos e outros vetores e garantir o local do aterro para utilização futura.

Para que essa fase final de atividade do aterro seja executada, necessita-se dos seguintes cuidados: “manutenção da cobertura final e sistema de retenção; coleta de chorume; monitoramento de águas subterrâneas; monitoramento de gás” (OLIVEIRA, 2001, p. 12).

A manutenção da cobertura final é necessária para evitar os problemas de contaminação por líquidos e gás e garantir maior durabilidade do aterro.

O aterro bem finalizado não causa impactos significativos ao ambiente circundante, e os cuidados de manutenção devem perdurar até 20 anos. O terreno pode ser utilizado futuramente para outros fins diversos, como área de lazer. A instalação de áreas verdes é viável desde que haja controle da emissão de gases,

pois o CO₂ excessivo retarda o metabolismo das plantas e murchamento, e o metano, asfixia e ressecamento das raízes (OLIVEIRA, 2001).

A despeito de seu impacto ambiental particular, os aterros sanitários são a melhor alternativa para os lixões por sua capacidade de conter grandes depósitos de lixo. Outras medidas auxiliares são a reciclagem e a compostagem.

3.3 Coleta seletiva e compostagem

A *coleta seletiva* de resíduos é um sistema de recolhimento de resíduos previamente selecionados conforme a sua constituição material. É uma alternativa para os lixões, além dos aterros sanitários, e facilita a classificação dos resíduos nos seguintes grupos: Orgânico, Reciclável e Rejeito, conforme a tabela 2 (OLIVEIRA et al., 2006).

ORGÂNICO	REICLÁVEL	REJEITO
Resto de alimento	Papel	Resíduos de banheiro
Folha	Vidro	Pilhas
Galho	Metal	Lâmpadas
Casca de frutas e legumes	Plástico	Outros

Tabela 2: Identificação dos Resíduos para Coleta Seletiva (OLIVEIRA ET AL., 2006).

Segundo Oliveira et al. (2006, p. 7), “esta separação pode ocorrer na própria fonte geradora (residências, escolas, locais de trabalho), quanto nos centros de triagem ou nas usinas de reciclagem”, e o recolhimento do material, realizado por catadores. Os moradores podem selecionar materiais e depositá-los em recipientes coloridos em locais de fácil acesso (Tabela 3):

TIPO DE RESÍDUO	COR DO RECIPIENTE
Papel	Azul
Vidro	Verde
Metal	Amarelo
Plástico	Vermelho
Madeira	Preto
Resíduos perigosos	Laranja
Resíduos Ambulatoriais e de Serviço de Saúde	Branco
Resíduos Radioativos	Roxo
Resíduos orgânicos	Marrom
Resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não possível de separação	Cinza

Tabela 3: Identificação do Tipo de Resíduo e Cor do Recipiente para Reciclagem (OLIVEIRA et al., 2006).

Essa atividade, auxiliada pela pintura de tambores e lixeiras coletoras de material selecionado, tem grande utilidade didática, auxiliando a educação ambiental em todos os países onde ela é empregada. Outra forma de coleta seletiva é a adoção de símbolos determinantes de materiais específicos, como demonstra a figura abaixo:

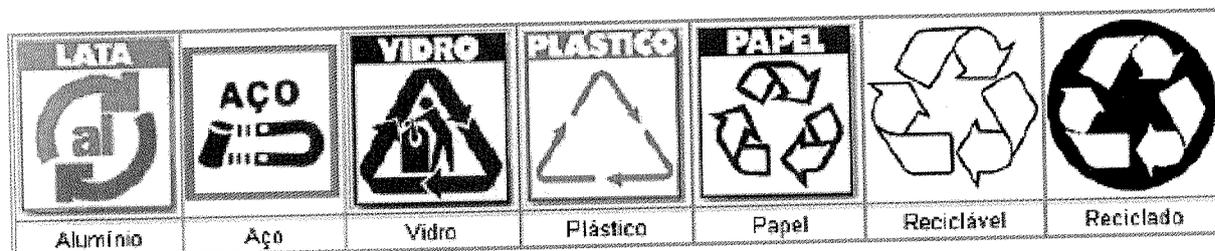


Figura 8: Símbolos de identificação de material dos resíduos, que também adotam diferenciação de cores (OLIVEIRA et al., 2006).

