



CIÊNCIA & AMBIENTE

JANEIRO/JUNHO DE 1999

18

LIXO URBANO



LIXO URBANO

- 3 **EDITORIAL**
- 5 **PRÓXIMA EDIÇÃO**
- PONTO DE VISTA**
- 9 DE EXCREMENTIS DIABOLI
Rubem Alves
- 11 A MATÉRIA FORA DO LUGAR
Moacyr Scliar
- 13 COISAS
Ronai Pires da Rocha
- 15 LIXO É ESPELHO DAS SOCIEDADES HUMANAS
Ricardo Bonalume Neto
- 19 CRIANÇA NO LIXO NUNCA MAIS
Heliana Kátia Tavares Campos
- 21 O LIXO E AS ÁGUAS
Antonio Carlos Robert Moraes
- ARTIGOS**
- 25 DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
Berenice Weissheimer Roth, Enise Maria Bezerra Ito Isaia e Tarso Isaia
- 41 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE
João Tinôco Pereira Neto
- 53 GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
uma proposta inovadora
Geraldo Antônio Reichert
- 69 GERENCIAMENTO DO LIXO NA ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL
vantagens ambientais e desafios econômicos
Jackson Müller
- 87 A VIABILIDADE ECONÔMICA DA RECICLAGEM DO LIXO
Sabetai Calderoni
- 101 A EVOLUÇÃO E OS DESAFIOS DO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA DO LIXO EM CURITIBA
Sérgio Tocchio
- 109 CONVERSÃO DO LIXO EM ENERGIA
uma questão de ponto de vista
Felix A. Farret
- 127 **INSTRUÇÕES PARA PUBLICAÇÃO**
- 128 **INSTRUCCIONES PARA PUBLICACIÓN**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

REITOR

Paulo Jorge Sarkis

EDITOR

Delmar Antonio Bressan

EDITOR CONVIDADO

Berenice Weissheimer Roth

CONSELHO EDITORIAL

Delmar Antonio Bressan

Miguel Antônio Durlo

Ronai Pires da Rocha

Ronaldo Mota

Severo Ilha Neto

ANÁLISE E REVISÃO DE TEXTO

Zília Mara Pastorello Scarpari

CAPA E PROGRAMAÇÃO VISUAL

Valter Noal Filho sobre foto de Paulo Fernando Machado

EDITORIAÇÃO DE TEXTO

Simone Portella Fernandes

IMPRESSÃO E ACABAMENTO

Editora Pallotti/Santa Maria

Ciência & Ambiente/Universidade Federal de Santa Maria.

Editora da UFSM - Vol. 1, n.1(jul. 1990)- .- Santa Maria :

Semestral

CDD:605 CDU:6(05)

Ficha elaborada por Marlene M. Elbert, CRB 10/951

editora**ufsm**

Prédio da Biblioteca Central - Campus Universitário - Camobi - 97105-900 - Santa Maria - RS - Brasil

Fone: (55)220.8126 - Fax: (55)220.8610

editora@ctlab.ufsm.br - www.ufsm.br/editora



Sobras da civilização, excrementos do diabo, matéria fora do lugar, coisas, resíduos urbanos ou simplesmente lixo. À parte a expressão que se queira utilizar, estamos diante de um dos problemas ambientais típicos do mundo contemporâneo, talvez o mais sério deles.

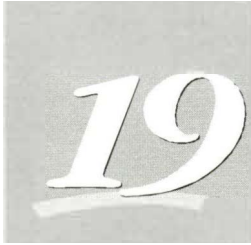
EDITORIAL

Problema que, ao invés de desaparecer quando literalmente nos livramos dos restos orgânicos de nossas cozinhas ou das reluzentes embalagens que envolvem os produtos que consumimos dia após dia, ressurge diante de nós sob formas diversas, todas incômodas para sociedades ditas desenvolvidas ou em processo de desenvolvimento, como no caso brasileiro.

***Ciência & Ambiente**, atenta aos desafios que se apresentam às comunidades e às suas instâncias representativas, aventurou-se a percorrer os (des)caminhos do lixo. E, mesmo com as limitações de suas páginas e com as reflexões sobre o tema ainda em elaboração, traz aos leitores um conjunto de textos compatível com o tamanho do "imbroglio".*

São opiniões, números (por vezes discrepantes), fundamentos científicos e experiências que remetem a um desenlace: a participação, de cada um e de todos, e a qualificação da gestão pública como estratégia capaz de resolver o problema dos resíduos em nossas cidades.

Poluição, desperdício, trabalho insalubre, doenças e mortes são algumas das tragédias constantemente associadas ao lixo, aos lixões e aos que, sem outra opção, gravitam em seu entorno. Por certo, tais manifestações deveriam ser substituídas por novas práticas, solidárias e adequadas do ponto de vista ambiental, e representadas por uma nova família de termos, entre eles, separação, reciclagem, compostagem, gerenciamento e qualidade de vida. Tudo em nome das marcas civilizatórias que tanto prezamos.



PRÓXIMA EDIÇÃO

Olhares sobre o Brasil é o título da próxima edição da revista **Ciência & Ambiente**.

Em tempo de comemorações pelos cinco séculos do descobrimento do Brasil, pretende-se examinar o país sob ângulos bastante peculiares, entre eles, a formação territorial, as transformações e demandas relativas ao meio ambiente e o desenvolvimento científico que logramos atingir ao cabo de um período tão simbólico como o que se avizinha. E também abrir uma janela para a expressão do olhar do outro sobre nós.

Ponto de vista



Sobras da Civilização

De Excrementis Diaboli

Segundo os que acreditam em vidas passadas, eu já devo ter sido papa ou cardeal. E isso porque, vez por outra, sinto um impulso irresistível para escrever encíclicas. Tenho uma já pronta no arquivo “encíclicas” do meu computador. É a “De Rerum Vetustarum”, sendo sua substância a volta obrigatória e universal do latim em todas as coisas da igreja, com as devidas justificativas pastorais para tal retorno a uma prática velha abandonada. Pois o tal impulso irresistível para escrever encíclicas está me atacando de novo; já tenho pronto o esboço da próxima, intitulada “De Excrementis Diaboli”.

Explico o caminho que me levou a tal decisão. Tudo começou com minha preocupação com o lixo. Nas zonas rurais antigas, lixo não existia. As bananeiras e outras plantas eram revitalizadas pelos excrementos humanos, e os porcos, galinhas e cachorros tratavam de reciclar todas as sobras orgânicas de comida; naqueles tempos, nada havia que se assemelhasse a plástico, garrafas, latas de refrigerantes e pneus. O lixo estava integrado à vida.

O lixo se tornou um problema nas cidades. Sem moitas de bananeiras e similares e sem os recicladores animais, as fezes, a urina e as sobras se transformaram em montanhas, tornando-se morada de ratos, baratas, moscas e todos os tipos de pragas microscópicas. Tão horrível era a situação que surgiu a necessidade de serviços públicos para a coleta do lixo. Se não me engano, a Genebra do férreo Calvino foi a primeira cidade a cuidar do assunto.

Hoje, o problema do lixo assume proporções apocalípticas e infernais. As toneladas de fezes e urina produzidas pelos milhões que moram nas grandes cidades são impen-sáveis – e vivemos na ilusão de que uma descarga de água na privada tem o poder de fazê-las desaparecer magicamente. “Longe dos olhos, longe do coração e do pensamento.”

O problema fica infinitamente mais grave quando pensamos nos novos e fantásticos materiais produzidos pela ciência e pela indústria. Os plásticos, os pneus, as garrafas, as latas de refrigerantes, o papel (aproxima-se o Natal e, com ele, o dilúvio...). Para onde vão? Vão para algum lugar e aí ficam, sendo que os produtos de plástico e os pneus atravessam os milênios.

Para mim, essa era uma questão puramente acadêmica, embora dolorosa. Então, eu vi. Havia, na Unicamp, um dia em que a universidade ficava aberta à visita dos jovens que sonhavam com uma carreira acadêmica e científica. Pois,

no “day after” da visita desses produtos acabados da nossa educação, o campus parecia Armageddon depois da batalha: o lixo espalhado por todos os lados teria sido motivo para uma tela infernal de Bosch. E meu amigo professor Hermógenes, diretor do horto da universidade, me contava que era preciso plantar árvores novas para substituir as jovens e tenras que haviam sido quebradas pelos visitantes.

Aposentei-me. Esqueci-me. Mas as visões apocalípticas do lixo me voltaram quando visitei Caruaru, cidade de povo gentil

Pois o lixo
está para este
mundo de Deus
da mesma forma
como o pecado está
para as almas.

e artesanos maravilhosos. Pois o que mais me impressionou não foi a sua monumental feira de artesanato, mas o lixo espalhado por toda parte. Disse para mim mesmo que, se eu fosse prefeito daquela cidade, meu primeiro ato seria convocar um mutirão de todo mundo, comigo na frente, para catar o lixo. Limpeza é coisa boa. Faz bem aos olhos, ao nariz, à saúde.

O tempo passou. Novamente me esqueci. Aí visitei Aparecida do Norte, santuário da bendita Virgem, padroeira do Brasil, amada por todos. Pois o lixo que se acumulava ao redor da basílica era ainda maior. Fiquei horrorizado; pensava que quem ama a Virgem deve amar a limpeza de sua casa e cuidar dela. Pois é certo que a casta mãe do Salvador devia amar a limpeza. Caso contrário, não teria sido escolhida.

Dei-me conta, então, de que nunca ouvi nem padre, nem pastor, nem guru, nem vidente, nem missionário, nem bispo pregar sermão contra o lixo. Pois o lixo está para este mundo de Deus da mesma forma como o pecado está para as almas. Se é preciso limpar as almas, é preciso também limpar o mundo. Foi então que me surgiu a idéia da encíclica “De Excrementis Diaboli”. Compõe-se de três partes.

Na primeira parte, anuncia-se a criação de uma nova ordem, à semelhança dos dominicanos, franciscanos, camilianos, jesuítas etc. Essa ordem se dedicará a um serviço humilde e necessário: a catação do lixo. Será comovente ver os frades saindo diariamente, com seus sacos de aniagem (não de plástico;

o plástico polui), pelas ruas, praças, feiras, pelos mercados, pátios de basílicas e parques, catando o lixo. Vale, sobretudo, o seu exemplo.

Na segunda, a encíclica estabelece que o ato de jogar lixo é pecado mortal. Assim, nas confissões, esgotados adúlteros, furtos e mentiras, o confessor perguntará: “E quanto ao lixo, meu filho? Fale sobre os lixos que você tem jogado nesse mundo de Deus...”

Finalmente, a encíclica estabelece um novo tipo de penitência. As penitências comuns, sob a forma de repetições de rezas, encorajam os pecadores à reincidência, uma vez que podem ser cumpridas de forma mecânica, sem sofrimento. As penitências serão transformadas em sacos de lixo. Mentiras, cinco sacos de lixo cheios. Infidelidade, 15 sacos de lixo cheios. Violência, 50 sacos de lixo cheios. E assim por diante. A absolvição só será dada depois da entrega dos sacos de lixo.

Há indicações teológicas de que o lixo é uma manifestação anal-escatológica dos aparelhos excretores do diabo, fezes e gases que ele expele com o propósito de zombar do Criador e empestear a criação, o que explica o título da encíclica, “Sobre os Excrementos do Diabo”. Assim sendo, o ato de catar lixo se transforma em virtude, cujo objetivo é limpar o mundo das fezes do coisa-ruim para, assim, restabelecer o paraíso perfumado e limpo que Deus criou. Limpeza é virtude teologal.

Bem, se a encíclica nunca vier a ser promulgada, os líderes religiosos bem que poderiam brincar com a idéia...

Rubem Alves é psicanalista e professor emérito da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

A matéria fora de lugar

Lixo, disse Samuel Johnson, famoso escritor e dicionarista inglês do século dezoito, é matéria fora de lugar. Uma definição tão simples quanto genial. Uma folha de papel em nossa mesa é um convite ao texto; uma folha de papel, amassada e jogada na rua, é lixo. Trata-se do mesmo papel – só que mudou de lugar. Será que a questão do lixo é, pois, apenas uma questão de como ver as coisas? Será que limpeza é uma forma de obsessão?

Até poderia ser: a mania de ordem e de limpeza não é uma coisa rara. Infelizmente, porém, o lixo existe.

E é um problema. Por algumas razões. Em primeiro lugar porque a nossa sociedade produz muito lixo. Melhor dizendo, certos setores da sociedade. Aquelas camadas, ou regiões, ou países, que vivem em abundância. Assim, a produção diária de lixo doméstico, na Europa Ocidental, é de aproximadamente 800 gramas per capita; a produção de lixo industrial é o dobro disso. E o pior é que muitos

de seus componentes não são degradáveis: o plástico, por exemplo, pode chegar a 10% do lixo.

A segunda razão pela qual o lixo é um problema é que ele mexe com a ecologia. E cada vez que se mexe com a ecologia há possibilidade de doença. Por exemplo, o ser humano interfere em nichos ecológicos de microorganismos que depois vão infectá-lo, como aconteceu com o HIV. Os seres vivos não proliferam ou causam en-

fermidade porque são malvados; estão apenas adaptando-se a novas condições. Se os ratos recebem, graças ao lixo, um habitat que lhes proporciona abrigo e nutrição, vão proliferar, da mesma forma que a alta da Bolsa atrai os especuladores. Se os ratos crescem em número, crescem também as pulgas que albergam – e cresce a possibilidade de transmissão da peste. No começo deste século Oswaldo Cruz resolveu enfrentar a epidemia de peste no Rio de Janeiro pelo método que julgou mais simples: para estimular a população a combater o

rato, anunciou que compraria roedores mortos a 300 réis cada. Imediatamente surgiram pessoas que criavam ratos para vender ao governo. O lixo continuou se acumulando.

A questão do lixo é uma questão de espaço público que, no Brasil, sempre foi selvagem. Na Europa os regimes econômicos são de iniciativa privada; mas há um sentido de comunidade, de preservar o que pertence a todos. A cultura pre-

datória implantada em nosso país desde a época da colônia impediu o desenvolvimento de um sentido de comunidade. Nas ruas, o número de cestos para lixo é reduzido. Mas mesmo quando estão presentes é fácil observar detritos jogados no chão a apenas alguns centímetros de tais cestos.

Para reverter esta situação fala-se muito em educação. É certo que, em saúde, a educação é fundamental – desde que não se revista de um enfoque moralista. Afinal,

Uma folha de
papel em nossa
mesa é um
convite ao texto;
uma folha de
papel, amassada e
jogada na rua,
é lixo.

como disse Johnson, a sujeira é apenas matéria fora do lugar. Desde que haja lugar para a dignidade, para a cidadania e para

os direitos das pessoas, o lixo encontrará o seu caminho, como encontrou nas cidades civilizadas deste nosso mundo.

Moacyr Scliar é médico de saúde pública, escritor e professor do Departamento de Medicina Preventiva da Fundação Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Coisas

No começo não era o lixo. Quando Rachel Carson publicou, em 1962, o livro *Primavera Silenciosa*, o que ela dizia lembrava a estrutura das tragédias. As tragédias valem-se da contraposição entre a irrestrita transparência no âmbito da ação e a opacidade no plano do conhecimento. Assim, Édipo é, sob todos os aspectos, responsável pela morte de Laios, mas a descrição do que ele fez não dá conta de alguns aspectos relevantes de sua ação. Sob outra descrição, ele matou o pai, e não um velho com quem teve uma discussão em uma encruzilhada.

Fazer uma coisa, ensinam as tragédias, nem sempre é algo simples, pois, sob outra descrição podemos estar fazendo algo bem diferente e não visado por nós. Desde muito tempo as tragédias nos fazem refletir sobre as intenções, boas e más, e sobre como elas desencadeiam processos que escapam ao nosso controle.

Pois era de uma tragédia que *Primavera Silenciosa* falava. Rachel Carson advertia que a indústria química estava colocando substâncias poderosas nas mãos de pessoas que não faziam a menor idéia dos riscos ali contidos. A gente pensava que estava lavando pratos, por exemplo. Era com um sentimento de terror que descobríamos que o prosaico ato de lavar louças, facilitado por um detergente doméstico, era, no final das gotas, um atentado contra o planeta. A cozinha era, insisto, um dos tantos cenários de uma tragédia, mas essa ainda se passava no quatinho dos fundos.

E assim atravessamos os anos sessenta sem nos importar muito com esses lixos. Não havia muito espaço para os debates ecológicos, apesar de tudo. O conceito de classe social (e seus derivados) era a porta de entrada privilegiada para a abordagem da sociedade e da política. Basta lembrar que as primeiras discussões sobre a degradação do meio ambiente surgiam marcadas pela crítica à sociedade industrial em sua versão capitalista. Durante um bom tempo a assim chamada especificidade das discussões ecológicas não foi reconhecida, em nome de uma visão

totalizante da sociedade e da política. O mesmo acontecia com temas como o feminismo e a homossexualidade, usualmente subordinados às categorias que prometiam que todas essas questões desapareceriam após a transformação radical da sociedade.

Havia uma importante exceção nessa penúria para pensar as coisas (mas o que haveria para pensar nas coisas?). Tratava-se da obra de Jean-Paul Sartre, a *Crítica*

da Razão Dialética, publicada dois anos antes do livro de Carson. Admito que é arriscado, ainda que passado tanto tempo, reunir em um mesmo parágrafo um livro que falava sobre pesticidas e outro que abordava a natureza de uma pretensa razão dialética. Mas Sartre, afinal das contas, dizia que uma das idéias centrais de seu livro era a de que a experiência humana é mediada pelas coisas na medida em que as coisas são mediadas pelo homem, e essa circularidade, que ele chamava de dialética, acabava em... eco-

Nossas ações,
nosso trabalho,
na medida em que
se materializam,
se enriquecem com
novos sentidos, mas
também *escapam* de
nossas mãos.

gia. O trabalho humano, dizia Sartre, é, de um lado, uma relação entre os homens, mas é também uma relação dos homens com o universo material. Entram nisso os instrumentos, o conhecimento acumulado, a interação por meio de linguagem, concorrendo para a produção de mercadorias, ferramentas, objetos de consumo, objetos de arte. O trabalho, a praxis humana, toma coisas inanimadas e as envolve em projetos que as transformam em direções não previstas. Um dos exemplos famosos no livro de Sartre é o dos agricultores chineses, que arrancam o solo dos nômades e das mãos da natureza, para seu cultivo. Um dos aspectos da ação do agricultor é o desmatamento que ele pratica para dar lugar ao plantio do milho. Essa ação positiva de cultivo, ao retirar as árvores, retira os elementos e mecanismos naturais que protegiam os rios do assoreamento. E assim o agricultor cria uma máquina infernal. Sua ação de cultivo não tinha a intenção de produzir as enchentes.

