

TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES: UM TÓPICO LIGADO À EDUCAÇÃO AMBIENTAL

*Aloísio Costa Sampaio**

■ **RESUMO:** O conhecimento dos problemas sanitários e ambientais advindos da disposição inadequada do lixo domiciliar, é importante no desenvolvimento de programas de educação ambiental nas escolas de 1º e 2º graus. Atualmente, apenas 10 a 15% das administrações municipais apresentam algum tipo de tratamento de resíduos sólidos domiciliares. Esta situação tem como principais conseqüências: a contaminação de rios e lençol freático pelo “chorume”, líquido altamente poluente proveniente da massa orgânica do lixo; mal cheiro; proliferação de insetos vetores de doenças; riscos à saúde de catadores autônomos; degradação de áreas urbanas na periferia das cidades, o que estimula a ocorrência de erosões pronunciadas e inviabiliza, muitas vezes, a construção de moradias.

■ **UNITERMOS:** lixo domiciliar, coleta seletiva, usina de compostagem e reciclagem, educação ambiental

ABSTRACT: The knowledge of sanitary and environmental problems coming from inadequate disposition of household garbage is important in the development of environmental programs in elementary school education. Nowadays, only 10 to 15% of the municipal administration shows some kind of treatment of solid domestic wastes. The main consequences of this situation are: river contamination and ground water by “chorume”, which is a highly contaminated liquid originated from garbage organic mass; fetidness; proliferation of disease carrying insects; health risks to garbage collectors; degradation of urban areas in suburbs, which stimulates the occurrence of pronounced erosions and many times turning impractical the construction of houses.

KEYWORDS: household garbage, selective collect, recycling and compost mill, environmental education.

* *Professor Assistente Doutor do Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Ciências/UNESP - Câmpus de Bauru.*

1. Educação Ambiental (EA)

A problemática do lixo no meio urbano abrange alguns aspectos relacionados à sua origem e produção, assim como o conceito de inesgotabilidade e os reflexos de comprometimento do meio ambiente, principalmente a poluição do solo, do ar e dos recursos hídricos (QUEIROZ LIMA, 1995).

Para fazer frente aos problemas ambientais atuais é indispensável uma educação, que não só sensibilize mas também modifique as atitudes das pessoas e propicie novos conhecimentos, proporcionando-lhes uma nova postura, a partir da reflexão e ação de cada ser humano (FURUTA, 1997).

AB'SABER (1991), definiu educação ambiental como uma coisa mais séria do que geralmente tem sido apresentada em nosso meio. É um apelo à seriedade do conhecimento. É uma busca de propostas corretas de aplicação de ciências. Uma "coisa" que se identifica com um processo que envolve um vigoroso esforço na recuperação de realidades, nada simples. Uma ação entre missionária e utópica, destinada a reformular comportamentos humanos e recriar valores perdidos ou jamais alcançados. Um esforço permanente na reflexão sobre o destino do homem - de todos os homens - face à harmonia das condições naturais e o futuro do planeta "vivente" por excelência. Um processo de educação que garante um compromisso com o futuro. Envolvendo uma nova filosofia de vida. É um novo ideário comportamental tanto em âmbito individual, quanto na escala coletiva.

De acordo com FURUTA (1997), a EA deve permear todas as disciplinas do currículo escolar, visando a construção de um novo paradigma que contemple as aspirações populares de melhor qualidade de vida sócio-econômica e um mundo ambientalmente sadio.

Fica claro, que a eficiência da EA dentro de uma política educacional a curto e médio prazos, será fundamental na manutenção ou melhoria da qualidade de vida, já que a necessidade de atitudes ambientais adequadas e muitas vezes urgentes, dependem de administradores públicos conscientes e sensibilizados com os problemas do meio ambiente.

2. Tratamentos de resíduos sólidos domiciliares

2.1. Coleta seletiva

A coleta seletiva consiste na separação na própria fonte geradora, dos componentes que podem ser recuperados, mediante um acondicionamento distinto para cada componente ou grupo de componentes. Segundo PRANTINI et al. (1995), a coleta seletiva deve estar baseada no tripé **Tecnologia** (para efetuar a coleta, separação e reciclagem), **Informação** (para motivar o público alvo) e **Mercado** (para absorção do material recuperado).