Para uma coleta de lixo bem sucedida, recomenda-se a lavagem de vasilhames de plástico e de vidro antes de serem descartados, evitando-se mau cheiro e contaminação. Vidros e plásticos duros quebrados devem se embrulhados em jornais.

A coleta seletiva tem crescente aceitação entre a população brasileira, por contribuir para a diminuição de exploração de recursos naturais em geral; da poluição de solo, água e ar; da proliferação de vetores de doenças e da contaminação alimentar; do custo com limpeza e do desperdício; o prolongamento da vida útil dos aterros; e a comercialização de recicláveis (OLIVEIRA et al., 2006, p. 8-9).

A descrição acima revela as vantagens como sendo econômicas e favoráveis ao meio ambiente e à durabilidade do aterro.

A reciclagem, que consiste no reaproveitamento industrial ou artesanal, é o destino final dos materiais já mencionados. Suas principais vantagens são: compensação da exploração de recursos naturais e economia de energia elétrica por reduzir parte do processamento da matéria-prima. Foi verificado que alguns materiais podem ser reciclados várias vezes, e o vidro, 100% reciclável, contribuindo para poupar a extração de areia e de calcário, que entram na sua fabricação. Os resultados da reciclagem são: ambientais (redução dos aterros, manutenção das áreas naturais, redução de níveis de poluição, principalmente com

a compostagem); econômicos (redução de gastos com energia elétrica); e políticos (melhora da imagem dos governos, das cidades e das respectivas populações, maior proximidade entre poder público e população) (OLIVEIRA et al., 2006).

Com base nos resultados apresentados acima, percebe-se que os objetivos da reciclagem se relacionam, basicamente, com os resultados sobre manutenção de recursos, economia de energia elétrica e corte de gastos em tecnologia de processamento de matéria-prima bruta (exemplo, metais em forma de minério).

Sobre os plásticos, existem dois tipos, os termoplásticos e os termofixos. Os primeiros, exemplificados pelas sacolas plásticas, são infinitamente recicláveis com baixa produção residual, sem alterar suas propriedades químicas. Já os termofixos, os plásticos duros, são recicláveis, mas sofrem alterações químicas com o calor, daí serem fisicamente irreversíveis (ALMEIDA, 2008).

A *compostagem* é o aproveitamento do lixo orgânico, com base na biodegradação. No Brasil, somente 1% do rejeito orgânico é compostado. Isso indica que deve haver mais investimento em compostagem, uma vez que o lixo orgânico compõe mais de 50% da produção total de resíduos, indo para lixões e aterros. Nestes últimos existe o risco de sobrecarga em sua estrutura (OLIVEIRA et al., 2006; PINHEIRO, 2008).

O período da compostagem completa depende de condicionantes como “processo utilizado e o tipo de material a ser compostado”, podendo durar até 60 dias tanto na primeira quanto na segunda fase (OLIVEIRA et al., 2006, p. 11).

A compostagem tem as seguintes fases: degradação ativa, que além de alterar quimicamente a matéria orgânica, gera calor e elimina a maioria dos microorganismos patogênicos; e maturação, que resulta em um composto orgânico alterado e humificado. O composto passa por tratamento físico (peneiramento, catação), e biológico (compostagem propriamente dita). Somente após completamente maturado, o produto pode ser utilizado (OLIVEIRA et al., 2006).

Esse processo resulta em um produto fertilizante eficiente e natural, quando utilizado após a completa maturação da matéria orgânica, para evitar a liberação de toxinas no solo.

Este fertilizante pode não ser completo em nutrientes como os industriais, mas é excelente condicionador dos solos, pois além de possuir nutrientes essenciais (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, etc...), possibilita a troca de cátions. Outras vantagens do uso do produto: estabilização

dos solos de áreas sujeitas à erosão, proteção das encostas, retenção da umidade dos solos após as chuvas e melhoria das propriedades físicas e estruturais dos solos, o que possibilita a recuperação mais rápida da cobertura vegetal natural, revelando-se como contribuinte excelente para a recuperação ou reabilitação de áreas degradadas. Além disso, por causa do reaproveitamento de sua matéria-prima, contribui para a diminuição sistemática dos lixões (OLIVEIRA et al., 2006; PINHEIRO, 2008).