Com essas reflexões Sartre nos convidava a pensar a destruição da natureza como um caso de contrafinalidades, que nos obrigava a compreender melhor a natureza da ação humana, na medida em que uma certa ação, que era praticada com uma intenção bem definida, desencadeava processos não intencionados e perversos. Nossas ações, nosso trabalho, na medida em que se materializam, se enriquecem com novos sentidos, mas tam-

bém *escapam* de nossas mãos. As coisas que produzimos, dizia Sartre, são *vampiros*. Uma casa, por exemplo, pode ser vista como um objeto-vampiro, que absorve sem parar nossas ações e se alimenta de nosso suor. Para conservar-se, para permanecer como casa, ela precisa ser varrida, consertada, pintada, habitada, enfim, mantida, para não se degradar e reintegrar-se lentamente na natureza.

No começo, então, havia o lixo. Ele não era, tão claramente como hoje, um indicador de nossas imaturidades. Ele não era um desafio para o nosso senso de responsabilidade para com nosso próprio futuro de humanidade. Não havia, tempos atrás, o sentido de tragédia que hoje assistimos no jornal das oito. Quando jogamos as pilhas de nosso prosaico radinho no lixo, junto com as cascas do tomate, o que, afinal, fazemos? Estamos apenas jogando uma pilha no lixo? Se combinamos a reflexão sobre a estrutura das tragédias com a reflexão sobre as relações entre ações e processos, e ainda mais, com o entendimento da filosofia como uma ocasião ou espaço para refletir sobre a cultura a que pertencemos, como uma ocasião em que nos perguntamos porque fazemos o que fazemos, podemos pensar em um pequeno espaço para uma... filosofia sobre o lixo. Fica aqui esse registro. Na bibliografia desse tema talvez caibam esses dois livros dos anos sessenta, que nos ajudaram, cada um a seu modo, a pensar sobre as coisas.

Ronai Pires da Rocha é filósofo e professor do Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Ricardo Bonalume Neto

Lixo é espelho das sociedades humanas

Poucos temas são tão importantes e ao mesmo tempo tão desprezados como o papel do lixo nas coletividades humanas. Lixo é o resíduo indesejável, a imundície, a sujeira, por extensão, “tudo o que não presta e se joga fora”, como diz o dicionário *Aurélio*. E justamente por isso o lixo é um perfeito espelho da sociedade. Se extraterrestres quiserem estudar os habitantes desse terceiro planeta que gira em torno do Sol, bastaria prestar atenção naquilo que os nativos produzem e jogam fora.

A afirmação pode parecer um exagero, mas basta olhar para uma disciplina para perceber o quanto ela depende do “lixo”: a arqueologia.

Deixando de lado casos excepcionais, como Pompéia e Herculano, soterradas pela lava e cinzas da erupção do Vesúvio, os achados arqueológicos em grande parte são constituídos dos rejeitos das culturas do passado. Durante muito tempo a imagem popular da arqueologia era a de busca de tesouros perdidos, algo que a série de filmes com o personagem Indiana Jones reforçou. Essa imagem até fazia sentido no caso de um pioneiro, o alemão Heinrich Schliemann, que escavou Tróia a partir de 1870. Schliemann achou uma rica coleção de objetos de arte, incluindo muitos de ouro, que batizou, erradamente, de “tesouro de Príamo”.

Mas nem só de templos e palácios vive o arqueólogo. Muito mais que dos metais preciosos, a arqueologia dependeu de objetos

humildes, como os feitos de cerâmica, para reconstituir a vida no passado. Mesmo fragmentos de antigos vasos e potes são valiosos. E hoje restos de alimentos são material utilíssimo para reconstituir o cotidiano das populações antigas.

Um excelente exemplo é dado pelo casal de historiadores israelenses Trude e Moshe Dothan, que tem feito escavações na Palestina há cerca de meio século, em busca das cidades dos filisteus. Em Ashdod, uma das mais importantes descobertas, e uma das que mais excitou os arqueólogos, foi justa-

mente o depósito de lixo da cidade. Ali foram achados, por exemplo, os primeiros indícios dos primitivos rituais religiosos dos filisteus, na forma de estatuetas e vasos para libações.

Eles escavaram a parte alta da cidade, a acrópole, onde ficavam os edifícios mais importantes, como palácios, cidadelas de defesa e oficinas industriais. Também pesquisaram a cidade baixa, onde ficavam as áreas residenciais mais pobres.

Descrevendo o achado na chamada “área C” do

sítio arqueológico no livro *People of the Sea – The Search for the Philistines*, o casal de arqueólogos afirma que “a cidade baixa muitas vezes dava achados menos espetaculares que a acrópole, mas eles proviam informação sobre crescimento populacional, padrão de vida dos habitantes e o seu nível de tecnologia. Como nós logo descobrimos, a área C estava fora mesmo

Em Ashdod,
uma das mais
importantes
descobertas, e
uma das que mais
excitou os
arqueólogos,
foi justamente
o depósito de lixo
da cidade.

da cidade baixa, mas, para nossa grande fortuna, ela era solidamente conectada a Ashdod de um modo que apenas arqueólogos podem apreciar. A área C continha o depósito de lixo municipal da antiga cidade!”.

O entusiasmo dos dois pesquisadores pode ser transportado para o presente. Um estudo do Banco Mundial sobre a geração de lixo sólido nos países em desenvolvimento indica um contraste revelador entre a parte pobre e a parte rica do mundo. Os dados são de 1982, mas mostram algo que permanece atual. Nesse ano, cada habitante de Nova York produzia em média 1,8 kg de lixo por dia. Já os moradores de cidades em países de renda bem mais baixa que o industrializado EUA produziam bem menos lixo per capita: 0,6 kg de lixo por dia em Jacarta, na Indonésia; 0,51 em Calcutá, Índia; ou 0,46 em Kano, Nigéria.

Ainda mais interessante é a diferença no conteúdo do lixo produzido por cidades ricas e cidades pobres. Em termos de peso, o papel corresponde a 37% do lixo gerado em Londres, 43% daquele de Cingapura, e 32% do que é coletado em Hong Kong. Já em Lahore, no Paquistão, o papel é apenas 4% do peso do lixo. Em Jacarta é 2%, em Calcutá, 3%.

Os plásticos chegam a 10% do peso do lixo de Brooklyn, Estados Unidos, mas mal chegam a 1% em Calcutá. Os metais correspondem a 13% em Brooklyn, e são apenas 1% em Calcutá.

O resultado se reflete na percentagem de lixo que pode ser compostável, isto é, transformável em adubo: 96% em Karachi, Paquistão; 85% em Jacarta; 78% em Calcutá, mas apenas 38% em Londres e 26% em Brooklyn.

Ironicamente, os países pobres são os que menos condições têm de aproveitar esse rico lixo orgânico, pois usinas de compostagem custam caro. Nos países desenvolvidos a reciclagem de vidro, metal, plástico e papel se instituiu devido ao aumento da consciência ambiental da população e dos políticos, sem falar que, no caso do Japão, trata-se de uma necessidade prática, pois o país importa a maioria das matérias-primas que consome, além de não ter tanto espaço para criar depósitos. Já nos países pobres a reciclagem se tornou um meio de vida para a população carente. Estima-se que na Índia de uma a três pessoas em cada mil cuidam da coleta e reciclagem de lixo. O Brasil hoje é o campeão mundial de reciclagem de latas de alumínio, material mais rentável entre o que é achado no lixo. “De cada 100 latas produzidas no país, 65 são recicladas, enquanto nos EUA, a média é de 63. É a primeira vez que o Brasil aparece como líder mundial no ranking da reciclagem” (*Folha de São Paulo*, 26/4/99, p. 3-7).

Aquilo que se revela em escala mundial também aparece quando se examina o lixo produzido por diferentes classes sociais em uma mesma cidade. O Rio de Janeiro dá um excelente exemplo, segundo pesquisas que têm sido feitas ao longo dos anos pela empresa de limpeza municipal, a Comlurb.

Uma reportagem publicada no *Jornal do Brasil* (18/7/99, p. 5) resume a situação: “enquanto o lixo das camadas mais pobres é recheado de matéria orgânica, entre restos de comida e cascas de alimentos, no lixo das classes médias e alta reluz o vidro”.

A pesquisa foi feita entre os 37 bairros que mais produzem lixo no Rio. O vidro era em média 3,48% do lixo. Mas em bairros de maior poder aquisitivo o percentual era maior

– 6,85% na Barra da Tijuca, e mais de 7% na Gávea e no Leblon. Já em bairros mais pobres havia menos vidro jogado fora, como em Campo Grande, onde o vidro era apenas 1,5%, ou 1,85% em Piedade. Na famosa favela da Rocinha, o vidro representava 2,27% do lixo, segundo a Comlurb. Gávea e Leblon têm no papel e no papelão 26,43% de seu lixo, enquanto que na Rocinha o índice cai para 11,6%.

Esses números dão idéia do problema ambiental que é o lixo. “O papel é o material reciclável em maior quantidade no lixo. Para se fazer uma tonelada de papel, são cortados cerca de 15 eucaliptos adultos, que demoram oito anos para crescer. Se todo papel que é jogado fora, apenas na cidade de São Paulo, fosse reciclado, poderia ser evitado o corte de cerca de 24 mil árvores por dia”, escreveu a jornalista Lúcia Camargo na revista *Novaciência*.

A composição do lixo espelha não só os hábitos de consumo e a riqueza das populações. Também serve de termômetro da consciência política de um país, não só em relação ao meio ambiente, mas também sobre

a sociedade como um todo.

De modo geral, as cidades brasileiras pouco se preocupam com a reciclagem. Raros são os bons exemplos, como Curitiba. Apenas 1% dos municípios brasileiros têm programas contínuos de reciclagem. São Paulo, a maior metrópole e a maior produtora de lixo, quase nada faz.

O Brasil oferece ao mundo espetáculos ainda mais deprimentes quando se trata de lixo. Nos depósitos a céu aberto, “lixões”, famílias carentes disputam restos de comida com urubus e ratos. Um exemplo foi dado em recente reportagem da *Folha de S. Paulo*. Cerca de 850 famílias de uma favela disputavam os alimentos com validade vencida jogados quatro vezes por semana por um supermercado em um “lixão” em São Vicente (São Paulo). “Não tenho ajuda de ninguém. Só de Deus e do ‘Lixão’”, declarou ao jornal paulistano Djanira Alves, 54, que criou dois filhos com comida retirada do local, e com dinheiro da venda dos materiais recicláveis.

Não resta muita dúvida. O lixo é um fiel espelho das sociedades humanas.

Ricardo Bonalume Neto é jornalista especializado em ciência e tecnologia, meio ambiente e história militar. Escreve sobre ciência na *Folha de S. Paulo* desde 1985. É correspondente no Brasil da seção de notícias da revista científica britânica *Nature*.

Heliana Kátia Tavares Campos

Criança no lixo nunca mais

As sociedades industriais contemporâneas têm como pressuposto a colocação de produtos no mercado cuja obsolescência é atingida em tempos cada vez mais curtos. Os avanços tecnológicos incorporados aos novos modelos são vendidos utilizando-se uma estrutura globalizada de marketing que tende a transformar supérfluos em necessidades básicas do consumidor.

As embalagens necessárias à proteção de produtos, que se movimentam em rotas intercontinentais, são necessariamente robustas e volumosas, também porque se constituem em motivação de compra para consumidores que, por sua vez, se transformam em grandes geradores de lixo. O resultado é conhecido: o volume de lixo per capita cresceu de modo significativo nas últimas décadas. Atualmente são geradas cerca de 240 mil toneladas de lixo por dia no Brasil. Desse total, 100 mil toneladas correspondem ao lixo domiciliar, apenas parcialmente coletado (70%), e em geral depositado a céu aberto, em cursos d'água e em áreas conhecidas como lixões que, além de poluir o ambiente, atraem para si a degradação social.

A outra face da moeda é mais perversa. A competitividade no mercado global se faz possível mediante a redução de custo dos produtos, obtida com salários aviltantes, em modelos que geram crescente desemprego. Parte dessa massa de desempregados e desamparados, sem moradia, busca as áreas ambientalmente degradadas para se fixar e os lixões surgem como único meio de encontrar alimentos para a sobrevivência e resíduos

recicláveis para a comercialização. A degradação humana torna-se uma realidade nestas situações e a cidadania inexiste em todos os sentidos.

Mais de 50.000 crianças em todo o Brasil sobrevivem da catação de lixo e cerca de 30% delas se encontram sem escola. São expostas desde os primeiros dias de vida aos perigos decorrentes do movimento de caminhões e máquinas, ao fogo, aos objetos cortantes e aos alimentos contaminados. Vivem em barracas improvisadas de madeira, papelão e latas, construídas na maioria das vezes sobre os lixões. Essas crianças e adolescentes

estão sujeitas a problemas sociais, entre eles, a gravidez precoce, o abuso sexual e o uso de drogas. Tudo isso num país com a 10ª economia mundial.

Para erradicar a dramática situação das crianças e adolescentes catadores de lixo, propiciando sua inclusão social com cidadania, capaci-

tar os atuais catadores para a participação em programas de coleta seletiva nas cidades e mudar radicalmente a forma adotada para a destinação do lixo no Brasil, foi constituído o *Fórum Nacional Lixo e Cidadania*, composto por 32 instituições representativas da sociedade.

São *organizações não governamentais* – Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE), Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMAE), Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM) –, *religiosas* – Pastoral da Cri-

A existência
de uma multidão
de meninos buscando
a sobrevivência
no lixo constitui
mau presságio.

ança –, *financeiras* – Caixa Econômica Federal (CEF), Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES) –, *governamentais* – Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDU/PR), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério Público Federal (MPF) – e *internacionais* – Organização Panamericana de Saúde (OPAS), Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), entre outras.

O objetivo do fórum consiste em articular as instituições voltadas à problemática da gestão dos resíduos sólidos, com ênfase nas questões sociais, sobretudo nas crianças que hoje sobrevivem no e do lixo, integrando as ações desenvolvidas e maximizando os impactos gerados de modo a garantir a sustentabilidade dos programas.

É importante expor a ferida e ao mesmo tempo mostrar que há solução. A proposta é enfrentar o problema pela raiz e mudar de vez a situação sócio-ambiental dos lixões brasileiros, somando os esforços de todos.

Com o recente lançamento da campanha *Criança no Lixo Nunca Mais* todos os prefeitos brasileiros receberam um folder explicativo sobre as atividades do projeto e um convite para assinar o termo de intenção, além de um questionário com 11 perguntas sobre a situação sócio/econômica/ambiental da limpeza urbana no município. Aos prefei-

tos que se interessarem estão sendo colocados à disposição manuais que abordam o tema da construção coletiva do projeto em nível municipal, modelos participativos de coleta seletiva de lixo, capacitação do catador, aspectos legais e fontes de financiamento, enviados gratuitamente pelo correio. Ainda serão oferecidos para órgãos estaduais ou regionais de controle ambiental, cursos de capacitação de reeditores que deverão apoiar as experiências municipais.

Vale lembrar: a grande repercussão nacional da campanha se deve sobretudo à abordagem social do problema. Percebe-se pela primeira vez tão grande articulação nacional, deixando-se de lado as diferenças para enfrentar de forma definitiva o problema.

Não há tempo a perder. São 50.000 pequenos brasileiros que pedem socorro. Clamam por saúde, educação, moradia e sobretudo amor. Conforme editorial de jornal de circulação nacional sobre o tema: “A existência de uma multidão de meninos buscando a sobrevivência no lixo constitui mau presságio. Sugere que poderá não haver nenhum futuro.”

Para nós sanitaristas que conhecemos o problema, a situação é ainda pior. Não reagir é ser cúmplice dessa realidade, é a declaração de falência ante o desafio da história. É urgente e indispensável o nosso envolvimento. Mãos à obra!

Heliana Kátia Tavares Campos é engenheira sanitária e gerente do Programa Lixo e Cidadania do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF).

O lixo e as águas

Toda sociedade em seu processo de reprodução estabelece um relacionamento com o meio que a abriga, envolvendo algum nível de alteração das condições originais da área e o consumo de materiais da natureza aí depositados, que, em razão do uso, são denominados de recursos naturais. Muitos dos recursos consumidos são devolvidos ao meio sob a forma de dejetos ou resíduos, cuja acumulação constitui parte da intervenção humana sobre o ambiente. Este processo, inexorável e ininterrupto, objetiva um aspecto da progressiva antropomorfização da superfície da Terra.

A aferição do nível de degradação ambiental ocasionada pelo modo de vida de um dado grupo social deve, portanto, equacionar e qualificar esse *feed back*, identificando os tipos de recursos consumidos e de resíduos gerados, atentando para a capacidade regenerativa do meio de processar o material sobrando, incorporando-o em novos ciclos da natureza. Tal avaliação está no cerne da noção de sustentabilidade, isto é, o potencial de uso passível de permitir a reprodução do padrão de consumo praticado nos mesmos moldes e intensidade. Nesse sentido, pode-se dizer que é sustentável a sociedade que consegue garantir o estoque de recursos necessários à sua reprodução, e que processa de forma adequada (não degradante) os dejetos gerados pelo seu estilo de vida.

Por contraste, são insustentáveis numa perspectiva histórica de longo prazo os gêneros de vida que dilapidam de forma absoluta

seu patrimônio natural disponível e que acumulam o lixo originado pelo seu consumo reprodutivo. No que importa aos recursos, a questão das fontes renováveis e não-renováveis emerge como fundamental na qualificação mencionada. Em termos dos resíduos, suas características e quantidade tem de ser aferidas para se estabelecer o juízo qualificador. Além do volume gerado, existem desde substâncias que são contaminantes persistentes até materiais rapidamente biodegradáveis. Por isso, a avaliação dos resíduos deve ter por parâmetro básico a articulação entre a saúde pública e a qualidade ambiental.

A relação entre
água e lixo,
tal como praticada,
está na base de
uma posição de
insustentabilidade
frente a um
recurso vital.

As sociedades de formação colonial, e a brasileira em particular, tendem a ver o território como um bem infinito que pode ser dilapidado em seus recursos e degradado em suas condições, sem se preocupar com os danos para as gerações futuras. A existência de fundos territoriais, aliada a um padrão histórico de ocupação (que tem a expansão e a con-

quista de espaços como determinação fundante), explicam em muito tal postura que se exercita num movimento, ao mesmo tempo intensivo e extensivo, de apropriação e uso dos lugares e recursos. O avanço das frentes povoadoras no país sempre deixou em suas retaguardas meios deteriorados e exauridos, no que tange às condições naturais e ambientais.

Uma das características desse processo, que se agrava na proporção que se eleva a densidade demográfica, é a destruição das

fontes de recursos renováveis pela contaminação dos dejetos e resíduos. Os recursos hídricos, por exemplo, até pela abundância de sua manifestação no território nacional, conhecem uma progressiva dilapidação por variados processos de poluição das águas. Nesse quadro, a baixa cobertura do saneamento básico nos meios urbanos aparece como um problema de grande magnitude, constituindo os esgotos *in natura* uma causa significativa de contaminação aquática no Brasil. Contudo, os dejetos industriais, a exploração mineral e a grande quimificação da própria agricultura, também contribuem bastante nesse processo de “morte social dos rios”, como bem definiu Mauro Leonel em recente livro.