Embora a Agenda 21 (Carta de intenções elaborada durante a RIO 92) sugira a importância do estímulo à reciclagem como parte componente de uma forma de reduzir ao mínimo a geração de resíduos, poucos são os resultados

duradouros obtidos até o momento. De acordo com LIMA (1993) das 14 mil toneladas de resíduos domiciliares coletados diariamente pela região metropolitana de São Paulo, apenas 0,5% é reciclado através da reciclagem informal e da bolsa de resíduos, 8% vão para a unidade de compostagem e 91,5% são destinados a aterros sanitários e lixões. Ainda segundo a autora, para resolver essa questão há necessidade de minimização da geração. Para minimizar a geração, nós precisamos maximizar a reciclagem, e a maximização da reciclagem envolve, fundamentalmente, a participação do gerador. Em função disso, a educação ambiental é uma peça fundamental para o sucesso de qualquer programa de coleta seletiva, devendo a mesma ser dirigida principalmente a escolas, mas sem deixar de abranger a comunidade inteira.

Uma hipótese que poderia agilizar a reciclagem consiste na simplificação da coleta seletiva, ou seja, na realização de uma coleta diferenciada aonde a população separasse os compostos em resíduos de origem orgânica e inorgânica. Posteriormente, os resíduos orgânicos seriam encaminhados diretamente para uma unidade de compostagem, promovendo menores riscos de contaminação da massa orgânica por coliformes fecais e/ou metais pesados; e os compostos inertes seguiriam para uma unidade de reciclagem, o que aumentaria o aproveitamento de materiais recicláveis como papel, vidro e plástico.

2.2. Usina de compostagem e reciclagem

2.2.1 Como funciona?

Após coleta normal e transporte em caminhão vasculante, o lixo domiciliar é descarregado em fosso cimentado provido de um braço articulado, que têm por função conduzir sistematicamente o lixo até uma esteira rolante, onde ocorre a triagem do material inorgânico a ser reciclado. No final da esteira existe um ímã, cuja finalidade é atrair alguns metais presentes na massa e, em seguida, o material é direcionado para o interior de uma grande peneira rotativa, de secção sextavada e com malhas de 6(seis) polegadas. Posteriormente, a matéria orgânica contendo inertes de pequenas proporções, é encaminhada para o pátio de compostagem e os rejeitos (inertes não recicláveis) são aterrados.

O pátio de compostagem deve apresentar um sistema de drenagem de líquido percolado ("chorume"), impermeabilização de fundo, ou seja, solo argiloso compactado ou arenoso com aplicação de manta asfáltica e finalmente, lagoa de estabilização e tratamento do chorume. Infelizmente, a maioria das Usinas de Compostagem e Reciclagem instaladas e em funcionamento no Estado de São Paulo, não possui uma infra-estrutura completa visando a disposição final adequada do chorume, ou seja, sem riscos de contaminação do lençol freático.

2.2.2 O que é compostagem?

A compostagem, é um dos mais antigos processos de tratamento e reciclagem de resíduos orgânicos com vistas à utilização agrícola. Este processo tem

sido indicado como uma das melhores soluções para resolver os problemas relacionados com a disposição dos resíduos sólidos urbanos nos países em desenvolvimento, devido, principalmente, à possibilidade de serem implantados sob concepções de baixo custo em várias escalas operacionais (AZEVEDO & PEREIRA NETO, 1993).

PEREIRA NETO (1993) analisando a composição gravimétrica do lixo de algumas cidades brasileiras, observou que mais ou menos 50 a 60% do lixo é matéria orgânica; resto de comida, folhas, fezes, papel higiênico picado. Esta constatação demonstra a importância dos processos de compostagem visando contemplar os princípios ecológicos de reciclagem e proteção ambiental.