Uma usina de compostagem deve ser instalada preferencialmente em local aberto e desabitado, para que o composto possa ser maturado ao ar livre, mas em ambiente protegido. Os ingredientes devem ser restos de plantas (capim cortado, árvores podadas, etc.), restos de alimentos de origem vegetal (pão, folhas, borra de café, outros), e carbonato de cálcio obtido por esmagamento de cascas de ovos (OLIVEIRA et al., 2006).

4 A SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO DOS RESÍDUOS

O objetivo deste capítulo é descrever as diferentes formas de gerenciamento dos resíduos sólidos, desde a sua destinação além dos lixões já comentados, até a educação ambiental e as iniciativas públicas.

A situação atual do planeta decorre da indiferença das autoridades e da sociedade de consumo, aliada à má gestão ambiental. Mas foram os grandes lixões em todo o mundo que despertaram movimentos sociais e as autoridades para a necessidade de atividades alternativas de gerenciamento do lixo, que podem ser consideradas partes do desenvolvimento sustentável, uma série de medidas sociais, econômicas e políticas associadas à preservação das áreas naturais e a recuperação de outras (SCHENINI e NASCIMENTO, 2002).

Mas a implementação do desenvolvimento sustentável exige tempo, conhecimento e uma mudança de mentalidade de consumo:

A situação atual do planeta exige um desenvolvimento sustentável, no entanto, ele precisa ser realizado a longo prazo, pois faz-se necessário uma série de medidas para que isso aconteça. Além disso, ele deve ser viável economicamente, ou seja, não deve comprometer os lucros do estado ou organização, pois o sistema capitalista elimina tudo que prejudica a acumulação intensiva de capital. A cidade deve receber atenção especial, já que ela interfere constantemente no ecossistema. A iniciativa de desenvolvimento sustentável deve começar com as grandes cidades, pois são elas que mais poluem e degradam o meio ambiente (NASCIMENTO e OLIVEIRA, 2005, p. 2-3).

Essa iniciativa se justifica pelo fato de as cidades serem as maiores fontes de alteração ambiental através de consumo de recursos e produção de resíduos. A viabilidade econômica é possível desde que haja boa interatividade e boa vontade da parte das partes responsáveis (poder público, empresas privadas, sociedade civil). O mais importante, conforme aponta Nascimento e Oliveira (2005), é a urgência dessa iniciativa, por causa da gravidade elevada da situação ambiental relacionada à má administração dos resíduos.

Por isso, o tema dos resíduos vem sendo como uma das pautas mais exploradas nas discussões sobre desenvolvimento sustentável.

Conforme Nascimento e Oliveira (2005, p. 3), a elaboração de uma política de gerenciamento mais adequada e sustentável depende de um conhecimento

apurado dos gestores e das autoridades políticas através de estudos sobre a quantidade média de lixo produzido por cada região de um centro urbano, para se estabelecer medidas como instalação de aterros sanitários, e métodos educativos e de coleta seletiva que visam aumentar a durabilidade dos aterros e diminuir os riscos de contaminação ambiental pelo lixo.

4.1 Gestão sustentável e Educação ambiental

A gestão pública dos resíduos sólidos urbanos tem sido uma necessidade cada vez maior em decorrência da nova noção de meio ambiente, estabelecida na Agenda 21 do Encontro Mundial de Meio Ambiente, no Rio de Janeiro, em 1992. Essa nova noção abrange muito mais do que o meio natural, envolvendo também os próprios centros urbanos.