A visão dos meios líquidos como depositários adequados dos resíduos e dejetos, e das vias aquáticas como condutos naturais de escoamento e dispersão do lixo, mostra sua total irracionalidade em face do despejo de substâncias de alta e rápida contaminação (como o mercúrio) ou de certo grau de adensamento populacional (como nas grandes cidades). Tais situações bem demonstram seus limites regenerativos, e o território brasileiro já apresenta rios, lagoas e lençóis freáticos destruídos, com custos de recuperação bastante elevados. A relação entre água e lixo, tal como praticada, está na base de uma posição de insustentabilidade frente a um recurso vital para a reprodução da sociedade.

Antonio Carlos Robert Moraes é geógrafo e professor do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo.

Artigos



A Ciência do Lixo

DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

*Berenice Weissheimer Roth
Enise Maria Bezerra Ito Isaia
Tarso Isaia*

O processo de urbanização tende a gerar um déficit cumulativo em termos de infra-estrutura de serviços urbanos. A manifestação mais evidente deste fenômeno contemporâneo pode ser reconhecida na carência de saneamento básico e igualmente na disposição inadequada do lixo. Mesmo considerando o fato de ser esta uma realidade universal, é forçoso assumir que tais deficiências produzem seus maiores efeitos nas cidades dos países subdesenvolvidos. No Brasil, por exemplo, a coleta de resíduos sequer atinge a metade da população urbana e o destino final dado ao lixo consiste, em geral, no simples descarte em lixões a céu aberto. As conseqüências não poderiam ser mais desastrosas, entre elas, a contaminação do ar, da água e do solo e a proliferação de vetores nocivos à saúde humana. Felizmente, uma alternativa parece encontrar eco junto à sociedade: o gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos a ser executado pelo poder público municipal, com a participação ativa de toda a coletividade.

Notas introdutórias

O lixo é gerado em cada estágio de utilização dos mais diversos materiais, desde a sua extração ou processamento até seu abandono como itens usados. O direcionamento da indústria mundial visa cada vez mais o desenvolvimento de bens e de utilitários descartáveis, de baixos custos de produção e valor de venda ao consumidor. Em consequência, um volume crescente de resíduos necessita ser recolhido, tratado e corretamente disposto, sem contar a necessidade de novas áreas disponíveis e aptas para o recebimento do lixo e os custos envolvidos em todas as etapas do seu gerenciamento.

Em termos genéricos, denomina-se lixo sólido urbano o conjunto de detritos gerados em decorrência das atividades humanas nos aglomerados urbanos. Incluem-se aí, resíduos domiciliares, os originados nos estabelecimentos comerciais, industriais e de prestação de serviços, os decorrentes dos serviços de limpeza pública urbana, aqueles oriundos dos estabelecimentos de saúde (sépticos e assépticos), os entulhos da construção civil e os gerados nos terminais rodoviários, ferroviários, portos e aeroportos.¹

No Brasil, a denominação “resíduos sólidos urbanos” normalmente caracteriza o lixo cuja coleta, transporte e destinação final é, por definição legal, de responsabilidade das Prefeituras Municipais, o que inclui o lixo domiciliar, o comercial e o público. Os resíduos assépticos dos estabelecimentos de saúde e os decorrentes de terminais rodoviários e ferroviários, bem como os entulhos, podem também compor o conjunto de detritos atendidos pela coleta oficial dos municípios, dependendo do entendimento que cada comunidade adota para a questão. Os demais (industriais, sépticos e os produzidos em portos e aeroportos) requerem cuidados especiais quanto ao seu acondicionamento, coleta, transporte e destinação final, devido à periculosidade real ou potencial à saúde humana e ao meio ambiente. De acordo com as normas vigentes no país, o descarte e o tratamento dos materiais são de responsabilidade das fontes geradoras, e não do poder público municipal.

A geração crescente e diversificada de lixo sólido nos meios urbanos e a necessidade de disposição final, alinham-se entre os mais sérios problemas ambientais enfrentados indistintamente por países ricos e industrializados e pelas sociedades em desenvolvimento. A geração é proporcional ao aumento da população e desproporcional à disponibilidade de soluções para o gerenciamento dos detritos, resultando em sérias defasagens na prestação de serviços, tais como a diminuição gradativa da qualidade do atendimento, a redução do percentual da malha urbana atendida pelo serviço de coleta e o seu abandono em locais inadequados. Equacionar o desequilíbrio entre o incremento de resíduos e as escassas possibilidades de dispô-los corretamente, sem agredir a saúde humana e sem causar riscos ao meio ambiente, é o grande desafio que se impõe. À

¹ CONSONI, Angelo J.; PERES, Clarita S. Origem e composição do lixo. In: *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas/CEMPRE, 1995. Cap. II.

medida em que não se vislumbra no horizonte próximo nenhuma tendência diversa à urbanização, com as aglomerações populacionais expandindo-se em detrimento do percentual de habitantes no meio rural, há que se situar o problema do gerenciamento do lixo como um dos temas centrais no presente e no futuro, sem possibilidade de prorrogação de soluções ou adoção de paliativos.²

O volume de lixo não pára de crescer

A proporção da população mundial que vive em áreas urbanas cresceu de 29% em 1950 para 42% em 1985, e projeta-se que alcance 60% ao redor do ano 2020.³ Em termos globais, estima-se que nos próximos 25 anos a população do planeta aumente em 3 bilhões de pessoas, atingindo um total de 8 bilhões de habitantes.⁴

A crescente urbanização, marca dos tempos modernos, tem permitido a concentração de investimentos nas áreas de saneamento básico, eletricidade, telefonia e outros, principalmente nos países industrializados e nas chamadas “economias em expansão”. Além disto, tem tornado, em princípio, acessíveis a um grupo maior de pessoas os serviços de educação, saúde e segurança, além de outras inúmeras atrações próprias das médias e grandes cidades. No entanto, o rápido crescimento populacional, observado principalmente nas sociedades do Terceiro Mundo, caracteriza-se por dinâmicas de urbanização que não estão embasadas em processos de planejamento, sendo incapazes de prever rumos e de prover necessidades básicas decorrentes do crescimento. Resulta daí que os governantes tornam-se incapazes de promover o acesso de grande parte da população às facilidades e confortos dos tempos modernos, e um considerável contingente de pessoas permanece vivendo sob condições de grande carência. Proliferam favelas e áreas habitadas irregularmente; há falta de água tratada e de saneamento básico, de moradias e de outros fatores essenciais a uma vida saudável; resultam e alastram-se doenças como hepatite, tuberculose e tifo, e crescem os bolsões de violência.⁵

Uma das conseqüências marcantes do incremento populacional é a pressão sobre os recursos naturais, destinados à produção de bens necessários à satisfação do homem moderno. Normalmente muitas vezes superior à capacidade natural de recomposição dos recursos, estas demandas têm levado ao comprometimento de diversas fontes e meios naturais de matérias-primas indispensáveis à humanidade. Como se isto não bastasse, os produtos e bens obtidos a partir deste uso comprometedor têm-se somado aos demais agentes indutores da produção mundial de lixo, com todos os efeitos negativos.

Estima-se que a geração de lixo sólido em todo o mundo cresça em torno de 20% a cada ano. À medida em que o nível de desenvolvimento econômico aumenta, também a produção de detri-

² MÁRCIO, Cláudio. Lixo substitui óleo diesel. *Ecologia e Desenvolvimento*, outubro, 1997, ano 7, n. 66, p. 33-35.

³ MYERS, Norman. *Not far a field: U.S. interests and the global environment*. Washington, DC: World Resources Institute, June 1987, p. 28.

⁴ PRANDINI, Fernando L. *et alii*. O gerenciamento integrado do lixo municipal. In: *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. Op. cit., Cap. 1.

⁵ BROWN, Lester; JACOBSON, Jodi. *The future of urbanization: facing the ecological and economic constraints*. Worldwatch Paper 77, Washington, DC: Worldwatch Institute, May 1987, p. 12.

tos será incrementada. Nos grandes aglomerados urbanos dos países de baixa renda, cada cidadão produz entre 0,5 e 0,6 Kg de lixo a cada dia (em cidades como Calcutá, Jacarta e outras); grandes cidades dos países de renda média enfrentam, diariamente, a necessidade de recolher, tratar e dispor um quantitativo de resíduos da ordem de 0,5 a 0,8 Kg por habitante (Cidade do México, Buenos Aires, São Paulo, Porto Alegre); por sua vez, as grandes metrópoles dos países industrializados produzem mais resíduos sólidos, em quantitativos que variam entre 0,7 e 1,8 Kg diários por habitante (Tóquio: 1,3 Kg/habitante/dia; Nova York, a cidade que mais produz lixo em todo o planeta, 1,8 Kg/habitante/dia).⁶

Nos Estados Unidos, líder mundial na geração de resíduos sólidos urbanos – um volume superior a 150 milhões de toneladas anuais, com tendências de crescimento –, os depósitos, que atualmente recebem cerca de 80% do total coletado, estão atingindo suas capacidades máximas de armazenamento; muitos deles já fecharam e a identificação de novos locais disponíveis para a deposição do lixo é um dos grandes problemas enfrentados pela sociedade norte-americana.⁷

No Brasil, 75% das pessoas residem nas cidades. São gerados a cada dia em todo o país não menos do que 242 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos, perfazendo 88,3 milhões de toneladas anuais, das quais 37% correspondem a detritos gerados nos domicílios.⁸ A coleta pelas Prefeituras Municipais constitui-se, inegavelmente, em serviço essencial e de interesse público. Apesar disso, apenas 34% do total do lixo gerado nas cidades brasileiras é adequadamente recolhido. Por trás desta realidade estão deficiências que vão desde o não oferecimento do serviço por parte do poder público municipal (apenas 1.600 municípios brasileiros contam com recolhimento do lixo) até a abrangência reduzida da atividade (em vários municípios a coleta não é “universal”, isto é, apenas alguns setores das cidades são atendidos), passando pela frequência inadequada do serviço, o que resulta em bairros inteiros e ruas atendidos apenas em alguns dias da semana. Além disso, somam-se situações como a escolha de métodos inadequados e uso de equipamentos incorretos pelos serviços de coleta municipal (utilização de caminhões-caçamba, por exemplo, os quais, por serem abertos, muitas vezes transformam-se em disseminadores, pelas ruas por onde passam, dos resíduos coletados). Em conseqüência, diariamente em todo o território nacional volumes enormes de resíduos terminam despejados em terrenos baldios, no interior de cursos d’água, nas margens de estradas e rodovias, ou mesmo acumulam-se pelas ruas das cidades, constituindo-se em péssimo retrato da sociedade e em agentes geradores e disseminadores de doenças e de degradação ambiental.

A maioria absoluta dos resíduos sólidos municipais coletados nas cidades brasileiras, cerca de 76% do total recolhido, não recebe destinação final adequada: é simplesmente despejada em lixões a céu

⁶ CORSON, Walter H. (Org.) *Manual Global de Ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente* (Capítulo 14: *Gerenciamento do lixo sólido*). 2. ed. São Paulo: Augustus, 1996.

⁷ CENTER FOR NATIONAL POLICY. *Solid Waste: A practical approach*. Chapter 2, vol. 2, 1988.

⁸ PRANDINI, Fernando L. *et alii*. O gerenciamento integrado do lixo municipal. In: *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. Op. cit. Cap. I.

aberto, nos quais não há qualquer espécie de tratamento inibidor ou redutor dos seus efeitos poluidores. Apenas 10% do volume total coletado são depositados em aterros sanitários, que se constituem na melhor opção técnica disponível para a disposição final, com menor impacto ambiental; outros 13% vão para aterros controlados, 0,9% são encaminhados para usinas de compostagem e 0,1% destina-se à incineração.⁹

Com relação aos resíduos sólidos cuja coleta e disposição final são, de acordo com a legislação vigente, de responsabilidade das fontes geradoras, a situação no Brasil também é bastante crítica. A começar pelo fato de que normalmente são descartados juntamente com o lixo comum – por desconhecimento ou negligência dos geradores ou por falta de fiscalização – e posteriormente recolhidos e levados pelas Prefeituras Municipais para os mesmos locais de deposição dos resíduos sólidos urbanos. Por terem natureza e características tóxicas ou contaminantes, acabam por agravar ainda mais os impactos ambientais decorrentes da disposição final do lixo. Para ilustrar esta realidade, as informações disponíveis sobre o destino dos resíduos hospitalares no Brasil dão conta de que em 49,3% dos municípios os mesmos não são coletados; em 42,2% são despejados pelos geradores em vazadouros a céu aberto; em 7% ocorre a sua incineração a céu aberto; e, em apenas 1,5% dos municípios brasileiros as fontes geradoras adotam providências, tais como a incineração ou a deposição dos resíduos de saúde em aterros especiais.¹⁰

Características dos resíduos sólidos gerados nas cidades brasileiras

Considerando o local de origem, as fontes geradoras e as características e hábitos de consumo da sociedade brasileira, o lixo produzido em nossas cidades varia pouco, tanto em termos de sua natureza quanto do percentual de participação em relação ao volume total.

O *lixo domiciliar* é aquele que tem como origem o cotidiano de residências familiares típicas. Em média, os dados nacionais demonstram a seguinte composição dos resíduos domiciliares: restos de alimentos (cerca de 67%), papéis (19,8%), plásticos (6,5%), vidros (3%) e metais (3,7%). No Brasil, em termos anuais, cada cidadão descarta em torno de 45 Kg de plásticos, aproximadamente 90 latas de bebidas e 70 latas de alimentos diversos. Além destes materiais, há que se considerar um aspecto muito importante da composição dos detritos domiciliares e que diz respeito à existência, em seu meio, de componentes potencialmente perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. Tais componentes – metais pesados como mercúrio, cádmio, zinco e chumbo – resultam do descarte de produtos inutilizados – pilhas, lâmpadas fluorescentes, frascos de aerossóis, embalagens de produtos de limpeza doméstica (detergen-

⁹ PRANDINI, Fernando L. *et alii*. O gerenciamento integrado do lixo municipal. In: *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. Op. cit., Cap. I.

¹⁰ EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Atlas do meio ambiente do Brasil*. 2 ed. Brasília: EMBRAPA-SPI/Terra Viva, 1996.

¹¹ D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero *et alii*. Tratamento (Outros materiais). In: *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. Op. cit.

tes, ceras, alvejantes), material eletrônico e mesmo alguns cosméticos e maquiagens, entre outros. A sua periculosidade decorre de características de inflamabilidade, corrosividade, óxido-redução ou toxicidade.¹¹ Cada lâmpada fluorescente possui em média 15 miligramas de mercúrio metálico; no Brasil são descartadas no lixo comum, a cada ano, cerca de 30 milhões destas lâmpadas queimadas, o que significa centenas de toneladas anuais de mercúrio lançados no meio ambiente, poluindo o solo e as águas (o mercúrio é absorvido pelo organismo, na forma de *metil mercúrio*, e atinge o sistema nervoso, causando distúrbios neurológicos e deficiências nos órgãos sensoriais, além de danos renais; além disso, pode desencadear efeitos mutagênicos e alterações no metabolismo). A produção anual de pilhas no Brasil situa-se na ordem de 670 milhões de unidades, sendo a grande maioria pilhas primárias, que se tornam inúteis após a sua utilização; em decorrência, são descartadas junto ao lixo comum das residências (componentes: zinco-carvão, manganês, lítio, óxido de mercúrio, óxido de prata e outros). Alguns cosméticos e maquiagens são especialmente preocupantes por conterem alumínio, cujo acúmulo no organismo é associado à *Síndrome de Alzheimer*.

O *lixo comercial* origina-se nos estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços. É composto por materiais inofensivos (papéis, plásticos, embalagens diversas, móveis e equipamentos obsoletos), por resíduos problemáticos quanto a sua disposição final (pneus, latas de tintas prediais e automotivas), e por detritos com características de periculosidade real ou potencial à saúde e ao meio ambiente. Nesta última categoria enquadram-se peças e componentes descartados em oficinas mecânicas automotivas, tais como pastilhas e lonas de freio, em cujas composições inclui-se o cimento amianto, produto que ao ser particulado pode ser aspirado pelas pessoas, acumulando-se nos pulmões.

O *lixo público* resulta do somatório de resíduos decorrentes da limpeza pública urbana (varrição de ruas, praças e logradouros públicos), podas de árvores e de limpezas de áreas onde funcionam eventos de interesse público, como as feiras livres. Os detritos oriundos de terminais rodoviários, ferroviários, portos e aeroportos constituem-se principalmente de restos de alimentos e de material de higiene.

Os *resíduos sépticos e assépticos* são gerados nos locais de prestação de serviços à saúde: hospitais, postos de saúde, prontos-socorros, clínicas médico-odontológicas, clínicas e farmácias com atendimento ambulatorial, laboratórios de análises clínicas e os similares relacionados aos serviços veterinários (podem conter germes patogênicos causadores ou disseminadores de uma série de doenças, dentre eles: órgãos e tecidos removidos, algodões, bandagens, seringas e agulhas, meios de cultura).

Além destes, merecem destaque os *resíduos industriais*, inertes ou perigosos, resultantes dos processos industriais. Sua composição varia desde cinzas até materiais tóxicos como ácidos, borrachas e outros. E, os *entulhos da construção civil*, constituídos por restos e fragmentos de tijolos, concreto e argamassa, geralmente passíveis de reaproveitamento em aterros e na feitura de equipamentos para uso em praças e logradouros públicos (bancos, floreiras, guias de meio-fio).

Finalmente, cabe uma referência a outra categoria de lixo sólido que, apesar de não ser gerado nas cidades, resulta do atendimento às necessidades das populações que habitam as zonas urbanas: os *resíduos das atividades agrícolas e pecuárias*. Nesta categoria incluem-se as embalagens de agrotóxicos, adubos, rações e remédios veterinários, que, descartadas no meio ambiente, mantêm ativos os efeitos residuais dos produtos químicos; estes podem ser transportados por centenas de quilômetros através da água e mesmo do ar, e seus efeitos, apesar de ativos, podem não ser visíveis durante muitos anos após a sua exposição.

Formas de disposição dos resíduos sólidos urbanos

A descarga do lixo nas cidades de todo o mundo sempre representou sério problema à saúde pública e ao meio ambiente. Depósitos em áreas urbanas, durante séculos tratados sem os devidos cuidados, sempre estiveram associados à propagação de doenças, seja diretamente, via pessoas e animais coexistindo nestes locais, seja através da contaminação dos mananciais de água, dos solos e dos alimentos.