Segundo PEREIRA NETO (1989), os processos de compostagem desenvolvidos diretamente em pilhas ou leiras (processo Indore), com reviramento manual ou mecânico, são os mais difundidos no País, apesar de serem, na maioria das vezes, executados sem nenhum grau efetivo de controle, apresentando leiras com configuração geométrica indefinida, altura exagerada (o que compromete a boa eficiência do processo) e com a massa de compostagem totalmente ressequida (umidade inferior a 40%), o que inibe a atividade microbiológica. O reviramento é, geralmente, executado sem obedecer as necessidades biológicas do processo, fazendo com que as leiras permaneçam por longos períodos sujeitos a temperaturas elevadas (65°C), ou em condições anaeróbicas, fatores altamente prejudiciais ao processo. O monitoramento das leiras de compostagem é fundamental para gerar um produto final seguro bacteriologicamente.

De acordo com PEREIRA NETO (1993), a maioria das compostagens no Brasil, não dá muito valor à questão da contaminação por patógenos, apesar do lixo brasileiro ser muito poluído biologicamente por microrganismos patogênicos. Ainda segundo o autor, é muito simples se obter a mortalidade de patógenos no processo, ou seja, basta submeter a compostagem a uma determinada temperatura (55 a 65 °C) e tempo (no mínimo 15 dias).

Outro aspecto preocupante consiste no teor de metais pesados, como chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e cádmio (Cd), existente no composto orgânico produzido a partir do lixo urbano. Normalmente, esta contaminação da massa orgânica ocorre durante a triagem e peneiramento do material, devido a presença de pilhas, lâmpadas, tintas, solventes, cosméticos etc. Assim sendo, programas de coleta diferenciada do lixo domiciliar poderiam produzir um composto com baixos níveis de poluentes, bem como reduzir o custo de mão de obra empregada nas Usinas de Compostagem e Reciclagem. Segundo GROSSI (1993), na Alemanha, só se produz biocomposto com matéria orgânica separada em programas de coleta seletiva.

A compostagem da fração orgânica do lixo domiciliar apresenta as seguintes vantagens: aumento da vida útil dos aterros, aproveitamento agrícola da matéria orgânica, reciclagem de nutrientes para o solo e eliminação de patógenos. Segundo NAUMOFF et al.(1995), a Usina de Triagem e Compostagem acarreta uma diminuição de 70%, em média, da tonelage de lixo destinada ao aterro, com a conseqüente redução de custos de aterramento por quantidade coletada.

2.2.3. Usinas de Compostagem e Reciclagem são viáveis economicamente?

A discussão sobre a viabilidade econômica das Usinas de Compostagem e Reciclagem deve envolver vários aspectos, tais como:

- a) responsabilidade das administrações públicas em relação ao tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos;
- b) adequação entre o volume de lixo domiciliar coletado e a capacidade de processamento da usina;
- c) otimização da estrutura instalada, através da terceirização da mão de obra para associações de catadores e/ou empresas de reciclagem;
- d) implantação de programas de coleta diferenciada, visando otimizar os recursos provenientes da comercialização de recicláveis (papel, vidro, plástico, etc) e composto orgânico;
- e) aumento da vida útil dos aterros sanitários, a fim de que se tenha uma solução mais duradoura e eficiente no tratamento dos resíduos sólidos domiciliares;
- f) disponibilidade de novas áreas para construção de aterros sanitários nos grandes centros urbanos;
- g) economia de recursos naturais;
- h) emprego da vermicompostagem visando obter um material orgânico (“húmus”) com maior valor agregado.

Do ponto de vista estritamente econômico, segundo NAUMOFF et al.(1995), não é verdadeiro o argumento da “lucratividade” das Usinas de Triagem e Compostagem, muitas vezes apresentado a gestores públicos ou privados dos serviços urbanos. As vendas de recicláveis e de composto não cobrem sequer as despesas operacionais correspondentes e, muito menos, os custos financeiros e de investimento. Para se atingir o equilíbrio econômico, a receita de uma Usina deve ser complementada por uma taxa de serviços que, de modo geral, chega a atingir 60% do custo total operacional.