Essa noção leva a um novo conceito de meio urbano como ambiente que possa ser ambiente saudável para a sobrevivência, desde que sejam praticadas políticas públicas de gestão dos fatores urbanos de poluição, representados principalmente pelos resíduos (SCHENINI e NASCIMENTO, 2002). Dessa forma,

A gestão dos resíduos sólidos nas cidades representa uma das grandes ações ambientalmente amigáveis. Nesse sentido pode-se adotar inúmeras atividades que detêm respaldo na concretização dos objetivos sustentáveis. Pode-se exemplificar essas através dos seguintes serviços: sistemas de coleta do lixo urbano; coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos; coleta dos resíduos industriais; disposição em aterros sanitários; coleta e descarte de produtos contaminantes: hospitais, ambulatórios; tratamento e disposição dos resíduos industriais; comercialização dos resíduos (SCHENINI e NASCIMENTO, 2002, p. 13-14).

A gestão dos resíduos sólidos urbanos não deve ser isolada de outras políticas públicas ambientais que devem ser colocadas em prática, inclusive nas zonas rurais, como tratamento de esgoto, urbanismo ecológico, gerenciamento de bacias hidrográficas, ações de incentivo em fiscalização e recuperação ambiental.

Junto a estas alternativas, outra que vem sendo estudada como parte integrante da gestão pública é a taxação sobre os resíduos. Mais de 50% dos municípios brasileiros não cobram pela limpeza urbana, utilizando-se de outros recursos de cobrança como o imposto predial e territorial urbano, sem garantia de uma prestação de qualidade (OLIVEIRA, 2007).

A distribuição estatística das taxações é demonstrada pela tabela abaixo:

Brasil – serviços e taxas	Número de municípios	%
Taxa específica	129	2,36 %
Dentro do IPTU	2.310	42,19 %
Tarifa p/ serviços especiais	13	0,24 %
Outra	25	0,46 %
Sem declaração	07	0,13 %
Não cobram	2.991	54,62 %
<i>TOTAL</i>	<i>5.475</i>	<i>100,0 %</i>

Tabela 4: Distribuição estatística das taxas sobre resíduos (OLIVEIRA, 2007).

A taxação de resíduos pode ser uma alternativa de inibir a população de jogar resíduos em locais públicos. Essa atitude se deve à falta de uma educação para a cidadania e à carência ou má distribuição de lixeiras a empresa de limpeza pública municipal por mau investimento.

Outro problema é a falta de boa vontade política de se unir à sociedade para fomentar práticas capazes de desenvolver relações mais harmônicas entre a população e o meio ambiente. Existe o desafio de derrubar a velha cultura de normalidade relativa aos lixões, que geram uma incômoda e perigosa convivência. Esse falso conceito de normalidade resulta de muitos anos de indiferença com o meio ambiente, que por sua vez se dá pela falta de conhecimento sobre os perigos oferecidos pelos lixões ao meio ambiente e à própria saúde humana (OLIVEIRA, 2007).

De acordo com Godinho (2008), a conduta da população brasileira em relação ao lixo e às consequências hoje levantadas sobre o meio natural advém da falta de uma educação voltada para o desenvolvimento da cidadania ambiental.

Verifica-se muita contradição entre a população, que reage indignada com o desmatamento sistemático na Amazônia ou na Mata Atlântica, mas não com o lixo. Isso resulta da restrição ou ausência de conhecimento sobre os malefícios do lixo a céu aberto e sobre destinos mais adequados, e essa restrição se deve à falta de uma educação ambiental realmente abrangente (JACOBI, 2003).

Essa situação, segundo Godinho (2008), pode estar situada nos conceitos que os educadores, formados em instituições tradicionais, desenvolvem sobre educação ambiental.

A Educação Ambiental é definida como um conjunto de práticas educativas diversas com a finalidade de estabelecer, entre o homem e o meio natural, uma

nova relação, marcada pela harmonia e pelo respeito, a partir da compreensão desenvolvida pelo homem de ser apenas mais um elemento da natureza e dela depender para sua própria sobrevivência, e apresentar novas atitudes a partir dessa visão. A educação ambiental deve conjugar a informação teórica com as práticas de gerenciamento de resíduos, e é hoje reconhecida como parte integrante da educação formal (JACOBI, 2003; GODINHO, 2008).

Levantar essa questão não deve estar ligada a apenas um aspecto do conhecimento sobre o ambiente, como costumeiramente ocorre no estabelecimento que adota metodologias fragmentária ao abordar um conhecimento, e nem desprezar a praticidade exigida pelo ensinamento da Educação Ambiental.

