

# A importância do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos

*The importance of urban solid waste management system*

Viviane Amaral Ferreira

Engenheira Química – Universidade Santa Cecília;  
Especialista em Tecnologias Ambientais – Universidade  
Estadual Paulista;  
Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho –  
Faculdades Osvaldo Cruz;  
Mestranda em Engenharia Química – Universidade Estadual  
de Campinas.  
Campinas – SP [Brasil]  
viviamfer@yahoo.com.br

Elias Basile Tambourgi

Bolsista em Pesquisa do CNPq – Nível 1D;  
Mestre e Engenheiro Químico - Universidade Estadual de  
Campinas;  
Doutor em Engenharia Química – Universidade de São Paulo;  
Pós-doutorado – Universidade Técnica de Lisboa.  
Campinas – SP [Brasil]  
eliastam@feq.unicamp.br

A maioria dos municípios brasileiros dispõe seus resíduos sólidos sem nenhum controle, uma prática de graves consequências como contaminação do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas, criação de focos de organismos patogênicos, vetores de transmissão de doenças, com sérios impactos à saúde pública. Neste trabalho, buscou-se investigar e avaliar os aspectos significativos do gerenciamento de resíduos sólidos para o desenvolvimento sustentável, que assegure a melhoria continuada do nível de qualidade de vida, promova práticas recomendadas para a saúde pública e proteja o meio ambiente contra as fontes poluidoras.

**Palavras-chave:** Gerenciamento. Meio ambiente e saúde. Resíduos sólidos.

The most part of Brazilian cities disposes its solid waste without any adequate procedure, a custom that can cause environmental damages such as air, soil, superficial and underground water contamination, developing focus of diseases with the spread of pathogenic vectors and its consequent impacts on public health. This work tries to investigate and evaluate the significant aspects of urban solid waste management, focused on sustainable development, in order to assure the continue development of welfare, promote recommended procedures on public health and protect the environment from pollution.

**Key words:** Environment and health. Management.  
Solid waste.



## 1 A problemática da disposição inadequada de resíduos

Na década de 60, com a industrialização e com o crescimento da população mundial, as indústrias aumentaram sua capacidade de produção e melhoraram seus processos e a qualidade de seus produtos. Com isso, passaram a consumir mais energia, armazenar e movimentar mais substâncias químicas e negligenciar as preocupações com a preservação dos recursos naturais e os impactos ao meio ambiente e à saúde dos seus trabalhadores e da população vizinha à indústria (PASSOS, 2002).

A problemática da disposição dos resíduos gerados no meio urbano representa um dos principais problemas que afligem a sociedade moderna, em que a intensificação da industrialização e a verticalização das construções incentivaram e possibilitaram a concentração elevada de pessoas em um espaço territorial relativamente pequeno. Combinado a isso, houve um aumento populacional que exigiu maior incremento na produção de alimentos e bens de consumo direto. Na tentativa de atender essa demanda o homem transforma cada vez mais matérias-primas em produtos acabados, gerando, assim, maiores quantidades de resíduos que, dispostos em aterros e lixões inadequados, comprometem o meio ambiente.

A operação de levar um resíduo do ponto de geração até o seu destino final envolve geralmente coleta, transporte e armazenamento dentro da própria indústria e coleta e transporte até o local de tratamento ou disposição. A fase interna é, normalmente, de responsabilidade da própria indústria, enquanto a fase externa é, muitas das vezes, das contratadas ou terceirizadas. Nestes casos, a legislação vigente torna o industrial corresponsável por qualquer acidente ou contaminação que por ventura venha a ocorrer. Isso implica que os

resíduos devem ser gerenciados pelo industrial em todas as fases do processo (AMARAL e SILVA, 1991).

A cidade italiana de Nápoles discute com autoridades locais e nacionais o destino das pilhas de detritos que se acumulam nas ruas em razão da falta de aterros sanitários (Figura 1). Por ser a Europa um continente muito povoado, há pouco lugar para novos aterros. O problema está preocupando todo o continente europeu, já que os aterros sanitários estão sendo preenchidos rapidamente. Além disso, a situação tem obrigado as nações européias a controlar sua produção de lixo. Até o ano de 2020, a União Européia (UE) irá exigir que as nações-membros reduzam a quantidade de lixo enviada a aterros para 35% do que era enviado em 1995. A UE já começou a restringir rigorosamente o uso de aterros – depósitos de lixo – devido à quantidade de problemas ambientais e de saúde que eles podem causar. (VEJA ONLINE, 2008; GLOBO ONLINE, 2008).