Nos *lixões*, que se constituem na forma inadequada de descarte final dos resíduos sólidos urbanos, porém, a mais comum na grande maioria das cidades dos países em desenvolvimento, resíduos inofensivos convivem com produtos tóxicos e perigosos. Pode-se afirmar que apenas nas duas últimas décadas as conseqüências decorrentes do abandono do lixo a céu aberto tornaram-se conhecidas. Problemas e inconvenientes como depreciação da paisagem, odores da decomposição de restos orgânicos, chorume, presença de vetores de doenças (moscas, ratos, baratas, mosquitos), formação do gás metano e a degradação social de pessoas são fatores comuns a todos os lixões. A decomposição contínua da matéria orgânica presente no lixo e a percolação das águas das chuvas ao longo de anos, fazem com que o líquido penetrante na massa de resíduos adquira características levemente ácidas, em conseqüência de processos químicos que ali ocorrem; nestas condições, a água dissolve diversos elementos e compostos, resultando no chorume – líquido preto com alto potencial poluidor do solo e das águas superficiais e subterrâneas. Outro subproduto é o metano (CH_4), gás incolor combustível decor-

¹²CORSON, Walter H. (Org.) *Manual Global de Ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente* (Capítulo 14: *Gerenciamento do lixo sólido*). 2. ed. São Paulo: Augustus, 1996.

rente da ação das bactérias no material em decomposição; dentre os seus malefícios estão os incêndios, os riscos de explosões, pela penetração do gás nos solos adjacentes, e também a morte da vegetação das cercanias, pela redução do oxigênio do solo.¹² Por tais conseqüências, pode-se afirmar que uma das principais características dos lixões é a de serem causadores de poluição tanto localizada quanto generalizada, pois disseminam seus efeitos negativos a longas distâncias.

Outra técnica de disposição – o *aterro controlado* – é menos prejudicial do que os lixões pelo fato dos resíduos dispostos no solo serem posteriormente recobertos com terra, o que acaba por reduzir a poluição local. Porém, trata-se de solução com eficácia bem inferior à possibilitada pelos aterros sanitários, pois, ao contrário destes, não ocorre a inertização da massa de lixo em processo de decomposição, principalmente por serem geralmente instalados sem que se faça a impermeabilização da base e a instalação de drenos (coleta do chorume e dispersão dos gases resultantes da decomposição). Assim, problemas ambientais originados no interior dos aterros controlados podem ser remetidos a longas distâncias, gerando, da mesma forma que no caso dos lixões, impactos com características regionais. A instalação de aterros controlados como alternativa primária para a resolução do problema do descarte dos resíduos sólidos urbanos não deve ser priorizada, pois não se constitui na técnica mais apropriada para evitar os danos ambientais. No entanto, é a que melhor se adequa à minimização dos impactos ambientais dos lixões, uma vez que estes, após a sua desativação ou mesmo durante o seu uso, precisam ser remediados do ponto de vista sanitário e ambiental. Transformar lixões em aterros controlados constitui-se em boa alternativa, tanto em termos técnicos quanto em função dos menores custos financeiros envolvidos. Após a implantação do aterro controlado em substituição ao lixão, o local deve ser totalmente desativado.

Dentre as alternativas disponíveis, inegavelmente o *aterro sanitário* é a que reúne as maiores vantagens considerando a redução dos impactos ocasionados pelo descarte dos resíduos sólidos urbanos. Baseada em critérios de engenharia que permitem a quase total inertização da massa de lixo, tornando-a praticamente “não-reagente” com o meio externo, a instalação de um aterro sanitário apresenta as seguintes características principais: subdivisão da área do aterro em células de colocação de lixo; disposição dos resíduos no solo previamente preparado para que se torne impermeável, impossibilitando o contato dos líquidos residuais (água das chuvas e chorume) com o lençol freático; presença de lagoas de estabilização, para a biodegradação da matéria orgânica contida nos líquidos residuais; presença de drenos superficiais para a coleta da água das chuvas; drenos “de fundo” para a coleta do chorume; presença de drenos para a dispersão do metano; coletores dos líquidos residuais em direção às lagoas de es-

¹³ CONSONI, Angelo J. *et alii*. Disposição final do lixo. In: *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. Op. cit.

tabilização; confinamento do lixo em camadas cobertas com material inerte (“solo vegetal”).¹³ A eficiência do aterro sanitário é dependente tanto da definição correta de sua vida útil, em função das necessidades atuais e futuras (nunca deve ser inferior a 20 anos de uso), quanto da existência e da aplicação de normas operacionais específicas que garantam o preenchimento seqüencial das células de lixo, sua revegetação após o recobrimento e a manutenção do sistema de coleta e tratamento dos líquidos e gases eliminados. Também, a municipalidade deve contar com um programa de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos que contemple ações bem definidas e integradas, objetivando, prioritariamente, a redução da quantidade de material a ser diariamente aterrado.

Além das formas comentadas, cabe fazer referência ao método de *incineração dos resíduos sólidos*. O processo consiste na queima dos detritos em um incinerador ou usina de incineração, a temperaturas superiores a 900°C; como vantagens do método, podem-se citar a redução significativa do volume dos dejetos municipais a que cabe dar fim (principalmente cinzas de compostos orgânicos e aglomerados inorgânicos solidificados), a diminuição do potencial tóxico dos dejetos, e a possibilidade de utilização da energia liberada com a queima (geração de eletricidade, vapor). Os principais limitantes ou problemas derivados da incineração são os custos de instalação e de operação do sistema (cerca de US\$ 20 por tonelada de lixo incinerado), a poluição atmosférica (emissão de dioxinas, por exemplo) e a necessidade de mão-de-obra qualificada. O uso desta técnica no Brasil é bastante incipiente: os dados disponíveis dão conta de que até o presente menos de trinta municípios optaram por incinerar seus resíduos sólidos.

Gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos

Apesar de algumas sociedades terem desenvolvido formas, nem sempre sistemáticas, para o aproveitamento de seus detritos, só recentemente o conceito moderno de gerenciamento de resíduos tornou-se reconhecido como essencial dos pontos de vista econômico, ambiental e de saúde pública. Embora os britânicos tenham realizado experiências relevantes já no início deste século, o nível de atenção despertado pelo tema universalizou-se apenas nas últimas décadas. Hoje, se é verdade que a situação ainda está muito longe do ideal em termos de controle e eficácia, também é verdade que, em termos relativos, o nível de preocupação e o avanço na conscientização a respeito da geração e da disposição dos resíduos no meio ambiente têm crescido significativamente.

O gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos envolve métodos e atividades que, aplicados de forma integrada, resultam na redução da quantidade de lixo a depositar, permitem o desvio de materiais que podem ser reutilizados como matérias-primas na produção de outros bens e geram benefícios sociais, econômicos, ambientais

e à saúde das populações executoras. O gerenciamento não é responsabilidade unicamente do poder público municipal, a quem cabe, por certo, o papel de fomentar e gerenciar todo o processo; na verdade requer o envolvimento da sociedade como um todo, o que significa o universo de geradores de resíduos sólidos da comunidade em questão. Por sua vez, os métodos e atividades constituem-se em programas individuais, desenvolvidos e executados de forma combinada, abrangendo temáticas e ações tais como sensibilização da população, redução na fonte, coleta seletiva e reciclagem, coleta usual e destinação final adequada do conjunto de materiais componentes do lixo sólido municipal.

O gerenciamento dos resíduos deve ser implementado pelas Prefeituras Municipais, visto que, além de tratar-se de serviço de utilidade pública, é de sua responsabilidade a coleta de lixo domiciliar, comercial e de limpeza urbana. No entanto, a participação direta da população atendida é fundamental na definição e na operacionalização do gerenciamento. Estratégias de sensibilização comunitária devem ser desenvolvidas, utilizando-se programas educacionais e informativos versando sobre o descarte do lixo (com enfoque à saúde pública e ao meio ambiente) e sobre os métodos e atividades que o gerenciamento adotará. Dar conhecimento público do problema e dos vários componentes de sua solução e, ao mesmo tempo, comprometer o cidadão no sentido do seu engajamento, participação e fiscalização dos programas, são condições essenciais ao sucesso do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.

A redução na fonte é outro programa que deve ser contemplado no gerenciamento dos resíduos, e significa a adoção coletiva de formas e procedimentos visando a diminuição da quantidade de lixo gerada. Constitui-se, talvez, no componente com maiores dificuldades de se tornar exequível, pois é totalmente dependente, por um lado, de mudanças nos hábitos de consumo das pessoas (por exemplo, deixando-se de adquirir produtos pouco duráveis ou que contenham embalagens desnecessárias, e que representam até 50% do volume e 30% do peso do lixo urbano) e, por outro, de mudanças no próprio segmento industrial, de tal forma que seja priorizada a fabricação de mercadorias mais resistentes e que necessitem de menos invólucros. No atual modelo de desenvolvimento, a segunda condição é praticamente inviável, visto que a tendência universal da indústria é a descartabilidade das embalagens visando o barateamento do custo final de seus produtos, induzindo ao maior consumo. A esta realidade contrapõe-se o conceito de *desenvolvimento sustentável*, analisado sob o ponto de vista não da adoção de determinações de caráter pessoal (mudança de comportamento consumista de “índole individual”), mas de atitudes e responsabilidades coletivas, em que os cidadãos alterem os seus hábitos como consumidores de maneira a desencadear mudanças no próprio meio produtivo. Consumidores alertas e bem informados influenciam, e muito, no que se produz e

¹⁴ UNESCO. *Educação para um futuro sustentável: uma visão transdisciplinar para uma ação compartilhada*. Conferência Internacional sobre meio ambiente e sociedade: educação e conscientização pública para a sustentabilidade. Brasília: IBAMA, 1999.

se vende, e podem passar a exercer um “consumo sustentável”. A adoção de um estilo de consumo sustentável “não significa, necessariamente, consumir menos; significa, sim, modificar as modalidades de ‘consumo insustentável’, permitindo aos consumidores usufruir de alto nível qualitativo de vida mediante um consumo diferente”¹⁴. Em outras palavras, optar, entre outras formas de conduta, por adquirir produtos que resultem em resíduos reaproveitáveis no próprio meio gerador, ou que sejam potencialmente recicláveis para outros fins.

Um dos fatores fundamentais de sucesso do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos é a existência de programas de coleta seletiva, tanto de caráter público quanto executados por entidades privadas; no entanto, é fundamental que sejam desenvolvidos de forma integrada. A função principal da coleta seletiva é a de recolher junto aos geradores (domicílios, comércio e prestadores de serviço), e posteriormente encaminhar para a reciclagem, o maior quantitativo de materiais passíveis de reaproveitamento, isto é, de serem de matérias-primas na fabricação de novos produtos, reduzindo a quantidade de material a ser aterrado. O processo fundamenta-se na sensibilização dos geradores (população em geral) para que procedam, em seus domicílios e locais de trabalho, à separação do lixo reciclável dos restos orgânicos e outros restos não-reaproveitáveis. A sensibilização em si deve ser fomentada pelo poder público municipal com a participação dos órgãos e entidades ligados à educação, à saúde, ao meio ambiente e ao setor empresarial, além dos veículos de comunicação social difusores de informações de interesse público. A coleta seletiva municipal deve ser exercida prioritariamente pelas Prefeituras Municipais, em articulação com entidades civis igualmente executoras; precisa abranger toda a população e ter frequência compatível com o potencial gerador de resíduos recicláveis de cada coletividade. Tais afirmativas justificam-se na medida em que os benefícios desta forma de coleta, com encaminhamento dos resíduos à reciclagem, são distribuídos à sociedade como um todo. Dentre eles podem ser destacados os seguintes: a diminuição do volume de lixo a aterrar, o que significa aumento da vida útil do aterro sanitário e, conseqüentemente, economia de recursos financeiros por não ser necessário instalar antecipadamente novos aterros; a atividade de separação e processamento dos resíduos recicláveis coletados (mesmo a coleta seletiva executada por entidades não oficiais, resulta na geração de empregos a uma parcela da sociedade, constituindo-se em benefício sócio-econômico). A eficiência da coleta seletiva pode ser aferida com base na proporção do volume de material coletado (desviado, separado do lixo comum) em relação ao volume total de lixo sólido urbano gerado pela comunidade; um bom parâmetro para avaliar a eficiência pode ser o potencial máximo de reciclagem do lixo brasileiro, que pode chegar a 25%, representando a proporção de resíduos recicláveis presentes no lixo sólido urbano

¹⁵WELLS, Christopher *et alii*. Tratamento (Segregação de materiais). In: *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. Op. cit., Cap. V.

no país.¹⁵ Salienta-se, no entanto, que a eficiência da coleta seletiva deve levar em conta a existência de mercado reciclador capaz de absorver os materiais coletados, para reprocessamento em novos produtos; este é um fator importante a ser considerado quando do planejamento das ações que comporão o plano de gerenciamento de resíduos sólidos municipais.

Com relação à reciclagem, cabe uma abordagem a partir de dois enfoques: quanto à natureza e características dos materiais descartados no dia-a-dia das pessoas e que são passíveis de reaproveitamento (papéis, plásticos, vidros e metais); e quanto às vantagens que o país deixa de usufruir por não desenvolver esta atividade, capaz de gerar economia de divisas e de poupar recursos ambientais.

A maioria dos papéis é reciclável, com algumas exceções como o papel carbono, os papéis sanitários usados, os engordurados e os contaminados com produtos químicos. Em termos financeiros, curiosamente a reciclagem do papel pode custar até mesmo mais caro do que a produção da mesma quantidade a partir da celulose virgem;¹⁶ no entanto, outras vantagens compensatórias podem ser destacadas, como a redução do uso de energia elétrica e de recursos naturais. A reciclagem de uma tonelada de papel pode significar a economia de até 50% de energia elétrica e de aproximadamente 10 mil litros de água; cada tonelada de papel reciclado corresponde a 15 árvores adultas mantidas vivas.¹⁷ A disposição de papéis nos aterros sanitários pode resultar nas seguintes desvantagens: apesar do papel ser biodegradável, a sua decomposição em aterros com baixa umidade é, em geral, longa. Além disto, tintas de impressão utilizadas em papéis destinados a este fim dificultam a sua degradação, podendo causar, através do chorume, contaminações do solo e da água por metais como o cromo e o chumbo. O Brasil recicla cerca de 37% do papel utilizado, sendo que, no caso dos papelões utilizados principalmente em embalagens, o índice atinge quase 60%.¹⁸

Os plásticos, produzidos a partir de resinas sintéticas derivadas do petróleo (polímeros), são materiais não-biodegradáveis; envolvem em sua fabricação produtos químicos tais como propileno, etileno, fenol, poliestireno e benzeno, todos eles potencialmente tóxicos se manipulados de modo incorreto. Existem sete tipos principais de resinas plásticas, muitas delas não-compatíveis, o que acarreta dificuldades na mistura e gera produtos de baixa qualidade, podendo impedir a sua comercialização. A reciclagem não é possível no grupo de plásticos denominados “termofixos” (uma vez moldados, não podem mais ser fundidos), porém é viável no grupo dos “termoplásticos” (podem ser fundidos e moldados novamente). Destes, destacam-se cinco principais tipos de resinas: o *Polietileno Tereftalato* (PET), $[-CH_2-CH(-CH_2-CH_2-)-CH_2-CH_2-]_n$, usado nas garrafas de refrigerantes; o *Polietileno de Alta Densidade* (PEAD), $[-CH_2-CH_2-]_n$, utilizado na produção de baldes, tambores e autopeças; o *Cloro de Polivinila* (PVC), $[-CH_2-CH(Cl)-CH_2-]_n$, cuja

¹⁶CASTRO, M. S. M. V. *Uma análise comparativa do modelo de gestão de resíduos domiciliares em Uberlândia*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, 1998.

¹⁷CALDERONI, Sabetai. *O Estado de São Paulo*, 4.1.1999.

¹⁸CASTRO, M. S. M. V. Op. cit.

principal aplicação reside na fabricação de tubos e conexões de água e esgotos; o *Polipropileno* (PP), $[-CH(CH_3)-CH_2-]_n$, a partir do qual são produzidas embalagens de biscoitos e massas, seringas descartáveis e outras utilidades domésticas; e o *Poliestireno* (PS), $[-CH_2-CH(C_6H_5)-]_n$, destinado aos copos descartáveis e eletrodomésticos em geral. Nos lixões, a queima de produtos de origem plástica pode trazer sérios danos às pessoas e ao meio ambiente, pela geração de gases tóxicos; nos aterros sanitários, os plásticos depositados dificultam a compactação do lixo, podendo reduzir a vida útil dos aterros (ocupam de 15% a 20% do volume do lixo); e, cada 100 toneladas de plástico reciclado permite a economia de uma tonelada de petróleo.¹⁹

¹⁹ CALDERONI, Sabetai. Op. cit.

O vidro, material de grande utilidade no setor de embalagens para bebidas e alimentos, é alvo de interesse para a reciclagem. No Brasil, cerca de 27% das embalagens de vidro são recicladas, sendo 5% originados em engarrafadoras de bebidas, 10% de sucateiros e menos de 1% resultante da coleta seletiva, representando um total de 220 mil toneladas anuais.²⁰ Este material apresenta um reaproveitamento invejável, dado que os cacos de vidro substituem em 100% o material virgem, ou seja, o composto de areia, calcário, barrilha e feldspato; a produção de vidro a partir da reciclagem reduz em 20% a poluição do ar e em 50% a poluição da água utilizada no processo, comparativamente à produção do mesmo quantitativo de vidro “novo”.²¹

²⁰ CASTRO, M. S. M. V. Op. cit.

²¹ CALDERONI, Sabetai. Op. cit.

A maior parte dos metais presentes no lixo doméstico é proveniente das embalagens de alimentos e bebidas, panelas, esquadrias e peças de eletrodomésticos. Importante papel cabe à reciclagem das latas de alumínio, que podem ser reaproveitadas infinitas vezes, com menos gastos de energia do que para produzir a mesma quantidade do produto a partir da bauxita. No Brasil, o índice de reciclagem das embalagens de alumínio chega a 66%. As latas de alumínio (utilizadas para cerveja ou refrigerante) geram outra lata exatamente igual, com a vantagem adicional de economizar, no processo de fabricação da nova, um quantitativo de energia elétrica suficiente para manter acesa uma lâmpada de 100 watts durante 20 horas ou um televisor por 3 horas.²²

²² CALDERONI, Sabetai. Op. cit.

Apesar de todas as vantagens e benefícios, o Brasil perde anualmente cerca de R\$ 4,6 bilhões por não aproveitar o potencial de reciclagem dos resíduos domiciliares. As causas desta situação relacionam-se à percepção quase nula da necessidade de preservação ambiental por parte da sociedade, corroborada pela postura passiva das autoridades, mas também pela inexistência de formas de divulgação e de incentivos àqueles poucos setores que desenvolvem esforços na busca da reciclagem. Estas iniciativas vêm do setor industrial, que já obtém ganhos anuais de R\$ 1,2 bilhão, valor que, apesar de significativo, representa apenas uma pequena amostra do quanto poderiam atingir os lucros derivados do aumento dos volumes de reci-

²³ CALDERONI, Sabetai. Op. cit.

clagem.²³ A grande falha detectada é a inexistência de um processo envolvente que estimule a atividade no Brasil.