De acordo com MONTEIRO & MANSUR (1987), a implantação de um sistema para reciclagem e compostagem de lixo domiciliar de uma cidade de pequeno e médio portes deverá atender aos seguintes requisitos básicos:

- baixo custo de investimento;
- utilização intensiva de mão de obra;
- baixos custos de manutenção e operação;
- existência de mercado de produtos recicláveis (metais, plásticos, vidros, papel e/ou papelão) em regiões não muito distantes da unidade;
- demanda de adubo orgânico em regiões agrícolas situadas nas proximidades da instalação.

2.2.4. O que é vermicompostagem?

A compostagem de resíduos orgânicos empregando as minhocas para sua decomposição é uma prática que se tem mostrado tecnicamente competitiva com

o processo de compostagem convencional. Sabe-se que a ação das minhocas sobre a matéria orgânica é mais mecânica que biológica; o revolvimento e a aeração do composto, bem como a trituração das partículas orgânicas que passam pelo trato digestivo desses animais é um processo puramente mecânico. O efeito bioquímico está na decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos existentes no intestino das minhocas, de onde os resíduos saem mais ricos em nutrientes e mais assimiláveis pelas plantas (MOTTER et al., 1987).

CAVAGUTI & HAMADA (1995), ao realizarem uma análise crítica da realidade técnico-ambiental das usinas de lixo no interior do Estado de São Paulo, observaram que a minhocultura apesar de melhorar significativamente a qualidade do composto orgânico, é desenvolvida de maneira tímida nas usinas de Adamantina e Santa Cruz do Rio Pardo. Ainda segundo os autores, essa prática necessita ser intensificada, pois seu desenvolvimento torna-se interessante, uma vez que o valor comercial do húmus situa-se entre 2 a 3 vezes maior que o composto.

De acordo com BIDONE (1995), a unidade da CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental) de Novo Horizonte vem desenvolvendo, com significativo sucesso a vermicompostagem, como um processo de estabilização de dois estágios. Realizada a triagem do material, a matéria orgânica é encaminhada para compostagem em leiras de 1,6 m de altura e 15 m de comprimento, onde permanece de 90 a 120 dias, sofrendo reviramentos a cada 10 dias. Completado o ciclo de compostagem, o composto é peneirado em malhas de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ pol., e encaminhado, para vermicompostagem, em canteiros de tijolos com 0,5 m de altura, 1,0 m de largura e 15 m de comprimento. O composto alimenta minhocas vermelhas da califórnia - a *Eisenia foetida* - que foram inoculadas no meio à base de 1.500 minhocas por metro quadrado. Ao alimentar-se do composto orgânico, a minhoca o enriquece com nutrientes, bactérias e microrganismos de importância fundamental para a saúde do solo e das plantas. Neste processo, a vermicompostagem dura 60 dias, resultando como produto final um húmus de excepcionais características para aplicação na agricultura.

FIORETTI (1997), analisando a influência da adição de porcentagens crescentes de bagacinho de cana ao composto curado de lixo domiciliar sobre o processo de vermicompostagem, concluiu que: o húmus produzido no experimento apresentou excelentes características químicas e analíticas visando ao uso agrícola; o processo de compostagem apresentou uma possível deficiência em relação ao monitoramento da temperatura das leiras, já que constatou-se a presença de bactérias do grupo coliforme de origem fecal no húmus produzido; os teores de metais pesados encontrados no húmus estavam dentro dos limites permitidos para compostos de lixo urbano em países europeus; as minhocas vermelhas da califórnia apresentaram melhor desenvolvimento nos tratamentos com adição de bagacinho de cana junto ao substrato.

2.3 Aterro Sanitário e Controlado

O aterro sanitário é uma das práticas mais utilizadas atualmente para disposição final dos resíduos domiciliares. Segundo LIMA (1993) das 14 mil

toneladas de resíduos domiciliares gerados na região metropolitana de São Paulo, 0,5% é reciclado através da reciclagem informal e da bolsa de resíduos, 8% vão para as unidades de compostagem, 76% são destinados para os aterros sanitários e/ou controlados, 2,3% são incinerados e 13,2% vão para os “lixões”.