**Figura 1: Acúmulo de lixo na cidade italiana de Nápoles**

Fonte: Moysés, 2008.

A incineração de resíduos domésticos é comum em países de alta densidade demográfica e de alto nível de renda, como no Japão, na

Alemanha, na cidade de Viena, nos estados da costa leste dos Estados Unidos, entre outros. Os resíduos incinerados geram vapor que acionam turbinas que podem produzir eletricidade, aquecimento ou refrigeração de residências e condicionamento industrial.

Na figura 2, são apresentadas fotos ilustrativas de incineradores implantados na Europa.



**Figura 2a: Incinerador instalado na Alemanha**

Fonte: Os autores.



**Figura 2b: Incinerador instalados em Viena**

Fonte: Riebling, 2006.

Os países que utilizam o processo de incineração na cadeia de tratamento de resíduos sólidos adotam o conceito de responsabilidade compartilhada entre o poder público com seus contratados (empresas privadas responsáveis pelo ser-

viço), a indústria (com a garantia que o material gerado por ela será reciclado e comercializado, gerando negócios) e a sociedade, orientada pelas autoridades a participar do processo para separação do lixo. Pode-se afirmar que a educação nesses países é bem desenvolvida e aplicada, pois a participação da população e comunidade tem papel fundamental.

## 2 O tratamento dos resíduos e seus processos de transformações

O tratamento dos resíduos nunca constitui um sistema de destinação final completo ou definitivo, pois sempre há um remanescente inaproveitável. As vantagens decorrentes dessas ações se tornam mais claras após o equacionamento dos sistemas de manejo e de destinação final dos resíduos.

Segundo Jardim (1995), as vantagens são de ordem ambiental e econômica. No caso dos benefícios econômicos, a redução de custos com a disposição final é a vantagem econômica que mais sobressai. Dentre os fatores que contribuem para a necessidade de tratamento dos resíduos, pode-se citar os seguintes:

- a escassez de áreas para destinação final dos resíduos;
- a disputa pelo uso das áreas remanescentes com a população de menor renda;
- a valorização dos componentes do lixo como forma de promover a conservação de recursos;
- a economia de energia;
- a diminuição da poluição das águas e do ar;
- a inertização dos resíduos sépticos, e
- a geração de empregos, por meio da criação de indústrias recicladoras.



A seguir estão descritos resumidamente na Tabela 1 alguns processos de transformações de resíduos sólidos domiciliares.

**Tabela 1: Processos de transformações utilizados para o gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares**

Processo de Transformação	Métodos de Transformação	Principal conversão em produtos
<b>Físico</b>		
Separação de componentes	Manual ou mecânica	Componentes individuais encontrados nos resíduos domiciliares.
Redução de volume	Aplicação de energia em forma de força ou pressão	Redução do volume do material original.
Redução de tamanho	Aplicação de energia para retalhamento e moagem	Redução de tamanho dos componentes originais.
<b>Químico</b>		
Combustão	Oxidação Térmica	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> ), outros produtos de oxidação e cinzas.
Pirólise	Destilação destrutiva	Vários gases, alcatrão e composto de carbono.
<b>Biológico</b>		
Compostagem aeróbica	Conversão biológica aeróbica	Composto humidificado usado como condicionador de solos.
Compostagem anaeróbica	Conversão biológica anaeróbica	Metano (CH <sub>4</sub> ), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), húmus.

Fonte: Tchobanoglous et al. 1993.

Uma proposta de um modelo de gerenciamento de resíduos sólidos exige o conhecimento das distintas formas de tratamento e destinação final de resíduos (LEITE e MARQUES, 2002).

### 3 O gerenciamento e sua importância

Como a questão ambiental vem ganhando apoio de várias entidades, o reaproveitamento de

resíduos tornou-se, nos últimos anos, fonte de pesquisa constante.

Segundo Tchobanoglous et al. (2002), o gerenciamento de resíduos sólidos pode ser definido como a disciplina associada ao controle da geração, estocagem, coleta, transferência, transporte, processamento e disposição dos resíduos sólidos, de acordo com princípios de saúde pública, econômicos, de engenharia, de conservação, estéticos e de proteção ao meio ambiente, sendo também responsável pelas atitudes públicas.