Outro aspecto entre educação e meio ambiente pode ser demonstrado por Almeida (2008). Segundo o autor, as sacolas plásticas são vistas de diferentes modos conforme a sua capacidade de reutilização e também com o grau de instrução.

Segundo dados obtidos em pesquisa de campo, o autor percebeu que a maioria das pessoas guarda um grande número de sacolas plásticas para um uso posterior, geralmente associado ao transporte de objetos e acondicionamento de resíduos sólidos de origem orgânica ou inorgânica. Entre os catadores de material reciclável, as sacolas são reutilizadas para o transporte de pequenas quantidades de material a ser levados para as usinas de reciclagem, e por outro lado, elas também compõem grande parcela do volume de plásticos destinados à reciclagem.

Em relação ao grau de instrução e às contradições possíveis, os dados levantados foram os seguintes:

De acordo com a escolaridade a maior parte dos entrevistados (75%) tem ensino médio e superior, onde podia se esperar uma maior conscientização e preocupação com o meio ambiente. No entanto, 55% dos entrevistados mudariam de supermercado se este não oferecesse sacola plástica, julgando o uso [...] imprescindível no dia-a-dia; observa-se que dentro destes 55% estão pessoas com ensino fundamental e alguns com ensino médio [...]. Analisando os dados e através da vivência durante as entrevistas percebe-se uma grande marca do traço cultural e o consumismo exacerbado por parte dos consumidores [...], principalmente na faixa etária de 20 a 60 anos e com grau de escolaridade menor. Nos mais instruídos, percebe-se que não fazem questão do uso da sacola e estão abertos a novas alternativas menos prejudiciais ao meio ambiente (ALMEIDA, 2008, p. 5-6).

Verifica-se que, entre os menos instruídos a defesa da sacola plástica está em seu potencia de reutilização doméstica. Entre os mais instruídos, a espera por alternativas menos agressivas indica maior nível de consciência ambiental e vida financeira mais favorável.

Mas mesmo entre os segmentos mais instruídos, o uso de sacolas plásticas com objetivo de reutilização doméstica é comum, indicando que a consciência ambiental apresenta-se parcial.

O gerenciamento adequado de resíduos sólidos é uma prática diversa e é possível, desde que haja boa vontade de todas as partes, desde o poder público, passando pela iniciativa privada, até a população.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De todos os dados acima observados, conclui-se que o problema da geração e da destinação dos resíduos sólidos depende inteiramente da mentalidade consumista desenvolvida entre as sociedades urbano-industriais.

No Brasil, a persistência dos lixões como destino final predominante se deve a uma série de fatores, como superexploração dos recursos materiais e o mau investimento em projetos de melhorias gerais na questão ambiental urbana, como gerenciamento adequado dos resíduos urbanos em geral. Além disso, há a falta de educação ambiental, que tem permitido costumes de falta de respeito com o ambiente, como jogar resíduos no chão ao invés de destiná-los numa lixeira mais próxima.

Existe também um grande problema enfrentado pela população sobre o destino a ser dado ao lixo especial, no caso representado principalmente por pilhas e baterias, comprovadamente nocivas ao ambiente e à saúde humana. A grande maioria dos municípios não possui centros de destinação adequada desses resíduos especiais, que muitas vezes são recolhidos pelas lojas de celulares ou simplesmente jogados nos lixões. Este fato representa, talvez, um grande desafio a ser enfrentado pelo poder público, envolvendo a sociedade e os estabelecimentos comerciais especializados em celulares.

A necessidade de iniciativas aliando educação ambiental a projetos de destinação e proveito dos resíduos de todos os tipos deve ser vista como de caráter urgente, uma vez que a velocidade de produção de resíduos, juntamente com a da superexploração dos recursos naturais, é maior do que a capacidade da Terra se recuperar do desgaste causado pela sua degradação.

Em se tratando da educação ambiental, é um aspecto urgente a ser considerado e aplicado, uma vez que os projetos existentes, apesar de serem exemplares em seus objetivos e na criatividade no reaproveitamento do lixo, ainda são incipientes, refletindo o papel secundário assumido pela própria educação como um todo como investimento das políticas públicas.