Como componentes fundamentais do processo de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, incluem-se, ainda, a coleta usual dos resíduos e a sua destinação final. Com relação à destinação final, cabe ao município adotar o aterro sanitário como opção mais correta para atender a demanda. No que diz respeito à coleta usual dos resíduos, assim entendido o serviço de recolhimento diário do lixo comum das residências e do setor comercial realizado pela Prefeitura Municipal, deve ser buscada a máxima abrangência possível, isto é, a cobertura da coleta deve incluir todas as ruas da cidade e distritos; e, também, precisa ser regular quanto aos dias e horários de passagem dos caminhões coletores, de tal forma a evitar que toneladas de lixo permaneçam nas lixeiras durante várias horas do dia à espera do recolhimento, ocasião em que ficam expostas à ação de animais e de pessoas.

O destino final dos resíduos sólidos urbanos em Santa Maria, Rio Grande do Sul

Com uma população de pouco mais de 234.000 habitantes, dos quais 93,4% localizados na zona urbana, a realidade de Santa Maria não foge à regra da maioria das cidades brasileiras de médio e grande portes, no que diz respeito à disposição final do lixo sólido. Considerando-se a taxa anual de crescimento populacional no Brasil, da ordem de 3%, e a média nacional de geração de lixo *per capita* para cidades de porte médio, da ordem de 450 gramas/pessoa/dia, pode-se estimar que atualmente são produzidos em Santa Maria cerca de 106 toneladas diárias de resíduos oriundos dos mais diversos setores. A composição média e percentual de peso em relação ao peso total são, aproximadamente, as seguintes: matéria orgânica: 57%; papel e papelão: 20%; plásticos: 8%; metais: 5%; vidro: 2%; e, diversos, tais como madeira, couro, trapos e outros: 8%.²⁴ O serviço de coleta municipal não abrange a totalidade da área urbanizada. Em diversas ruas não se verifica a passagem do caminhão coletor em nenhum dia da semana e, em muitas outras, o recolhimento do lixo restringe-se a alguns dias da semana. A regularidade do horário da coleta é bem observada na zona central, o mesmo não ocorrendo nas demais regiões; em consequência, é comum observar-se, em muitos bairros e ruas da periferia, a população colocando seus resíduos nas lixeiras a qualquer hora do dia. Pode-se avaliar que a taxa de cobertura efetiva da coleta municipal de resíduos sólidos em Santa Maria não é superior a 80%, o que resulta num recolhimento diário da ordem de 84,8 toneladas. Este quantitativo é depositado a céu aberto no "lixão da Caturrita", situado na cabeceira do curso d'água conhecido como Arroio Ferreira. O local vem recebendo, há mais de 10 anos, não somente os resíduos recolhidos pela Prefeitura Municipal,

²⁴ IBAMA. Unidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Relatório Técnico, 1999.

mas também os provenientes de estabelecimentos de saúde (hospitais, ambulatórios, postos de saúde, clínicas), os entulhos da construção civil, sucatas metálicas e outros, pois não há fiscalização restritiva na área que impeça a entrada de pessoas ou entidades que lá descartam seus dejetos. As informações disponíveis permitem estimar em aproximadamente 150 Kg o quantitativo diário de resíduos gerados pelos serviços de saúde na cidade, dos quais uma pequena parcela é incinerada e a maior parte é misturada e depositada juntamente com o lixo comum. A situação de degradação ambiental do “lixão da Caturrita” é extrema e seus efeitos são verificados no local e no seu entorno; à decomposição do lixo comum, dos resíduos sépticos e dos demais detritos colocados no lixão, somam-se a presença de animais alimentando-se no lixo e de catadores que lá acorrem na busca de materiais reaproveitáveis, além da mistura do chorume com as águas do lençol freático e com as águas superficiais do Arroio Ferreira. A parcela de resíduos não recolhida pela coleta municipal é simplesmente descartada em terrenos baldios, jogada no interior dos cursos d’água que cortam a cidade, ou então é espalhada pelas ruas e calçadas, terminando por obstruir bueiros e galerias pluviais. Sem que se cometa nenhum exagero, pode-se afirmar que o curso principal e os tributários do Arroio Cadena – cuja bacia hidrográfica abrange cerca de 60% da área urbana de Santa Maria – foram “institucionalizados” pela comunidade local como o segundo lixão da cidade.

Iniciativas de reciclagem de resíduos em Santa Maria são bastante restritas. Como serviço municipal oficial pode-se considerar que a coleta seletiva existente é precária e pouco abrangente. De acordo com a própria Prefeitura Municipal, o quantitativo diário recolhido resulta em 12 m³. Com base no peso específico médio do lixo solto gerado no Brasil, igual a 4m³/tonelada²⁵, e na geração diária de 106 toneladas – ou aproximadamente 424 m³ – de resíduos sólidos urbanos na cidade, pode-se estimar em apenas 2,8% a taxa de eficiência da coleta seletiva, que expressa a quantidade de resíduos desviada do lixo comum e que não necessita ser disposta no lixão. Na verdade, o poder público municipal de Santa Maria coloca-se numa posição passiva quanto ao processo que significa reduzir a quantidade de resíduos sólidos urbanos a que cabe dar destino final; em consequência, a maioria absoluta dos cidadãos desconhece a existência de coleta seletiva municipal na cidade. Sendo assim, cabe à população tomar conhecimento da existência do serviço, por ele interessar-se e a ele aderir. A postura adequada do executivo municipal deve ser a de atuar como agente ativo do processo, oferecendo à coletividade, em nome do interesse comum, a maior gama de alternativas visando a resolução do problema do destino final do lixo da cidade, entre elas, a coleta seletiva municipal e o incentivo ao surgimento de grupos privados de coletores e receptadores de resíduos. Neste aspecto, destaca-se o trabalho da Associação dos Sele-

²⁵CUNHA, Cláudio Barbieri da. *et alii*. Serviços de Limpeza. In: *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. Op. cit., Cap. III.

cionadores de Material Reciclável (ASMAR), constituída por um grupo de pessoas, em sua maioria, desempregadas, que encontraram nesta atividade um meio permanente de sustento para as suas famílias. A referida associação recebe pouco apoio oficial, apesar do enorme benefício que traz à cidade, coletando, selecionando e encaminhando parte dos resíduos gerados pela população local às indústrias recicladoras, contribuindo para diminuir o enorme quantitativo diário de resíduos endereçados ao lixão.

Com relação ao “lixão da Caturrita”, desde 1996, os órgãos ambientais (IBAMA e FEPAM) e o Ministério Público estadual determinaram ao município que desenvolvesse uma série de atividades técnicas visando a recuperação ambiental da área. Após mais de três anos de inatividade e de protelações por parte do poder público municipal, as obras de recuperação iniciaram-se em fevereiro de 1999. O resultado final deverá ser a transformação do atual lixão em aterro controlado. Quando o mesmo for concluído, o local será desativado para a recepção do lixo sólido urbano. Ao mesmo tempo em que estão ocorrendo as ações para o saneamento ambiental do lixão, deverá também o município proceder à instalação de um aterro sanitário municipal – também por exigência dos órgãos ambientais – e providenciar para que a coleta e o destino final dos resíduos sólidos urbanos de Santa Maria estejam embasados na execução de um programa de gerenciamento integrado, de acordo com normas técnicas e operacionais adequadas à importância da cidade, que funciona como pólo irradiador de exemplos para diversas comunidades da região central do Rio Grande do Sul.

Berenice Weissheimer Roth é química industrial e professora do Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Enise Bezerra Ito Isaia e Tarso Isaia são engenheiros florestais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Unidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE

João Tinôco Pereira Neto

A situação relativa ao lixo nos municípios brasileiros é paradoxal: por um lado, a disposição inadequada dos resíduos polui o ambiente e cria focos de doenças infecciosas e de mortes entre a população desnutrida; por outro, o lixo produzido contém, em média, 65% de resíduos orgânicos e 15% de recicláveis. Ou seja, o lixo que polui e mata pode, se tratado convenientemente, gerar fertilizante orgânico (por compostagem), aumentar a produtividade e a produção agrícola, diminuir os casos de desnutrição, fixar os agricultores aos seus locais de origem e contribuir decisivamente para a melhoria das condições ambientais e de saúde pública. Em países como o Brasil, o grande desafio consiste em perseguir soluções que se caracterizam pelo baixo custo de implantação e manutenção e pelo elevado benefício em termos de qualidade de vida da população.

Problemas associados à falta de tratamento adequado dos resíduos

Os problemas gerados pela falta de manejo do lixo urbano são bastante variados e envolvem aspectos sanitários, ambientais, econômicos e sociais.

Os *problemas sanitários* são mais contundentes junto às populações, gerando as chamadas doenças de saúde pública. Sabe-se que o lixo urbano (domiciliar, público e comercial) é veiculador de doenças, propriedade que se torna mais intensa face à proliferação dos vetores biológicos (moscas, mosquitos, baratas, ratos) transmissores de bactérias e fungos de características patogênicas.

O excesso de matéria orgânica (frutas, legumes, alimentos) presente no lixo urbano brasileiro (65%, em média), constitui-se em habitat ideal para proliferação desses vetores, fato que, aliado ao alto índice de desnutrição (24%) da população pobre do país, tem produzido conseqüências danosas, principalmente à população infantil. Dentre as doenças mais comuns associadas à falta do saneamento do lixo podem ser citadas a febre tifóide e paratifóide, a salmonelose, a giardíase, a ascaridíase e uma série de doenças intestinais, além da cólera, dengue e leptospirose. É *impossível* pensar em erradicar essa doenças do país sem antes acabar com os lixões, que recebem em média 85% de todo o lixo gerado.

Quanto aos *problemas ambientais*, destacam-se a poluição dos solos e dos corpos hídricos (superficiais e subterrâneos) provocada principalmente por líquidos lixiviados, como chorume, resinas e tintas. Em alguns casos a poluição pode ser *irreversível*, tanto para os aquíferos quanto para os mananciais de superfícies (córregos, rios, lagos), devido à dissolução de substâncias químicas, as quais não são retiradas nem mesmo pelos sistemas de tratamento de águas usuais no Brasil.

Os *problemas econômicos* oriundos da falta de tratamento adequado de lixo urbano são perfeitamente visíveis, quando considera-se os gastos dispendidos (inutilmente) com tratamentos de saúde da população carente. Esta voltará a se contaminar se não tiver melhorias efetivas do seu estado nutricional e caso o lixão da área onde moram não seja erradicado. Há também que considerar os custos requeridos para implementar a desativação de lixões e demais áreas de despejos clandestinos de lixo. Em segundo plano, têm-se prejuízos devido à diminuição da produtividade do homem, provocada pelas doenças e suas reincidências. Outro problema bastante comum a considerar é a desvalorização das terras do entorno das áreas dos lixões, assim como a conseqüente redução de investimentos imobiliários.

Com relação aos *problemas sociais*, tem-se a prática condenável da “catação” de resíduos em ruas, avenidas, mercados, feiras e nos próprios lixões, realizada por homens, mulheres e crianças que vivem em condições subumanas nessas áreas de despejos, em con-

tato com materiais contaminados e perigosos, caso do lixo tóxico e do lixo hospitalar. A própria crise econômica do país tem contribuído para que um contingente cada vez maior de pessoas seja obrigado a viver da prática da “catação” do lixo.

Sabe-se, portanto, que, paradoxalmente, um correto gerenciamento dos resíduos traria não somente benefícios ambientais, sanitários e econômicos, mas, principalmente, sociais, pela geração de empregos dignos e pelo resgate da cidadania dos catadores.

Principais dificuldades

As dificuldades que concorrem para o estágio degradante em que se encontra a quase totalidade dos municípios de pequeno porte do país em relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos são inúmeras. Dentre elas, serão consideradas, a seguir, as julgadas mais prementes.

Vontade política

Infelizmente inexistente por parte da maioria dos governantes municipais consciência e vontade de priorizar as questões ligadas ao lixo urbano, muito embora este seja um dos temas mais abordados na época de campanha e faça parte dos planos de governo. Não havendo vontade política, não haverá, obviamente, o equacionamento do problema.

Projetos exequíveis

Um dos grandes entraves à resolução do problema do lixo urbano reside na falta de projetos bem elaborados, simples, eficientes, com flexibilidade técnico-operacional e compatíveis com a realidade sócio-econômica do município. Neste sentido, os projetos de Usinas de Reciclagem e Compostagem têm sido os maiores exemplos, dado o grande número de projetos abandonados. Entre os principais motivos para o abandono merecem destaque: a utilização de tecnologias importadas (sistemas Dano, Trigar etc); a má concepção dos projetos – usinas nacionais executadas com equipamentos eletromecânicos de baixa qualidade (adaptados de usinas de álcool e britagem); o grande desconhecimento dos aspectos biológicos do processo; a falta de controle operacional satisfatório; e a falta de qualificação técnica das equipes de trabalho. Como nas Prefeituras Municipais existe carência de técnicos especializados, esta tarefa tem sido entregue a pessoas inescrupulosas que vendem projetos inconsistentes, principalmente de tratamento de lixo.

Disponibilidade de recursos financeiros

A falta de programas de financiamento para a área de saneamento ambiental tem sido um grande empecilho ao avanço do setor e mesmo do próprio desenvolvimento sócio-econômico brasileiro. A produtividade do homem depende necessariamente do seu bom estado de saúde e isto se reveste de maior importância nos municípios de pequeno

porte. Assim, as ações de saúde jamais devem compreender somente as profilaxias curativas (como se preconiza no país). As medidas preventivas, obtidas com a implantação dos sistemas de saneamento ambiental, devem estar integradas com as medidas curativas, sob pena de criar-se um sistema ineficiente de saúde que, no mais das vezes, conseguirá servir apenas para as minorias privilegiadas.

Por outro lado, de que adianta um governante municipal ter vontade política e um projeto exequível se não tiver os recursos financeiros necessários para a implantação do projeto?

Esses fatos criam a necessidade do desenvolvimento de projetos concebidos com *tecnologias apropriadas e de baixo custo* como um caminho capaz de viabilizar a implantação do saneamento ambiental e, especificamente, do tratamento de resíduos no Brasil.

Uso de sistemas integrados

Um dos fatores que mais influenciam a prática generalizada de despejo de lixo a céu aberto é, com certeza, a existência no país de uma *“filosofia” negativista e arcaica*, segundo a qual o lixo gerado em comunidades de pequeno porte deve ser enterrado em aterros ditos “controlados”. Este fato tem conduzido ao uso de lixões, denominados aterros, e à prática do enterramento do lixo (sem nenhum controle), denominada aterro sanitário. É óbvio que se trata de solução cômoda e *perigosa*, sob os vários aspectos sanitários e ambientais, e que incentiva a fuga da responsabilidade que o problema requer.

O grande contra-senso é que muitas das técnicas que preconizam o enterramento como melhor solução defendem também a reciclagem do lixo, talvez por ser esta última tema dos argumentos modernos sobre o lixo urbano. Vale ressaltar ainda que a defesa da reciclagem é centrada apenas em vidros, plásticos, metais, papéis e papelões. A matéria orgânica nunca é considerada, embora seja a fração que representa a maior porcentagem do lixo gerado no país (em média, 65%) e a que gera quase todos os problemas associados ao lixo em razão do seu potencial de contaminação para o ambiente e para a saúde pública. Essa afirmativa é facilmente comprovada em vários artigos técnicos e também pelos vários programas de coleta seletiva, em que os próprios “slogans” não se referem ao aproveitamento dos resíduos orgânicos como: “lixo que não é lixo”; lixo útil; lixo seco.

De outra parte, a adoção de sistemas integrados de gerenciamento (pressuposto básico da gestão moderna dos resíduos) não deve ser um privilégio de municípios de grande porte e/ou de municípios ricos, mesmo porque, para esses sistemas, a matéria orgânica é de primordial importância, em razão da série de problemas a ela associados e do potencial de energia e nutrientes que possui. É justamente nos municípios menores (não-industrializados) que existe a maior produção de resíduos orgânicos, os quais jamais devem ser enterrados.

O mito da minimização e dos 3 R's

O que pode acontecer de pior a um conceito técnico é a sua passagem ao status de “mito” ou quando é manipulado como “modismo”. Isto parece ser o que, de fato, está ocorrendo no país com os conceitos de *minimização*, *reciclagem*, *reuso* e *reaproveitamento* dos resíduos sólidos urbanos.

Em qualquer fórum de debate sobre resíduos, científico ou não, este assunto é defendido com entusiasmo, emoção e, em muitos casos, sem o real conhecimento técnico que o mesmo requer. Acreditam na reciclagem e, com igual ênfase, que os aterros são a melhor solução (contra-senso); defendem o uso da reciclagem, do reuso, sem o desenvolvimento de um eficiente programa de conscientização e mobilização comunitária, como que desconhecendo que é no acondicionamento do lixo (na fonte geradora) que se inicia a reciclagem, o reuso e o reaproveitamento, assim como o *controle do desperdício*.

Há mais de 15 anos fala-se sobre reciclagem no Brasil. No entanto, ela continua sendo feita por “catadores” em ruas, avenidas e nos lixões, uma realidade lamentável, uma atividade subumana e vergonhosa. Porém, paradoxalmente, esta atividade nos mostra o enorme potencial para a reciclagem existente no Brasil.

Os programas de reciclagem implantados não apresentam equacionamento satisfatório: têm alto custo de coleta, baixa flexibilidade e eficiência operacional e apresentam baixíssimos índices de coleta (que não passa de 3% do lixo gerado). Erros são encontrados no planejamento e na sistematização desses programas, na falta do envolvimento da comunidade (fator indispensável) e, principalmente, na ausência de uma real capacitação técnica das equipes de trabalho.

O fato interessante é que as poucas *Usinas de Reciclagem e Compostagem* que foram bem projetadas e funcionam com pessoal treinado são, apesar das críticas contra esse sistema, as únicas que de fato promovem a reciclagem, não só dos materiais inertes como também dos materiais orgânicos, e apresentam índices de “reciclagem” (triagem) superiores a 50%, meta a ser atingida pelos programas de coleta seletiva implantados, se é que de fato se pensa em fazer reciclagem no país.

Característica do lixo gerado no Brasil

Os dados divulgados pela comunidade científica dão conta de que o lixo urbano brasileiro apresenta, em média, 65% de resíduos orgânicos (recicláveis), 15% de materiais “inertes” potencialmente recicláveis e 20% de rejeitos.

Estudos desenvolvidos durante dois anos pela Universidade Federal de Viçosa, através do seu Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LESA), em 300 municípios de Minas Gerais, demonstraram, entre outros resultados, que o lixo gerado no Estado apresenta, em média, 67% de matéria orgânica compostável, 23% de

materiais “inertes” *potencialmente* recicláveis e 10% de rejeitos, com uma reintegração ambiental média de 49%.

Os dados obtidos com todo o rigor técnico e metodológico representam a realidade dos municípios de Minas Gerais, mas também de outros municípios da federação. Ou seja, gera-se de fato um lixo com enorme potencial de reciclagem (>85%), cujo maior percentual (>60%) é de resíduos orgânicos.

Pensar em enterrar, radicalmente, todo esse potencial de matéria-prima, principalmente os resíduos orgânicos, é no mínimo um enorme contra-senso considerando a necessidade de preservação do ambiente e de seus recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida das populações.