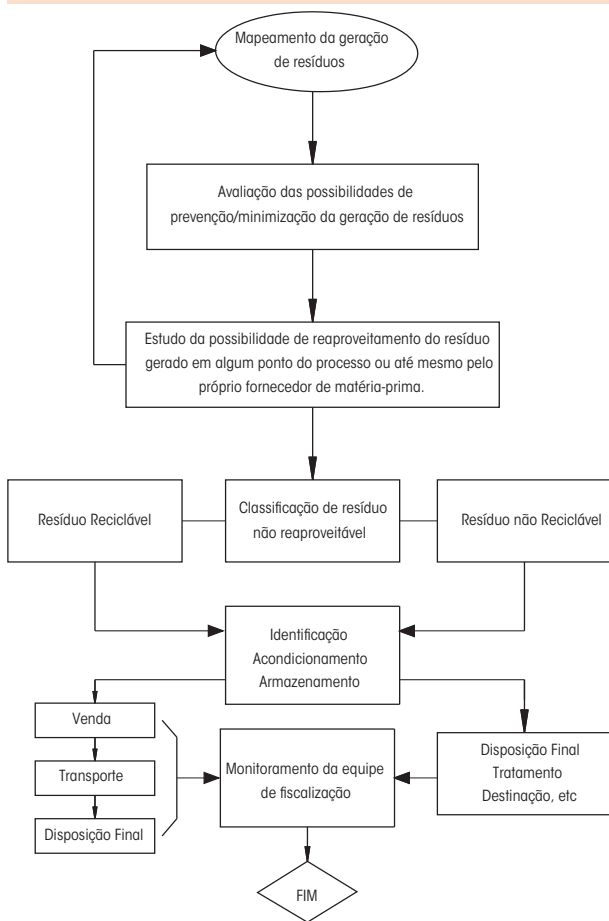
Dessa forma, o gerenciamento exige o emprego das melhores técnicas para o enfrentamento da questão. A solução do problema dos resíduos sólidos pode envolver uma complexa relação interdisciplinar, abrangendo, por exemplo, os aspectos políticos e geográficos, o planejamento local e regional e elemento de sociologia e demografia.

A Figura 3 apresenta as etapas básicas que deverão ser percorridas no gerenciamento dos resíduos.

Gerenciar os resíduos de forma integrada é articular ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento, apoiadas em critérios sanitários, ambientais e econômicos, para coletar, tratar e dispor o lixo de uma cidade, ou seja, significa acompanhar de forma criteriosa todo o ciclo dos resíduos, da geração à disposição final (“do berço ao túmulo”), empregando as técnicas e tecnologias mais compatíveis com a realidade local (LEITE e MARQUES, 2002).

### 4 Os impactos ambientais e suas ferramentas de controle

De acordo com SETAC (1993), define-se etapa de análise de impactos como um processo técnico qualitativo e quantitativo para caracterizar e



**Figura 3: Fluxograma para gerenciamento de resíduos sólidos**

Fonte: Chiuvite, 2001, modificado.

avaliar os efeitos das cargas ambientais identificadas no inventário ambiental.

A resolução CONAMA 01/86 define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia, resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I. a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II. as atividades sociais e econômicas;
- III. a biota;
- IV. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, e
- V. a qualidade dos recursos ambientais.

A análise de impactos pode converter o ecobalço do produto em efeitos ambientais potenciais, que consistem nas fases de classificação, caracterização e normalização. A classificação e caracterização devem ser objetivas e baseadas em conhecimento científico. O resultado é uma estimativa quantitativa dos efeitos ambientais potenciais para o produto estudado em todo o seu ciclo de vida, chamado perfil ecológico do produto. A normalização pode comparar as diversas variáveis em um contexto mais mensurável, relacionando os efeitos ambientais totais em uma geográfica de maior interesse (SANTOS, 2006).

O gerenciamento de resíduo sólido (lixo) urbano interessa aos estudos de Análise de Ciclo de Vida (ACV), já que o mesmo constitui uma das etapas do ciclo de vida dos produtos. Por outro lado, a ACV é uma ferramenta interessante para gerar informações para orientar o gerenciamento integrado do resíduo sólido urbano (MOURAD, 2002).