Embora não deva ser vista como a única iniciativa a ser realizada para mudar o panorama atual, a educação ambiental é, mesmo assim, a grande ferramenta para iniciar a série de desafios a serem enfrentados pelas novas gerações no intuito de salvaguardar as áreas naturais remanescentes, através de,

entre outras iniciativas, implantação de projetos eficazes de gerenciamento dos resíduos sólidos, como forma de buscar a continuidade de sua própria sobrevivência, e fixar a nova mentalidade da cidadania ambientalmente sustentável.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. R. de S. **Sacolas Plásticas: o lixo em circulação.** [Artigo publicado em 31 out. 2008]. Disponível em: <http://www.webartigos.com/articles/10704/1/sacolas-plasticas-o-lixo-em-circulacao/pagina1.html>. Acesso em 04 abr. 2009.
- ANDOZIA, A. **Poluição = doenças.** [Artigo publicado em: 06 jan. 2009]. Disponível em: <http://www.webartigos.com/articles/13167/1/poluicao--doencas/pagina1.html>. Acesso em: 03 abr. 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. – ABNT. NBR-8.419 (origem NB-843/83). **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos urbanos.** Rio de Janeiro, 1992. 7p.
- FERREIRA, J. A.; ANJOS, L. A. dos. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 689-696, mai-jun, 2001.
- GODINHO, E. M. S. O. **A Educação Ambiental Como Parceira no Tratamento de Resíduos Sólidos contaminantes do solo e da rede hidrográfica em Goiás - GO.** [Artigo publicado em: 05 dez. 2008]. Disponível em: <http://www.webartigos.com/articles/12228/1/a-educacao-ambiental-como-parceira-no-tratamento-de-residuos-solidos/pagina1.html>. Acesso em: 03 abr. 2009.
- JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189-205, março/ 2003.
- JUIZ DE FORA. Prefeitura Municipal. Departamento Municipal de Limpeza Urbana – DEMLURB. **Institucional - Aterro Sanitário de Juiz de Fora.** Juiz de Fora: Secretaria de Saúde, Saneamento e Desenvolvimento Ambiental de Juiz de Fora (SSSDA/JF), 2004. Disponível em: <http://www.pjf.mg.gov.br/governo/secretarias/demlurb/institucional/aterro.php>. Acesso em 28 mai. 2009.
- ODUM, E. P. **Ecologia.** Trad. Christopher J. Tribe. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.
- OLIVEIRA, S. **Aterro sanitário.** Botucatu, SP, 2001. [Artigo].
- OLIVEIRA, A. B.; PAPA, J. B.; LIMA, M. B.; ANTONIO, K. R.; BARROS, M. S. P. de M.; FREITAS, P. A.; MORAN, P.; AFONSO, T.; e MARTINS, W. dos S. Projeto gerenciamento de resíduos sólidos na comunidade Jocum. **Curso de Tecnologia em Gerenciamento Ambiental da Faculdade UNIRON.** Porto Velho, Rondônia, 2006. [Monografia de Conclusão de curso]. Disponível em: <http://br.monografias.com/trabalhos/projeto-residuos/projeto-residuos.shtml>. Acesso em 13 abril. 2009.

OLIVEIRA, I. C. P. A taxa de lixo como componente da gestão integrada de resíduos sólidos municipais. **Pós-Graduação em Ciência Ambiental – PGCA / UFF**. Niterói RJ, 2007. [Artigo].

PINHEIRO, J. A. N. Lixo urbano. [Artigo publicado em 31 out. 2008]. **Instituto de Meteorologia da Universidade Federal do Pará**. Disponível em: <http://www.webartigos.com/articles/10684/1/lixo-urbano/pagina1.html>. Acesso em 03 abr. 2009.

SCHENINI, P. C.; NASCIMENTO, D. T. Gestão pública sustentável. **Revista de Ciências da Administração**, v.4, n.08, jul/dez 2002.

VELLOSO, C. H. V. Aterros sanitários/aterros controlados de resíduos sólidos urbanos. In: **Disposição final de resíduos sólidos urbanos**, n. 1, 1992. Curso... Belo Horizonte: ABES, 1992. p.44-65.