A reciclagem dos resíduos “inertes”

São considerados resíduos inertes recicláveis do lixo urbano, os metais, vidros, plásticos, papéis e papelão (embora os dois últimos não sejam inertes).

Dos resíduos inertes, os mais problemáticos em termos de mercado têm sido alguns plásticos e os vidros. O Brasil tem mercado para metais, papel e papelão, entretanto, na grande maioria dos casos, o mercado de negócios de recicláveis é informal. O fato inacreditável, neste contexto, é o fluxo dos materiais: o lixo sai das residências e dos comércios, é coletado pela prefeitura municipal, vai para um lixão, aí é catado (separado e ensacado) e vendido aos atravessadores, sendo prensado em fardos; em seguida, é vendido para as indústrias.

A indústria de reciclados no Brasil, movida por esse mecanismo informal, movimenta, segundo dados do CEMPRE (Compromisso Empresarial para a Reciclagem), uma média de 2 bilhões de dólares por ano. Com certeza, uma organização em nível federal, para a reciclagem traria benefícios ambientais e sanitários e, principalmente, econômicos e sociais para o país em razão do déficit que apresenta em todos esses setores. Para alguns, propor que este lixo vá para uma Unidade de Triagem e Compostagem, em vez do lixão, é absurdo. Os que assim pensam alegam que nestas unidades os materiais recicláveis estariam sujos, entre outros argumentos.

O conhecimento técnico existente sobre o assunto, aliado à vontade política, poderiam permitir a organização do comércio dos recicláveis. Caso fosse de interesse do poder público, esses problemas seriam equacionados de forma satisfatória. Dentre as medidas necessárias merecem destaque:

- a) definição de uma política para o setor de resíduos sólidos que contemple, incentive e sistematize, em todos os seus aspectos, a reciclagem no país;
- b) criação de um ou vários órgãos centrais que coordenem as ações, nos níveis federal e estadual, e forneçam apoio técnico e informações gerais sobre os serviços e sua implantação, além da avaliação e monitoramento dos programas e das tarefas de apoio;

- c) criação de núcleos (de apoio aos órgãos centrais) de estudos e pesquisas, para a sistematização técnica dos projetos por faixa populacional e organização dos materiais didáticos necessários, bem como dos programas de apoio (mobilização comunitária, educação ambiental, comercialização, venda e sustentabilidade dos projetos);
- d) criação de núcleos de apoio aos órgãos centrais e técnicos e aos municípios; tais núcleos, responsáveis pelo banco de dados, disponibilizariam informações técnicas, econômicas, sociais, dados sobre empresas e indústrias de reciclagem, modelos de projetos bem sucedidos, programas, cooperativas, comércios, etc.
- e) criação de linhas de financiamento para a implantação dos projetos e programas para pequenas, médias e grandes empresas e para indústrias que usem materiais recicláveis como matéria-prima, as quais teriam incentivos fiscais garantidos (menores impostos, por exemplo).
- f) criação, a exemplo do que é feito com a produção agrícola de grãos, de centrais de armazenagem de recicláveis, por regiões (no caso da ausência de mercado), para facilitar o recebimento da produção das usinas e centrais de reciclagem municipais.

Reciclagem dos resíduos orgânicos

Entende-se como resíduos orgânicos as sobras de alimentos, frutas e legumes geradas em feiras, supermercados, mercados e restaurantes, além da grama gerada em residências.

Os resíduos orgânicos são, na verdade, o *grande problema do lixo*, mas nem por isso têm sido considerados com os cuidados que merecem. Sabe-se que, em média, 65% da massa de lixo produzida nos centros urbanos do país são de resíduos orgânicos. O despejo inapropriado desses resíduos em lixões ou aterros mal controlados leva à putrefação (pela anaerobiose), gerando forte emissão de gases fétidos. Além de poluir, os gases propiciam a atração de vetores (moscas, mosquitos, baratas, ratos), que encontram nessas locais condições favoráveis de abrigo, reprodução e farta alimentação. Este fator traz consequências perversas para a saúde pública, particularmente em relação à mortalidade infantil. Soma-se a isto o fato de que as reações anaeróbicas, ocorrentes na massa orgânica do lixo, levam também à produção do “chorume”, líquido altamente poluente, de composição variada, que contém sólidos dissolvidos em suspensão, ácidos orgânicos, microrganismos patogênicos e substâncias químicas. Por conter ácidos orgânicos, o chorume dissolve tintas, resinas e impressos, corrói metais e pilhas e absorve esses produtos; além disso, apresenta DBD da ordem de 10 a 30 mil (mg/l), ou seja, trata-se de um grande contaminante do solo e dos mananciais, capaz de causar poluição irreversível, tanto nos aquíferos subterrâneos quanto em córregos, lagoas e rios.

Como os sistemas de tratamento de águas utilizados no Brasil não retiram as substâncias químicas dissolvidas, estas poderão (direta ou indiretamente), através da cadeia alimentar, contaminar o homem. Vale ressaltar que ainda não existe um processo viável e eficiente para o tratamento do chorume.

Os efeitos assumem proporções mais drásticas nos municípios de pequeno porte, os quais, geralmente, produzem este tipo de resíduos em maior quantidade que os municípios de grande porte e mais desenvolvidos. É justamente aos pequenos municípios que se quer imputar a sina de enterrar resíduos.

Entre as principais conseqüências dessa prática, citam-se:

- a) perda do potencial de macro e micronutrientes, que podem ser reciclados;
- b) perda do potencial de geração de gás e energia;
- c) possibilidade de contaminação de solo, rios, lagos e do lençol freático;
- d) necessidade de recolhimento e tratamento do chorume, o que requer processo complexo em cidades que nem ao menos têm tratamento de esgotos;
- e) poluição do ar pela produção de gases tóxicos ou pela queima dos mesmos.

São vários os trabalhos científicos e sistemas já implantados que comprovam a simplicidade do processo de estabilização e humificação dos resíduos orgânicos para torná-los inertes. Como exemplo tem-se a compostagem, que pode ser desenvolvida sob vários níveis tecnológicos, desde processos manuais (até 7.000 habitantes), passando por processos aerados (de 50 a 100.000 habitantes), até os processos sofisticados de bioestabilização acelerada.

A compostagem pode ser desenvolvida em unidades de baixo custo, como processos simplificados e sem exigência de mão-de-obra especializada. As principais vantagens do processo são: a) economia de energia; b) economia de recursos naturais; c) proteção ambiental; d) proteção à saúde pública; e) minimização de resíduos; f) aumento da vida útil das áreas de aterro; g) flexibilidade operacional do sistema de limpeza pública; h) desenvolvimento econômico (industrial e agrícola); i) criação de programas em educação ambiental; e, j) incentivos à participação comunitária na solução de seus problemas.

A qualidade do composto orgânico produzido é função de três fatores básicos: a característica da matéria-prima; o tipo de sistema; e a eficiência do controle operacional.

O composto orgânico não tem e dificilmente terá problema de mercado no Brasil, pois são várias as opções de uso para este produto. É importante destacar que a Prefeitura, no caso dos sistemas municipais, deverá ser o primeiro usuário do composto. Os usos mais comuns para o composto orgânico contemplam: a) hortas; b) hortos e viveiros; c) agricultura, em geral, e fruticultu-

ra; d) floricultura; e) programas de paisagismo, parques, jardins, play-grounds; f) programas de reflorestamento; g) controle de erosão; h) recuperação de áreas degradadas; i) recuperação vegetal de solos exauridos; j) controle de doenças e pragas agrícolas; k) cobertura e vegetação de aterros; l) produção de fertilizantes organominerais.

A produção de um composto orgânico de boa qualidade requer matéria orgânica não contaminada e que não seja compostada juntamente com substâncias tóxicas. Porém, não há contaminação que não possa ser evitada com uma separação na fonte ou uma “catação” (triagem) e/ou peneiramento na unidade de reciclagem e compostagem. O grau de qualidade do composto orgânico irá indicar seu uso mais apropriado.

Por pior que seja o produto, sempre estará inerte, não produzirá gases nem chorume, e propiciará o crescimento de vegetais em áreas contaminadas, solos estéreis, voçorocas e aterros.

Minimização de resíduos e mercado para os reciclados

A minimização dos resíduos exige ações políticas e institucionais que regulamentam a industrialização dos produtos e bens de consumo, e ações de conscientização junto ao consumidor, ou seja, junto à população.

Sabe-se que o próprio modelo de desenvolvimento econômico de um país pode estar contribuindo para o aumento da geração de resíduos através do aumento gradual da contribuição *per capita*.

Algumas cidades brasileiras, como São Paulo, Belo Horizonte, Salvador e Curitiba, registravam, há apenas 10 anos, taxas *per capita* da ordem de 500 gramas de lixo por habitante/dia; hoje, nesses estados, são registradas taxas *per capita* superiores a 800 gramas.

A explicação para o crescimento destas taxas pode ser encontrada na fabricação de bens de consumo de baixa vida útil nas presões oriundas do marketing que, por meio da mídia, tem contribuído para a formação de uma sociedade consumista, com hábitos que estimulam o desperdício.

Assim, o lixo, além do aumento em volume e peso, tem também sofrido uma mudança radical de sua composição qualitativa. Hoje gera-se um lixo urbano com resinas e produtos sintéticos, aparentemente inertes enquanto usados. Porém, após seu descarte e conseqüente despejo em lixões ou aterros mal controlados, irão liberar, quando queimados ou atacados pelo chorume, uma série de contaminantes perigosos, que poluem o ambiente e trazem consequências danosas para a saúde da população.

Algumas medidas podem contribuir para minimizar a geração de resíduos e controlar o desperdício, entre elas:

- a) criação de mecanismos que disciplinem a fabricação de produtos e embalagens de baixa vida útil;

- b) criação de incentivos (menores impostos) aos produtos duráveis e retornáveis;
- c) proibição sistemática do uso de produtos tóxicos em embalagens e bens de consumo;
- d) adoção do princípio do “poluidor – pagador”, segundo o qual o industrial/fabricante receberia, após o uso, a sua embalagem (ou produto) para efetuar o reuso, a reciclagem ou o tratamento e descarte seguro;
- e) incentivo à criação de indústrias que utilizem materiais recicláveis como matéria-prima;
- f) taxação dos produtos de baixa vida útil;
- g) criação de medidas para normalização de embalagens;
- h) organização de campanhas de conscientização do problema junto à população;
- i) implantação de programas de coleta seletiva que visem inserir os recicláveis como matéria-prima no processo produtivo;
- j) estímulo à reutilização de embalagens;
- k) incentivo à criação de bolsas de resíduos; e o
- l) estímulo à prática da compostagem em todas as escalas e ao uso do composto e de fertilizantes orgânicos.

A solução para o problema

A solução ideal para resolver o problema dos resíduos sólidos *nos municípios de pequeno porte* deve atender aos seguintes requisitos:

- 1º) ser comprometida com os conceitos modernos de gerenciamento que preconizam soluções integradas e privilegiem a reciclagem dos resíduos orgânicos e inertes, bem como a minimização (aumento da vida útil dos aterros, enterrando o mínimo de resíduos possível), com segurança sanitária e ambiental;
- 2º) ser apropriada às características sócio-econômicas da região, não requerer mão-de-obra especializada, ser de baixo custo, apresentar facilidade operacional e eficiência e contribuir para o desenvolvimento econômico do município; e
- 3º) suscitar a participação da população, como agente ativo e indispensável ao processo.

Como os municípios de pequeno porte se caracterizam por apresentar resíduos com potencial de reaproveitamento superior a 70%, problemas ambientais e de saúde pública, déficit de emprego, e, a exemplo dos demais municípios de federação, um elenco de opções para o uso agrícola de fertilizante orgânico, não parece restar dúvidas de que a solução que privilegie essas e todas as demais questões mencionadas deve passar pelo uso das Unidades de Triagem e Compostagem (UTC), com aterro de rejeitos.

É óbvio que se trata de uma solução mais complexa que o simples e cômodo enterramento dos resíduos; porém, ela se constitui de fato em solução definitiva para o problema e não em solução paliativa.

A exemplo de outras soluções modernas usadas nos municípios de grande porte e/ou altamente industrializados, a alternativa indicada necessita estar associada a outras medidas que compõem o modelo de gerenciamento para o município. Assim, o plano de gerenciamento de resíduo municipal deve privilegiar:

- a) estabelecimento de uma política municipal de resíduos sólidos;
- b) medidas que mantenham a eficiência dos serviços;
- c) capacitação de pessoal, com ênfase para o gerenciamento operacional dos sistemas de tratamento;
- d) mobilização e conscientização da comunidade para participar ativamente no processo;
- e) campanhas de educação ambiental;
- f) implantação gradual e sistemática da coleta seletiva;
- g) implantação de programas para venda ou doação dos recicláveis e uso de fertilizante orgânico; e
- h) criação de um grupo, da comunidade, para garantir a sustentabilidade do projeto independente das administrações municipais.

Características de uma unidade de triagem e reciclagem e do aterro de rejeitos para comunidades de 10.000 habitantes

- a) Módulos Básicos da Unidade:
- prédio com administração, almoxarifado, banheiros e vestiários;
 - recepção de lixo e triagem;
 - depósitos para os recicláveis;
 - pátio de compostagem; e
 - aterro de rejeitos.

- b) Área de Projeto (m²):
- área para as construções 250
 - área do pátio de compostagem 3.500
 - área para projetos agregados (hortos, hortas, educação ambiental) 500
 - área total 4.250

Obs.: área de aterro de rejeitos (m²/ano) 600

- c) Custos – Equipamentos/Obras Civas (R\$):
- bica de alimentação 1.200,00
 - esteira de triagem 2.800,00
 - prensa hidráulica 8.000,00
 - obras civis 35.000,00
 - custo total 47.000,00

Obs.: mão-de-obra e terreno serão de responsabilidade da Prefeitura Municipal.

- d) Custo Operacional (mensal):
- salários, encargos, energia, água e manutenção 4.200,00

Obs.: custo total (R\$) de 10 funcionários.

Principais benefícios advindos por unidade implantada

- a) Extinção do lixão do Município.
- b) Tratamento médio mensal de 18 t de lixo urbano.
- c) Produção média mensal de 6 t de composto orgânico.
- d) Produção média mensal de 2,5 t de recicláveis.
- e) Produção média mensal de 4,0 t de rejeitos.
- f) Geração de 10 empregos diretos e 50 empregos indiretos.
- g) Treinamento de professores e alunos do 1º e 2º graus.
- h) Melhorias ambientais, sanitárias, econômicas e sociais.

Conclusão

No estágio de completo descaso em que se encontra o gerenciamento do lixo urbano no Brasil, tentar resolver estes problemas já se constitui, no mínimo, em ato de justiça social.

De acordo com dados do CEMPRE, estima-se, para o país, perdas anuais de, no mínimo, R\$ 4,6 bilhões ao não reaproveitar o lixo que produz.

Infelizmente, o mesmo lixo que poderia gerar recursos para melhoria das condições sanitárias e da qualidade de vida de milhões de brasileiros, é despejado *in natura* em vales, matas e rios, causando graves problemas ambientais e aumento da mortalidade infantil.

As soluções para a questão do lixo urbano, preconizadas na década de 30, incluíam o uso do enterramento dos resíduos. A esta altura, o desenvolvimento industrial não havia lançado no mercado os vários materiais de consumo descartáveis hoje existentes, muito dos quais não degradáveis e perigosos ao ambiente. A evolução tecnológica verificada no período mudou totalmente a característica (composição qualitativa) do lixo. Deste modo, às vésperas do ano 2000, parece irracional insistir na mesma solução usada para o lixo em 1930.

Não há, do ponto de vista técnico, sanitário e ambiental, qualquer justificativa para o enterramento de plásticos, vidros, metais e principalmente da matéria orgânica. Como os aterros são imprescindíveis em qualquer sistema de gestão de resíduos, eles devem ser usados racionalmente, visando aumentar sua vida útil.

A concepção moderna de gerenciamento preconiza reutilização, reciclagem, minimização, conceitos que não são impossíveis de serem conseguidos em um país que produz mais de 70% de lixo potencialmente reciclável.

O saneamento do lixo urbano, a exemplo de tantos outros problemas, como educação, desnutrição, habitação poderá ser resolvido com a aplicação de uma regra básica, qual seja, *a vontade política de resolver*. Infelizmente, em vez disso, exercita-se a institucionalização da miséria, permitindo que um número cada vez maior de homens, mulheres e crianças vivam em condições subumanas nos lixões brasileiros.

GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS uma proposta inovadora

Geraldo Antônio Reichert

*C*ada cidadão brasileiro produz, em média, 220 quilogramas de resíduos domiciliares, quantidade que chega a dobrar nas grandes cidades. O incremento contínuo do volume de resíduos urbanos exige, das administrações municipais, a organização de modelos de tratamento capazes de atacar o problema desde o momento de geração e não apenas nos sítios de disposição final. Em acordo com a nova orientação, está sendo implantado em Porto Alegre, desde o início dos anos 90, o Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, baseado em premissas como segregação na origem, coleta diferenciada, reaproveitamento e reciclagem e disposição final adequada. Ao cabo de uma década, os resultados podem ser considerados animadores e a experiência em curso ganha reconhecimento no país e no exterior.

Notas introdutórias

O correto manejo dos resíduos sólidos é certamente um dos principais desafios dos grandes centros urbanos neste final de milênio. Até bem pouco tempo atrás, no Brasil e na América Latina, as ações relativas aos resíduos sólidos restringiam-se à limpeza urbana, ou seja, os recursos eram destinados somente à coleta e à limpeza das vias públicas, ficando o tratamento e a disposição final dos resíduos completamente ignorados.

Muitas das soluções que têm sido propostas trazem em si o equívoco da auto-suficiência. Soluções isoladas e estanques, que não contemplam a questão dos resíduos desde o momento de sua geração até a destinação final, passando pelo seu tratamento, mesmo sendo boas em princípio, não conseguem resolver o problema como um todo. De que adianta uma coleta e uma limpeza pública bem feitas, se os resíduos são colocados num lixão? De que adianta uma coleta seletiva, se não há uma estrutura de beneficiamento dos materiais ou um estudo de mercado para a venda? De que adianta uma unidade de compostagem, se os resíduos recicláveis, por estarem sujos, têm baixo valor comercial? E se o composto estiver contaminado com metais pesados e outras substâncias químicas? De que adiantam aterros bem executados, se neles colocamos cada vez mais resíduos, em espaços cada vez mais raros, principalmente em grandes centros urbanos?

A solução parece estar na procura de modelos integrados, que pensem a questão desde o momento da geração dos resíduos, procurando maximizar o reaproveitamento e a reciclagem. Para que isto seja possível, deve-se evitar a mistura, segregando os resíduos no momento da sua geração, tendo em mente a sua utilização futura ou o processo de tratamento ao qual serão submetidos.