De acordo com a CETESB (1980), o aterro sanitário é definido como um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente o lixo domiciliar, que fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite uma confinamento segura, em termos de controle da poluição ambiental e proteção ao meio ambiente.

Os aterros controlados apresentam apenas uma cobertura diária de terra sobre o lixo aterrado, visando evitar a proliferação de vetores e mal cheiro, porém não dispõe de impermeabilização de fundo, nem sistemas de tratamento de “chorume” ou de dispersão dos gases gerados. Segundo PEREIRA NETO (1993), dos aterros que existem no Brasil, 85% sem dúvida são lixões, já que aterro sanitário é uma obra com perfeita impermeabilização de base e com sistema de captação de chorume.

De acordo com QUEIROZ LIMA (1995), as vantagens do aterro sanitário são inúmeras, porém o relativo baixo custo que envolve esta prática é o que a torna interessante. Outras vantagens são:

- disposição do lixo de forma adequada;
- capacidade de absorção diária de grande quantidade de resíduos;
- condições especiais para a decomposição biológica da matéria orgânica presente no lixo.

Ainda segundo o autor, os fatores limitantes deste método são:

- disponibilidade de grandes áreas próximas aos centros urbanos que não comprometam a segurança e o conforto da população;
- disponibilidade de material de cobertura diária;
- condições climáticas de operação durante todo o ano;
- escassez de recursos humanos habilitados em gerenciamento de aterros.

Entre os diversos componentes necessários para construção de um aterro sanitário, os mais importantes são, segundo CONSONI et al. (1995):

a) Sistema de impermeabilização de fundo ou de base

Tem por função proteger a fundação do aterro, evitando-se a contaminação do subsolo e aquíferos adjacentes, pela migração de percolados e/ou dos gases, em não havendo condições naturais “in situ” favoráveis. Dentre os materiais, comumente empregados em tratamento de base de aterros, destacam-se as argilas compactadas e as geomembranas sintéticas:

b) Sistema de drenagem de águas pluviais

Tem por finalidade interceptar e desviar o escoamento superficial das águas pluviais, durante e após, a vida útil do aterro, evitando sua infiltração na massa de resíduo;

c) Sistema de drenagem de líquidos percolados (chorume)

Deve coletar e conduzir o líquido percolado que atravessa a massa do aterro, através de drenos internos, reduzindo as pressões atuantes dos líquidos na massa de resíduo e minimizando o potencial de migração do mesmo no subsolo:

d) Sistema de drenagem de gases

Tem por função drenar os gases provenientes da decomposição da matéria orgânica resultante do processo de digestão, através de drenos verticais de tubos de concreto perfurados, colocados em pontos escolhidos no aterro:

e) Sistema de cobertura

Consiste na cobertura diária do lixo domiciliar com terra natural, visando a eliminação da proliferação de vetores, diminuição da taxa de formação de percolados, redução da exalação de odores, permitir o tráfego de veículos coletores sobre o aterro e eliminar a saída descontrolada dos gases.

3. Manejo Integrado dos Resíduos Sólidos Domiciliares

A nosso ver não existe um único sistema ideal para o gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares, devendo haver uma integração entre os tratamentos existentes, levando-se em consideração o volume de lixo coletado e a disponibilidade de recursos (porte do município).

Nos pequenos municípios(até 20.000 habitantes), poderia-se implantar uma pequena unidade de compostagem e reciclagem, composta por: uma esteira inclinada imóvel de madeira ou cimento suspensa, para triagem dos recicláveis; barracão coberto para depósito dos recicláveis; pátio compactado para formação de pilhas de composto orgânico (compostagem) e construção de canteiros de alvenaria, madeira ou bambu para vermicompostagem. Normalmente, esses Municípios apresentam uma significativa atividade rural, que consumiria de bom grato o húmus produzido.

Nos municípios de porte médio (20.000 - 300.000 habitantes), a integração Usinas de Compostagem e Reciclagem com os aterros sanitários (aterramento dos rejeitos da Usina), dispostos no mesmo local (aproveitamento do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e Relatório de Impacto no Meio Ambiente - RIMA), seria uma solução interessante de tratamento e disposição final.