Existem diversas metodologias específicas desenvolvidas para estudos de ACV, utilizadas para definição de pesos às categorias de impacto ambiental, após ter-se obtido o perfil ambiental pela alocação dos dados do inventário ambiental.

Atualmente, existem diversos *softwares* para análise de ciclo de vida nos Estados Unidos e Europa. O *software* SAAP (Sistema de Avaliação Ambiental de Processos), por exemplo, avalia as categorias de impacto ambiental utilizando dez indicadores ambientais para o processo em questão. Ele foi concebido visando padronizar e facilitar a utilização de uma metodologia para avaliar a performance ambiental de processos industriais, baseada nas normas de ACV e na norma ISO 14031 (SANTOS, 2006).

O desenvolvimento sustentável pressupõe interdisciplinaridade, na medida em que sua evolução nos leva a trabalhar com três macros temas que compõem os chamados *triple bottom*



*line*, ou seja, os aspectos ambientais, sociais e econômicos. A sinergia entre esses aspectos permeia a aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável, ou sustentabilidade, onde quer que ele seja aplicado, tanto em nível governamental, como da sociedade civil ou na seara empresarial (AMARAL, 2005).

Devemos caminhar para uma política de não geração de resíduos. Porém, havendo a geração, esta deve ser a mais responsável possível, aplicando-se, para a resolução do problema, princípios fundamentais da Gestão Ambiental em conformidade com regras de proteção do próprio consumidor que, por ignorância, faz um descarte equivocado do produto e depois vem sofrer os danos decorrentes de sua própria conduta (ANDRADE, 2004).

Deve-se ressaltar que a globalização pode assumir um papel importante na medida em que os produtos ecologicamente corretos podem ser mais valorizados no mercado internacional. Além disso, com base em tratados e convenções internacionais, deve-se firmar a idéia de que os países precisam atuar em sintonia na questão ambiental, e não somente querendo resolver os problemas nos limites formais de suas fronteiras, já que o meio ambiente não tem fronteiras, e o ar e a água, que são poluídos em determinado país, são os mesmos que circularão no país vizinho (ANDRADE, 2004).

O que se pode esperar para que ocorra um gerenciamento integrado são futuras restrições legais e uma preocupação mais evidente com a preservação da saúde pública e do meio ambiente. Atualmente acordos internacionais ajudarão à elaboração de novas regularizações, principalmente em razão da preocupação com a minimização da geração de resíduos sólidos, as ações preventivas quanto as consequências sobre o solo e as águas subterrâneas e, ainda, com o efeito estufa e as alterações climáticas (SMA, 2005).

## 5 Considerações finais

Estima-se atualmente que a população mundial esteja entre 6 bilhões de habitantes, gerando em torno de 30 milhões de toneladas de lixo por ano. Para se minimizar os efeitos ambientais dessas gerações e disposição de resíduos, recomenda-se o gerenciamento de resíduos sólidos integrado que podem trazer os benefícios ambientais, sociais e econômicos como:

- a redução do volume de lixo coletado que é transferido para aterros sanitários e lixões, aumentando a vida útil destes;
- a geração de empregos para catadores, sucateiros, operários e comunidade local, e
- a separação dos resíduos sólidos por coleta seletiva, evitando a disposição inadequada desses resíduos em vias públicas, evitando entupimento de galerias pluviais e enchentes.

Estudos mostram que as pessoas precisam se conscientizar e respeitar a capacidade de suporte de resíduos no meio ambiente, e as Prefeituras dos municípios da região devem apoiar essa atividade. As medidas para minimizar a geração dos resíduos requerem significativa mudança de comportamento, tanto em nível de processo industrial e gestão do produto quanto no nível do consumidor final.

Notou-se que a produção mais limpa e outras estratégias preventivas, como a ecoeficiência, produtividade ambiental e prevenção a poluição são opções preferíveis que requerem o desenvolvimento, apoio e implantação de políticas e práticas adequadas.

Além disso, devem ser estabelecidos critérios que permitam a escolha dos locais mais adequados para depositar resíduos, levando-se em conta a qualidade e a quantidade da geração.

Quando uma indústria acompanha a geração de seus resíduos é possível relacionar a energia as-

sociada a estes, e isso poderá dar indícios da forma de tratamento mais adequada a ser considerada para cada tipo de resíduo. O acompanhamento por área é importante, podendo ter alternativas de melhorias na redução e no tipo de reaproveitamento a ser considerado, o que implicará a redução dos custos. A gestão ambiental é, portanto, uma ferramenta cada vez mais útil para diminuir os impactos ambientais que as indústrias trazem com o desenvolvimento. Ela passa a ser, na verdade, um dos motivos para ganhar competitividade e eficiência perante os concorrentes.