Até o final da década de 80, a situação dos resíduos no município de Porto Alegre não era muito diferente da realidade que ainda hoje verificamos no Rio Grande do Sul e no Brasil. O PDRS – Plano Diretor de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), indica que apenas 5,8% dos resíduos domiciliares e similares, em peso, são dispostos sob a forma de aterro sanitário na RMPA, 67,2% o são sob a forma de aterros controlados e 27% em lixões. Segundo o IBGE, 76% dos resíduos sólidos urbanos são dispostos em sítios a céu aberto, também denominados de lixões, e 13% em aterros controlados. Apenas 10% dos resíduos gerados têm disposição adequada na forma de aterro sanitário. A compostagem não chega a 1%.¹

A disposição em lixões refletia o total descaso com o destino final dos resíduos sólidos, estando sempre associada à degradação ambiental e humana. A primeira, pela emissão descontrolada de efluentes líquidos e gasosos; e, a segunda, pela triste realidade de catadores nestes lixões. As Figuras 1 e 2 mostram dois lixões que existiam em Porto Alegre nas décadas de 70 e 80.

¹ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico* – PNSB, 1989. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.



Figura 1
Lixão Ilha do Pavão (Década de 70).



Figura 2
Lixão Zona Norte (1989).

O sistema integrado de gerenciamento

A questão do manejo dos resíduos sólidos tem acompanhado o homem desde a sua origem. Foi, no entanto, nas últimas décadas que o problema se exacerbou. O homem primitivo, embora em menor quantidade, também gerava resíduos, como cinzas de fogueiras, restos de alimentos e utensílios ou ferramentas não mais utilizáveis. Como a produção era pequena, os resíduos eram facilmente absorvidos pelo meio ambiente, retornando ao ciclo natural da matéria.

A produção per capita de resíduos sólidos cresce ano após ano; e, passados 35.000 anos do surgimento do *Homo sapiens-sapiens* – o homem que sabe que sabe –, a humanidade ainda lida com seus resíduos como naqueles tempos idos: reutiliza-os, enterra-os ou os queima.² Felizmente, a idéia de diminuição da geração de resíduos vem tomando forma e ganhando terreno.

² BREEN, B. Visionaries: the future of garbage. *GARBAGE: the Practical Journal for the Environment*, v. 3, n. 5, 1991. pp. 26-33.

Na última década várias ações foram propostas com vistas a reverter a triste realidade dos lixões. O modelo mundialmente aceito baseia-se no gerenciamento integrado de resíduos sólidos, conceito que combina várias técnicas para o manejo dos distintos elementos do fluxo de resíduos. Todos os elementos fundamentais são avaliados e utilizados, e todas as suas interfaces e conexões são consideradas, para se conseguir a solução mais eficaz e econômica.³

A EPA⁴ estabeleceu a seguinte hierarquia para o manejo de resíduo sólidos:

- redução na origem;
- reciclagem;
- tratamento;
- disposição final.

Todos os componentes de um sistema de gerenciamento integrado são complementares uns em relação aos outros na preparação de um plano estratégico.⁵ O modelo, utilizado no mundo inteiro como ferramenta para solucionar os problemas decorrentes das quantidades crescentes de resíduos sólidos gerados, passou a ser adotado no Brasil, nos anos 90, com a implantação em municípios como Porto Alegre (Rio Grande do Sul)⁶ e Belo Horizonte (Minas Gerais)⁷.

Os principais motivos para a adoção de um sistema integrado de gerenciamento de resíduos sólidos em Porto Alegre foram: a carência de áreas para implantação de novos aterros sanitários; a preocupação com o desperdício de materiais reaproveitáveis; e, o aumento crescente na geração de resíduos. A Figura 3 mostra as quantidades médias diárias de resíduos gerados por ano em Porto Alegre, entre 1992 a 1998. São apresentados os valores para resíduos domiciliares (resíduos sólidos produzidos nas residências e por pequenos geradores); resíduos públicos (resultantes da limpeza de vias e áreas públicas); e outros, que englobam os resíduos de serviços de saúde, industriais, comerciais e de podas (madeira, galhos e folhas).

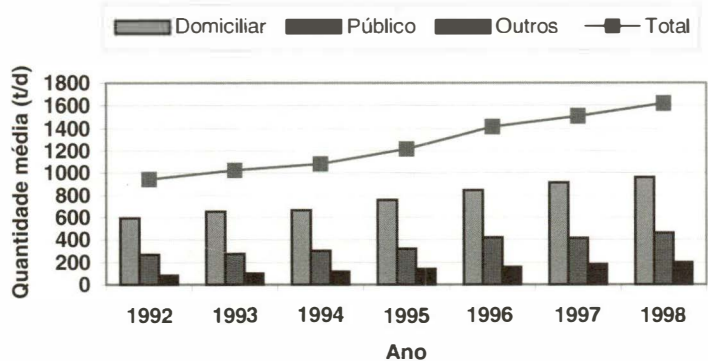


Figura 3
Evolução da geração de resíduos em Porto Alegre.

³ TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H. & VIRGIL, S. *Integrated solid waste management: engineering principles and management issues*. New York: McGraw-Hill, 1993.

⁴ EPA. *Federal Register: Pollution prevention policy statement*, U.S EPA, v. 54, 1989.

⁵ BRIGES, J. S. & CURRAN, M. *A Life cycle assessment for municipal solid waste management*. International Directory of Solid Waste Management 1993/4, The ISWA Yearbook, 1994. pp. 15-19.

⁶ REICHERT, G. A. *et al.* Gerenciamento integrado de resíduos sólidos em Porto Alegre. In: Simpósio Latino-Americano de Resíduos Sólidos, 1º, São Paulo. *Anais...* São Paulo: AIDIS, 1993. pp. 324-340.

⁷ CAMPOS, H. K. T. & ABREU, M. F. Integrated waste management system of Belo Horizonte City. In: Latin American – Swedish Seminar on Solid Waste Management, Rio de Janeiro, 1995. pp. 35-44.

Na mesma figura 3 é possível observar o crescimento ano a ano da quantidade de resíduos, de todos os tipos. Nos seis anos do estudo, a produção total de resíduos recebidos pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) saltou de uma média de 942 toneladas por dia para 1.620, caracterizando um aumento de 72%.

No mesmo período, o crescimento total de resíduos, sempre superior a 5,8%, atingiu um pico de crescimento de 16,4% de 1995 para 1996 (Tabela 1). Daí verifica-se o significativo aumento nos volumes produzidos, ainda mais se considerarmos que entre 1992 e 1998 a população porto-alegrense cresceu a uma taxa máxima de aproximadamente 1% ao ano.

Tabela 1
Aumento percentual do total de resíduos sólidos por ano (1992/98).

Ano	92 - 93	93 - 94	94 - 95	95 - 96	96 - 97	97 - 98
Aumento (%)	8,8	5,8	12,3	16,4	6,5	7,3

Porto Alegre vem implantando o seu sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólidos (Figura 4) desde 1989, com o início da coleta seletiva de resíduos domiciliares no município. O modelo desenvolvido tem por princípio a segregação na origem e a coleta diferenciada dos resíduos, visando a otimizar o reaproveitamento e a reciclagem, e diminuir o volume a ser disposto em aterros sanitários.

A segregação ou separação na origem facilita o aproveitamento futuro de cada tipo de resíduo. O papel ou plástico, quando separado já na residência do cidadão e coletado pelo sistema de coleta seletiva, têm um valor de venda muito maior que se estes materiais fossem misturados com outros resíduos e, após, separados e enviados para a reciclagem.

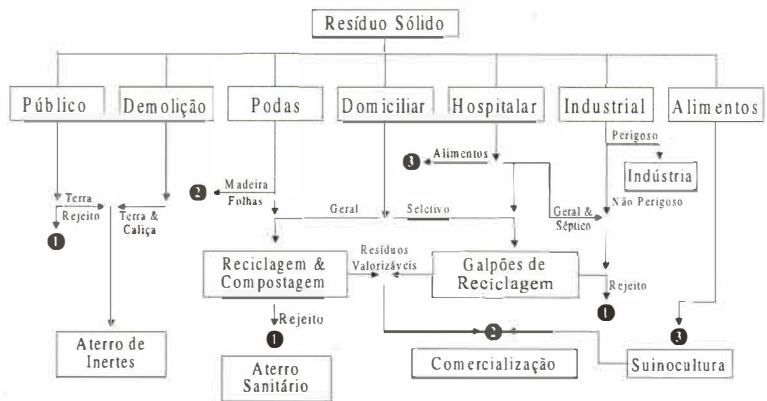


Figura 4
Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Porto Alegre.

Porto Alegre faz coleta segregada da quase totalidade de suas 1.600 toneladas de resíduos sólidos gerados diariamente. Deste modo, são coletados separadamente os seguintes tipos de resíduos: resíduos domiciliares – divididos entre comuns e orgânicos, e os seletivos (papel, papelão, plástico, metais e vidros); os resíduos de serviços de saúde – comuns, sépticos, seletivos e restos de alimentos; os industriais – seletivos, comuns e perigosos; os resíduos públicos – resíduos comuns, entulhos, e outros; os resíduos arbóreos – madeira e folhas e galharia fina.

A classificação dos resíduos por origem para a cidade de Porto Alegre e a composição média para as cidades norte-americanas são apresentados na Figura 5. Os valores referem-se às quantidades tratadas, direta ou indiretamente, pelas municipalidades.

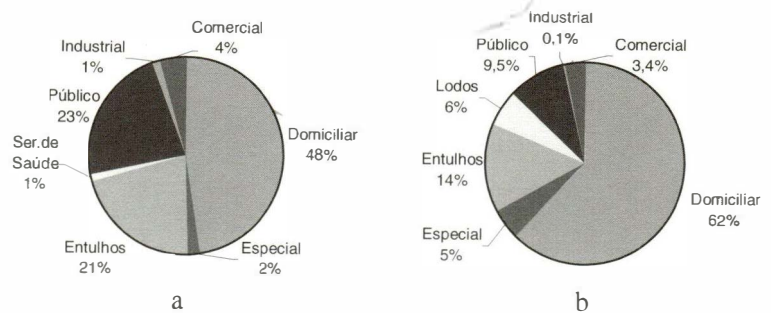


Figura 5

Classificação dos resíduos sólidos urbanos, conforme sua origem, percentagem em peso. (a) Município de Porto Alegre, 1997 (Fonte: DMLU). (b) Dados médios dos Estados Unidos, 1990 (Fonte: Tchobanoglous *et al.*).⁸

⁸ DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA. *Quantitativo de resíduos sólidos, por origem, produzidos em Porto Alegre*. Porto Alegre: DMLU, 1997. TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H. & VIRGIL, S. Op. cit.

Para o desenvolvimento e a implementação de um sistema de gerenciamento de resíduos, além do conhecimento sobre as quantidades de cada tipo de resíduo gerado, é de fundamental importância o conhecimento de sua composição. Por exemplo, a implantação da coleta seletiva, visando o reaproveitamento de materiais recicláveis, requer o conhecimento prévio das quantidades de papel, plástico, metais e vidros, para avaliar a viabilidade da coleta e a existência de mercado que possa absorver estes materiais.

A comparação entre a composição média dos resíduos sólidos para três cidades brasileiras e duas cidades de países desenvolvidos evidencia a diferença, em termos percentuais, da matéria orgânica putrescível. Enquanto nas cidades brasileiras este índice é superior a 50% em peso, nos países ricos fica em torno de apenas 10%.

A percentagem de matéria orgânica é um parâmetro fundamental a ser analisado na definição de um sistema de gerenciamento de resíduos. Resíduos com alta percentagem de orgânicos putrescíveis têm vocação para a compostagem, enquanto aqueles com maior percentagem de materiais como papel, plásticos ou metais se prestam mais à reciclagem.

Tabela 2
Composição física de resíduos sólidos domiciliares de cidades
do Brasil, Estados Unidos e Japão.

Componente	Porcentagem em peso (%)				
	Porto Alegre, RS (1994) ⁹	São Carlos, SP (1989) ¹⁰	Caxias do Sul, RS (1991) ¹¹	Davis, EUA (1990) ¹²	Osaka, Japão (1989) ¹³
Matéria orgânica putrescível	58,6	56,7	53,4	6,4	11,7
Papel e papelão	21,3	21,3	21	41	35,7
Plástico	8,4	8,5	8,9	10,7	20,3
Vidro	1,3	1,4	2,6	5,8	7,1
Metais	4,4	5,4	5,4	7,9	5,3
Outros	6	6,7	8,7	28,2	19,9

⁹ DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA. *Monitoramento do Aterro Sanitário Três Meninas*. (Não publicado). Porto Alegre: DMLU, 1994.

¹⁰ GOMES, L. P. *Estudo da caracterização física e da biodegradabilidade dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 1989.

¹¹ PESSIN, N.; MANDELLI, S. M. C. & SLOMPO, M. Determinação da composição física e das características físico-químicas dos resíduos sólidos domésticos da cidade de Caxias do Sul. In: *Tratamento de Resíduos Sólidos*. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 1991. pp. 67-99.

¹² TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H. & VIRGIL, S. Op. cit.

¹³ YOSHIDA, H. Domestic waste management administration. In: *Urban Solid Waste Management*. Course, JICA, Osaka, Japão, 1995.

Qualquer que seja o modelo de gerenciamento adotado, a disposição no solo sempre será uma etapa constituinte essencial. A disposição final pode causar diversos danos ao homem e ao meio ambiente, principalmente se ocorrer de maneira inadequada, a céu aberto, em sítios normalmente chamados de lixões, que poluem o solo, a água e o ar. A maior parte destes impactos negativos podem e devem ser minimizados pela disposição correta, através da técnica de aterro sanitário.

Principais projetos

A inexistência de um sistema integrado de gerenciamento de resíduos implica, via de regra, coleta de resíduos sem qualquer tipo de separação prévia, e a sua disposição em lixões. Mesmo a correta disposição dos resíduos em aterros sanitários não é a solução mais adequada do ponto de vista ambiental e econômico.

O que se deve perseguir é a redução de resíduos a serem dispostos em aterros, mesmo considerando que, ainda por longos anos, o aterro sanitário será necessário, e por isso deve ser bem projetado e executado.

O objetivo é conseguir o máximo de reaproveitamento ou reciclagem, maximizando a vida útil dos aterros sanitários. Assim, o modelo de gerenciamento integrado que está sendo posto em prática em Porto Alegre, visa separar todos os tipos de resíduos na origem, no momento da geração, já tendo em mente o que será feito com este resíduo para tratá-lo e posteriormente destiná-lo. Uma vez segregado na origem, e coletado separadamente, cada tipo de resíduo tem um encaminhamento diferente. Isto é, abandona-se a lógica de misturar tudo para depois pensar no que fazer com os resíduos, prática conhecida no campo dos efluentes líquidos como “política de final de tubo”.

Convém agora descrever, ainda que sucintamente, os principais projetos que fazem parte do sistema integrado desenvolvido pelo DMLU.

Coleta segregada

Conforme a figura 4, qualquer que seja a origem do resíduo (domiciliar, público, de serviço de saúde, industrial...) o modelo tem como uma de suas principais pilstras a coleta segregada, ou seja, a separação por tipo de material no momento da geração do resíduo.

A coleta segregada encarece o sistema de coleta, uma vez que os resíduos não são mais coletados todos juntos, motivando a passagem de outro veículo de coleta por um mesmo roteiro. No entanto, as vantagens estão no potencial muito maior de reaproveitamento e de reciclagem dos materiais assim coletados.

Coleta seletiva

No caso de Porto Alegre, a expressão *coleta seletiva* é utilizada para denominar a coleta de materiais recicláveis (“lixo orgânico” e “lixo seco”), sendo portanto uma das formas de coleta segregada. Implantada em 1989, no Bairro Bom Fim, com o slogan “dê um bom fim ao seu lixo”, a coleta seletiva domiciliar atingiu 98% de atendimento da cidade no final de 1996. Utiliza-se o sistema porta-a-porta, no qual o veículo coletor passa em todas as ruas e recolhe os resíduos apresentados junto ao meio-fio. A coleta é operacionalizada pelo próprio DMLU, empregando 21 caminhões, o que é mostrado na Figura 6.

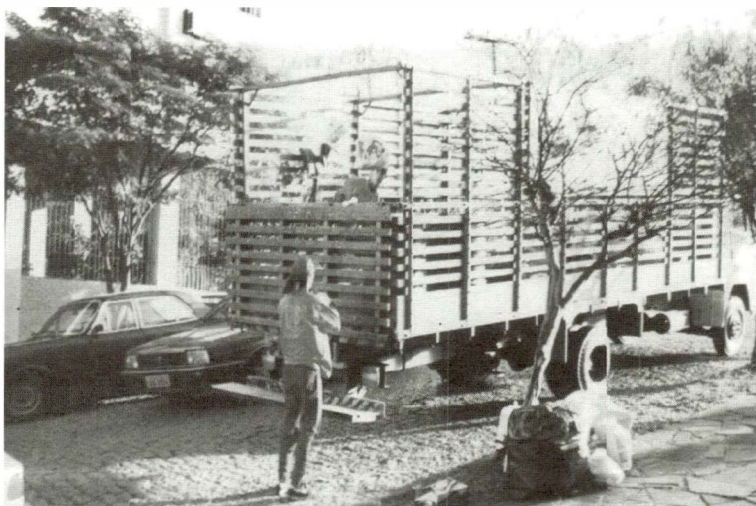


Figura 6
Veículo executando a coleta seletiva de resíduos domiciliares
no sistema porta-a-porta.

Este tipo de operação envolve grande investimento em educação ambiental, uma vez que as pessoas passam a separar os resíduos em seus domicílios por conscientização, pois não há troca de resíduos por outro tipo de produto (como vales-transporte, por exemplo), como ocorre em algumas cidades brasileiras.

Atualmente a média diária de resíduos coletados é de 60 toneladas, o que corresponde a cerca de 7%, em peso, do total de resíduos domiciliares produzidos no município. Se considerarmos que, na prática, para a nossa composição de resíduos, a quantidade teórica de resíduos recicláveis (ou coletáveis pela coleta seletiva) é de aproximadamente 200 toneladas/dia, temos que Porto Alegre está reciclando 30% do seu potencial de reciclagem.

Os valores apresentados computam apenas os totais gerenciados pelo DMLU, não incluindo os resíduos coletados pelos carrinheiros (diretamente nas lojas ou quando passam antes do caminhão da coleta seletiva) e os que acabam indo diretamente para as indústrias recicladoras. Dados preliminares indicam ser esta quantidade ainda maior que os totais coletados pelo Departamento.



Figura 7
Vista geral da Unidade de Triagem Cavalhada.

Unidades de triagem (Galpões de reciclagem)

As unidades de triagem, também denominadas de galpões de reciclagem, recebem os resíduos da coleta seletiva (Figura 7). Nestas unidades, trabalhadores organizados em cooperativas ou em associações fazem a separação, classificação, prensagem, e em alguns casos, o beneficiamento de certos materiais, para a posterior venda. Eles não possuem vínculo empregatício com a prefeitura e tiram seu sustento exclusivamente da venda dos materiais recicláveis.