Para os grandes municípios, a incineração deve ser considerada em função da elevada taxa de conversão volumétrica, principalmente em locais de difícil disponibilidade de área para aterramento, como por exemplo a Região Metropolitana de São Paulo.

Independentemente do porte do município, os programas de coleta diferenciada devem ser implantados com persistência, pois irão auxiliar sobremaneira o Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Domiciliares.

4. Literatura citada

- AB'SABER, A.N. *(Re)conceituando Educação Ambiental*. São Paulo: CNPQ/MAST. 1991, s/p.
- AZEVEDO, M.A., PEREIRA NETO, J.T. Avaliação de dois modos de aeração forçada para os sistemas de compostagem em leiras. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 1993; São Paulo. *Anais...* São Paulo: Centro de Convenções Rebouças, 1993. p. 107-117.
- BIDONE, F.R.A. *A vermicompostagem dos resíduos sólidos de Curtume, Brutos e previamente lixiviados, utilizando composto de lixo orgânico urbano como substrato*. São Carlos, 1995. 184p. Tese (Doutorado em Hidráulico e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- CAVAGUTI, N.; HAMADA, J. Usinas de lixo no interior do Estado de São Paulo: análise crítica da realidade técnica-ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1995. Salvador. *Anais...*, Salvador: ABES, 1995.
- CETESB - *Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental e Limpeza Pública*, São Paulo, 1980
- CONSONI et al. Origem e Composição do Lixo. In: JARDIM, N.S., *Coord. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995. 278p.
- FIORETTI, J.C. *Estudo da Vermicompostagem de Resíduos Sólidos Domiciliares em Usina de Compostagem e Reciclagem de Lixo Urbano: Uma Visão Ecológica em Ciências*. Bauru, 1997. 51p. Monografia, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista.
- FURUTA, C.R.A.P. *A Conscientização de Problemas Ambientais na Busca de Mudança de Comportamento*. Bauru, 1997. 44p. Monografia, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista.
- GROSSI, M.G.L. *Avaliação da qualidade dos produtos obtidos de usinas de compostagem brasileiras de lixo doméstico através da determinação de metais pesados e substâncias orgânicas tóxicas*. São Paulo, 1993. 222p. Tese Doutorado, Faculdade de Engenharia, Universidade de São Paulo.
- LIMA, S. A Problemática do Lixo na Região Metropolitana de São Paulo. In: ALVES, F.E., *Coord. Gerenciamento Ambiental na Indústria*. SIMPÓSIO

NACIONAL DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA, 1993. São Paulo. *Anais...* São Paulo: SIGNUS EDITORA, 1993.

MONTEIRO, J.H.P.; MANSUR, G.L. Projeto de Usina de Reciclagem e Compostagem para Cidades de Pequeno e Médio Portes. *Revista Engenharia Sanitária*, v. 26, n. 1, p. 75-82, 1987.

MOTTER, O.F. et. al. *Utilização de minhocas na produção de composto orgânico*, São Paulo: CETESB, 1990.

NAUMOFF, et. al. Tratamento do lixo. In: JARDIM, N.S., *Coord. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995. 278p.

PEREIRA NETO, J.T. Conceitos modernos de compostagem. *Engenharia Sanitária*, v. 28, n.2, p.104-109, 1989.

PEREIRA NETO, J.T. Minimização e Aproveitamento de Resíduos Sólidos. In: ALVES, F.E., *Coord. Gerenciamento Ambiental na Indústria. SIMPÓSIO NACIONAL DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA*, 1993. São Paulo. *Anais...* São Paulo: SIGNUS EDITORA, 1993.

PRANTINI et al. O Gerenciamento Integrado do Lixo Municipal. In: JARDIM, N.S., *Coord. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995. 278p.

QUEIROZ LIMA, L.M. *Lixo: Tratamento e Biorremediação*, 3. ed. rev. e ampl., São Paulo: HEMUS, 1995. 265p.