## Referências

- AMARAL, S. P. *Sustentabilidade ambiental, social e econômica nas empresas*. São Paulo: Tocalino, 2005. p. 16.
- AMARAL E SILVA, C. S. *Diagnóstico da qualidade da água para abastecimento da população da região metropolitana*. São Paulo: IBIDEM, 1991.
- ANDRADE, T. C. S. *Meio ambiente: um bom negócio para a indústria – Práticas de Gestão Ambiental*. São Paulo: Tocalino, 2004.
- BRASIL. Resolução CONAMA N° 001, de 23.1.86: dispõe sobre os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, 17 fev. 86.
- CHIUVITE, T. B. S. Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Empresa – fórmula simples e objetiva. *Revista Meio Ambiente Industrial*. São Paulo, Ed. 31, n. 30, p. 112, maio/jun. 2001.
- GLOBO ONLINE. Crise do lixo envolve máfia e pára sul da Itália. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Mundo/0,,MUL42049-5602,00.html>>. Acesso em 14 de jun. 2008.
- JARDIM, N. S. et al. *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo: IPT : CEMPRE, 1995.
- LEITE, W.C.A.; MARQUES, A.L.P. *Gestão e tratamento de resíduos sólidos*. São Vicente, 2002. 93 p.
- MARCONDES, F. C. S; CARDOSO, F. F. *Contribuição para aplicação do conceito de logística reversa na cadeia de suprimentos da construção civil*. Disponível em: <http://fcardoso.pcc.usp.br/Artigo%20Marcondes%20Cardoso%20LogReversa%20Sibragec%202005.pdf>. Acesso em 11 de dez. 2008.
- MOURAD, A. L. et al. *Avaliação do ciclo de vida: princípios e aplicações*. Campinas: CETEA/CEMPRE, 2002. 92p.
- MOYSÉS, A. *Berlusconi anuncia medidas para resolver a crise do lixo em Nápoles*. Radio France Internationale, 2009. Disponível em: <[http://www.rfi.fr/actubr/articles/101/article\\_12410.asp](http://www.rfi.fr/actubr/articles/101/article_12410.asp)>. Acesso em: 20 set. 2009.
- PASSOS, E. N. A. *Risco industrial: critério de aceitabilidade considerando a taxa de mortalidade por causas externas do estado de São Paulo*. 2002. 89p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- RIEBLING, L. *Thermal power plant by Hundertwasser, Viena*. Wikipedia, 2006. Disponível em: <[http://www.en.wikipedia.org/wiki/File:Hundertwasser\\_Fernheizwerk.jpg](http://www.en.wikipedia.org/wiki/File:Hundertwasser_Fernheizwerk.jpg)>. Acesso em 20 de set. 2009.
- SANTOS, L. M. M. *Avaliação ambiental de processos industriais*. São Paulo: Signus Editora, 2006, 130p.
- SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. *Gerenciamento de resíduos sólidos: uma visão de futuro*. Secretaria do Meio Ambiente, Saúde Pública e Proteção do Consumidor da Baviera. SMA, 2005.
- SETAC. *Guidelines for life cycle assessment: a code of practice*. Brussels: Society of Environmental Toxicology and Chemistry, 1993.
- TCHOBANOGLIOUS, G.; KREITH, F. *Handbook of solid waste management*. 2ª ed. New York: McGraw-Hill, 2002.
- TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGAL, S. A. *Integrated solid wastes: engineering principles and management issues*. New York: McGraw-Hill, 1993.
- VEJA ONLINE. *Lixo de Nápoles vai à Alemanha*. Disponível em: <<http://vejaonline.abril.com.br/notitia/servlet/newstorm.ns.presentation.NavigationServlet?publicationCode=1&pageCode=1&textCode=143114&date=1213969620000>>. Acesso em 14 de jun. 2008.

Recebido em 4 jun. 2009 / aprovado em 27 nov. 2009

### Para referenciar este texto

FERREIRA, V. A.; TAMBOURGI, E. B. A importância do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. *Exacta*, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 157-163, 2009.