Construções simples, por isso chamadas galpões, as unidades são na sua maioria construídas pela prefeitura e entregues em

regime de comodato às associações. O mesmo acontece com as prensas e os equipamentos utilizados.

Atualmente são nove unidades de triagem espalhadas em todo o território do município, gerando renda para cerca de 350 trabalhadores e suas famílias. Em cada unidade há um *container* estacionado para o recebimento dos rejeitos que são regularmente encaminhados, pelo DMLU, para o aterro sanitário. Rejeito é aquele material que, separado pela população, não pode ser enviado para a reciclagem, porque não há tecnologia (não é reciclável) ou porque não há mercado.

Unidades de triagem e compostagem

No Brasil, mais de 50% dos resíduos domiciliares são constituídos de parcela orgânica facilmente putrescível (Tabela 2). Pois é justamente esta parcela que causa os maiores problemas quando disposta no solo: é ela que gera o lixiviado (chorume), produz mau cheiro e atrai vetores. No entanto, quando submetida a um processo conhecido como compostagem, transforma-se, em cerca de 120 dias, em composto que é excelente condicionador de solos.

Compostagem é um processo aeróbio no qual ocorre a oxidação total da matéria orgânica pela utilização do oxigênio molecular como receptor final dos elétrons, resultando em um produto final denominado composto, húmus ou adubo orgânico.

Para a obtenção de um composto de boa qualidade, a existência de coleta seletiva ou segregada é altamente desejável. A presença de pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, resíduos de tintas e resíduos industriais diversos no material a ser compostado pode comprometer o produto final, principalmente pela elevação da concentração de metais pesados.

Em termos ideais, o material já deveria estar totalmente segregado desde sua origem. Como isto hoje ainda é uma utopia, as unidades de compostagem são precedidas de uma unidade de triagem, ocasião em que é feita a retirada de materiais recicláveis, como papel, plásticos, metais e vidro; e também a retirada de rejeitos não compostáveis e de materiais perigosos porventura presentes nos resíduos.

Apesar do grande potencial de reaproveitamento, já que a matéria orgânica representa mais da metade dos resíduos, o processo de compostagem ainda é pouco utilizado no Brasil. Estima-se que menos de 1 % dos resíduos domiciliares são compostados.

Em Porto Alegre, a primeira unidade de triagem e compostagem de resíduos domiciliares está prevista para entrar em funcionamento no final de 1999. Com capacidade de processamento inicial de 100 toneladas/dia, corresponderá ao tratamento de cerca de 10% dos resíduos domiciliares do município.

Cerca de 20 % do que entra numa unidade de triagem e compostagem não pode ser reaproveitado, devendo o rejeito ser disposto em aterro sanitário.

Resíduos industriais

Resíduo industrial é aquele gerado no interior da indústria, independentemente se a geração se deu durante o processo produtivo propriamente dito, nos setores administrativos ou na limpeza de pátio. Daí pode-se concluir que nem todo o resíduo industrial é perigoso. Na verdade, alguns tipos de indústrias nem geram resíduos perigosos (classificados pela Norma Brasileira como Classe I).¹⁴

A legislação define como sendo de responsabilidade do gerador o correto manejo, armazenamento, transporte, tratamento e destino final dos seus resíduos. Em Porto Alegre, a atuação do DMLU é no sentido de oferecer às indústrias uma alternativa de disposição de seus resíduos não perigosos (o tratamento e destinação final dos perigosos é de inteira responsabilidade da indústria).

Para que os resíduos industriais não perigosos possam ser recebidos, é necessário que a indústria se cadastre junto ao DMLU, informando tipo, quantidade e periodicidade de descarga de resíduos. Uma vez aceita a descarga de seus resíduos, a indústria deve efetuar o pagamento da tarifa de disposição final relativa a cada descarga que fizer, juntamente com um certificado de disposição, onde constam os resíduos e as quantidades descarregadas.

Os resíduos industriais recicláveis são vendidos pelas indústrias ou por suas associações de funcionários ou são entregues nas unidade de triagem (galpões de reciclagem).

Resíduos de serviços de saúde

Os resíduos de serviços de saúde, que englobam materiais hospitalares, de postos de saúde e de clínicas, também são segregados na origem e têm um destino diferenciado. Os resíduos hospitalares são separados em quatro tipos diferentes em função do tratamento específico a que serão submetidos. Nesta área, o Departamento vem fazendo há vários anos um intenso trabalho de assessoria aos hospitais, no sentido da implantação da segregação na origem.

Os resíduos recicláveis e que não tiveram contato com pacientes ou produtos contaminados são recolhidos pela coleta seletiva do DMLU e encaminhados às unidades de triagem. As sobras alimentares do pré-preparo da cozinha são separados em bombonas especiais nos próprios hospitais, e enviados ao Projeto de Suinocultura (ver detalhes adiante). Os resíduos de risco biológico e os perfuro-cortantes são armazenados de maneira especial para evitar riscos aos trabalhadores da limpeza e da coleta. Nos países industrializados, tais resíduos são incinerados. No Rio Grande do Sul somente agora se está discutindo a norma de licenciamento de incineração de resíduos sólidos. Alguns hospitais fazem a desinfecção destes resíduos; no entanto, por ser um processo caro e de eficiência discutível, esta não é a prática comum.

¹⁴ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-10004 - Resíduos sólidos - classificação*. Rio de Janeiro: ABNT, 1987. 63 p.

Suinocultura

Um dos projetos mais interessantes do sistema de gerenciamento integrado de Porto Alegre, por apresentar uma eficiência de quase 100%, é o que prevê o reaproveitamento de orgânicos via suinocultura (Figura 8). O projeto teve início com pequenos criadores que tratavam seus animais com resíduos coletados irregularmente no centro da cidade e em restaurantes. Os resíduos não sofriam nenhum tipo de segregação na origem e eram literalmente jogados aos porcos, que comiam o possível ficando o resto ali mesmo. Além do problema de saúde pública, associado ao consumo de carne suína sem controle sanitário, as criações clandestinas proporcionavam o surgimento de pequenos lixões nos mangueirões, resultado das sobras não consumidas pelos animais.

Com o objetivo de reverter esta situação, passou-se a incentivar a criação de uma associação de suinocultores. Baseado no princípio da segregação na origem e do reaproveitamento, o DMLU deu início ao processo educativo de separação dos restos orgânicos da cozinha de grandes restaurantes, projeto que conta com a participação de mais da metade dos hospitais da cidade. Desta forma, resíduos que antes iam parar nos aterros sanitários, agora são totalmente aproveitados, o que não seria possível se a segregação na origem não fosse bem feita. Para que isto ocorra, um intenso programa de educação continuada é mantido pelo Departamento.

A coleta, realizada pelo DMLU, é feita em bombonas plásticas de 100 litros, lavadas após o uso. As 7 toneladas coletadas diariamente (correspondente à produção de resíduos de uma cidade de 12.000 habitantes), são entregues na sede da associação de criadores, local onde cada um dos 15 associados busca regularmente a sua cota diária, para alimentação de um total de cerca de 2.000 suínos.

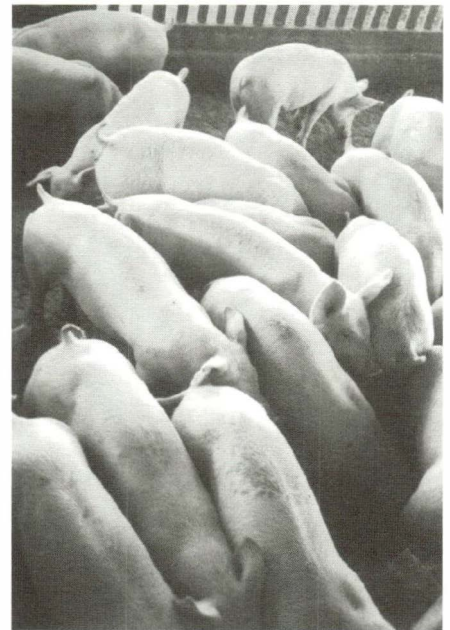


Figura 8
Animais criados com resíduos orgânicos segregados na origem.

Os associados são da zona rural do município e as criações irregulares das vilas (área urbana) não podem participar do projeto. Os animais recebem acompanhamento fitossanitário da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Todos os associados fazem doação de alimentos para creches da região, chamada “retorno social do projeto”, doação compulsória, proporcional à quantidade média de resíduos orgânicos recebida pelo criador.

Centrais de reaproveitamento de podas

A cidade de Porto Alegre gera uma média diária de 100 t de resíduos arbóreos e de madeira. Antes da implantação do sistema integrado, tais resíduos eram depositados nos aterros; agora são coletados separadamente e enviados para duas centrais de reaproveitamento, que recebem exclusivamente este tipo de material (Figura 9).



Figura 9

Central de Podas Serraria, Porto Alegre. Vista das leiras de compostagem de material arbóreo.

Com o uso de motosserras, a madeira e as toras são cortadas em pedaços regulares de 1 m de comprimento, e após são trocadas por tijolos e material de construção. O que antes era resíduo não aproveitável, ocupando espaço no aterro sanitário, passa a ser fonte de energia para as olarias da região.

Os galhos mais finos e as folhas têm seu tamanho reduzido (pelo uso de um triturador ou por passadas sucessivas de trator de esteiras) e são compostados no próprio local. Em função da alta porcentagem de celulose e lignina do material arbóreo, o processo de compostagem do material é um pouco mais longo que o dos resíduos domiciliares. No entanto, o composto resultante, de excelente qualidade, é utilizado pela prefeitura em áreas verdes, como substrato para plantio de grama nos aterros sanitários, e já está sendo requisitado pelos agricultores ecológicos da região sul do município para utilização em suas plantações.

Aterros de inertes

Os aterros de inertes são bem mais simples que os aterros sanitários, até porque não recebem resíduos domiciliares ou orgânicos. Como o próprio nome diz, recebem somente materiais inertes como calça, entulhos e aterro (terra de escavações).

Atualmente Porto Alegre conta com dois locais para estes aterros, um na zona norte e outro na zona sul. Como o volume diário é muito grande, cerca de 400 t/d, o município em breve sentirá a carência de áreas para este tipo de deposição. Por isso, já está em estudo a implantação de centrais de reaproveitamento de entulhos, para que os materiais, após classificação e moagem, possam ser reutilizados na construção.

Para a viabilização de um processo de beneficiamento de entulhos, a segregação na origem também é uma atividade fundamental, sem a qual o empreendimento não teria sucesso. Imagine uma unidade de britagem (moagem) de entulhos recebendo material com a presença de barras de aço, ou entulhos misturados com resíduos comuns, como latas, sacos de cimento, plásticos. Certamente o beneficiamento não funcionaria, ou o material resultante seria de péssima qualidade.

A segregação de entulhos na origem já está sendo posta em prática, embora o destino ainda seja os aterros de inertes. A viabilidade deste processo requer um trabalho árduo, visto que a maioria dos resíduos é coletada por terceiros, através do sistema de câmbas estacionárias (os “tele-entulhos”), que, na grande maioria das vezes, não tem o menor interesse na segregação.

Aterros sanitários

O objetivo do sistema integrado de gerenciamento de resíduos sólidos é a redução do volume a ser disposto em aterros. Sabe-se, no entanto, que, com as tecnologias existentes, mesmo em sistemas que funcionem com alta eficiência de reaproveitamento, sempre haverá uma parcela não aproveitável. Portanto, todo sistema de gerenciamento de resíduos sólidos sempre contará com um aterro sanitário para receber os rejeitos, isto é, os resíduos que não podem ser reciclados.

Processos de compostagem produzem uma parcela que varia de 20 a 30% de rejeitos, em peso. Unidades de triagem de resíduo seletivo produzem outros 20% de rejeito que devem ser dispostos adequadamente.

Mesmo que uma planta de incineração faça parte do sistema e que sejam incinerados, por exemplo, os rejeitos da unidade de compostagem ou de triagem de resíduo seletivo, o processo de queima resulta em cerca de 5 a 15% de cinzas. Estas cinzas precisam ser dispostas, sendo o aterro sanitário o método mundialmente utilizado para tal fim.

Há ainda o fator econômico, tão importante em países subdesenvolvidos como o Brasil e em nossos descapitalizados municípios, os responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos sólidos. O aterro sanitário possui o menor custo entre todas as tecnologias de tratamento de resíduos.

Não se deve esquecer que aterro sanitário e lixão são conceitos completamente diferentes. Por lixão definem-se aquelas disposições a céu aberto, sem nenhum tipo de cuidado ambiental e operacional. Aterro sanitário, por outro lado, é definido como a disposição controlada de resíduos no solo, de modo a garantir a segurança ambiental e a saúde pública. É, portanto, uma obra de engenharia, com um projeto técnico definido, e com um controle operacional específico.

O município de Porto Alegre deu adeus aos lixões ainda em 1990, quando iniciou a remediação do Aterro Zona Norte, adotando técnicas de aterro sanitário. Atualmente, existem dois aterros sanitários: o da Extrema e o Metropolitano Santa Tecla.

O Aterro Sanitário da Extrema está localizado em uma antiga cava de extração mineral (saibreira), de modo que não foi necessário degradar nova área para sua implantação. Ao contrário, o projeto proporcionará a recuperação topográfica e paisagística do local, com a disposição dos resíduos. O empreendimento adota as mais modernas técnicas da engenharia sanitária ambiental, com dupla impermeabilização da base com argila e geomembrana de polietileno de alta densidade; cobertura diária dos resíduos; cobertura com plantio de grama; tratamento local de lixiviado; e tratamento complementar do lixiviado conjuntamente com o esgoto doméstico em estação de tratamento de esgotos já em funcionamento.



Figura 10

Aterro Sanitário da Extrema, Porto Alegre. Notam-se, em primeiro plano, a cobertura dos resíduos e uma frente de serviço no canto superior esquerdo.

O Aterro Metropolitano é uma união de esforços de quatro municípios da região metropolitana: Porto Alegre, Gravataí, Esteio e Cachoeirinha. Um convênio estabelecido entre os municípios está possibilitando a remediação de um lixão que vinha sendo utilizado, pelos três últimos, por mais de 20 anos. O DMLU está implantando, no local, um projeto semelhante ao adotado no Aterro Zona Norte, recuperando o lixão e transformando-o em aterro sanitário. Há também previsão de expandir o uso da área atual, com a implantação de um projeto de aterro sanitário. O Aterro recebe parcela dos resíduos de Porto Alegre e a totalidade dos resíduos dos demais municípios.

A solução conjunta resolve os problemas da existência de um lixão em Gravataí, município que não dispunha das condições para, sozinho, fazer a remediação; de Esteio e de Cachoeirinha, que não dispõem de áreas para implantação de aterros em seus territórios; e de Porto Alegre, que já enfrenta a escassez de áreas para implantação de novos aterros sanitários.

Comentários finais

O Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos descrito é resultado da discussão continuada dos técnicos do Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre. O modelo, em implantação há dez anos, conseguiu modificar radicalmente o cenário do manejo dos resíduos no município. Projetos como a eliminação dos lixões e a implantação de modernos aterros sanitários, a coleta seletiva, as associações das unidades de triagem, o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, o reaproveitamento de orgânicos via suinocultura e o reaproveitamento das podas e madeira são reconhecidos nacional e internacionalmente como exemplos bem sucedidos.

Com certeza, é necessário avançar ainda mais. Com a implantação em breve da unidade de triagem e compostagem de resíduos domiciliares, mais um passo importante estará sendo dado para o aprimoramento do sistema, que deve estar sempre em (re)-construção.

O sistema de Porto Alegre pode servir como modelo para outras cidades, desde que sejam guardadas as peculiaridades de cada uma; os modelos não podem ser simplesmente transpostos, mas adaptados à realidade local.

Finalmente, para o sucesso de qualquer sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, quatro fatores devem estar presentes, não necessariamente nesta ordem de importância: vontade política (querer fazer); conhecimento técnico (saber como fazer); recursos financeiros (ter como fazer); e pessoal qualificado e treinado (fazer, avaliar e refazer).

¹**Geraldo Antônio Reichert** é engenheiro civil, especialista em Engenharia de Recursos Hídricos e diretor de Destino Final do Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

GERENCIAMENTO
DO LIXO NA
ADMINISTRAÇÃO
MUNICIPAL
vantagens ambientais e
desafios econômicos

Jackson Müller

A geração e destinação do lixo nos centros urbanos tornou-se um desafio para as administrações municipais, quer pelo aumento progressivo de sua quantidade, quer pela vigência de uma legislação bastante restritiva. Sendo assim, a atenção dos organismos responsáveis pelo controle ambiental tende a concentrar-se no planejamento dos processos de coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos, domésticos e industriais, afora a necessidade de promover a reciclagem e as tecnologias limpas. No Rio Grande do Sul, em particular, a magnitude do problema relativo ao lixo urbano evidencia a oportunidade para formação de uma corrente de ações e procedimentos contínuos no tempo e no espaço, independente da descontinuidade política das administrações públicas. Nesse sentido, a utilização de índices que retratem a Qualidade dos Aterros (IQA) e o Desempenho Ambiental (IDA) poderia contribuir para qualificar a gestão pública, em sua tarefa de controle dos resíduos urbanos.

Notas introdutórias

A geração de lixo e seu tratamento necessitam de ao menos duas abordagens, uma geral e outra específica, para seu equacionamento. A abordagem geral diz respeito a normas e técnicas de transporte, coleta e destinação final que estabelecem procedimentos a curto, médio e longo prazo, para adequação e funcionamento dos tipos de tratamento dados ao lixo. A abordagem específica diz respeito às particularidades de cada município, à quantidade de lixo gerada, às possibilidades de formação de consórcios intermunicipais para a solução conjunta de problemas, bem como às condições ambientais locais para implantação do sistema de tratamento de resíduos.

A demanda por serviços básicos de coleta, transporte e destinação final do lixo passou a receber tratamento diferenciado, no Rio Grande do Sul, a partir da Lei Estadual nº 9.921, de 27 de julho de 1993, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 38.356, de 1º de abril de 1998. Desde então, exige-se a adoção de medidas mais rigorosas para seu controle, em virtude de duas condições básicas: o aumento da geração de lixo pela sociedade de consumo e o aumento da proporção de lixo gerado por habitante/dia.

O aumento da pressão para atendimento da legislação vigente ocorreu sem que medidas efetivas de incentivo à reciclagem e ao reaproveitamento, por parte dos órgãos oficiais e privados, fossem apresentadas aos municípios, responsáveis pelo destino final do lixo. A falta de critérios restritivos ao uso de certos tipos de embalagens, de difícil aproveitamento, amplia os problemas para os municípios, que ainda não dispõem de quadros técnicos e estruturas gerenciais convenientemente preparadas.

A geração de resíduos descartáveis aumenta na base de produção, sem que alternativas de reaproveitamento sejam desencadeadas. Sendo assim, as opções disponíveis para o tratamento do lixo devem ser estimuladas, integrando universidades, centros de pesquisa e empresas, considerando estratégias regionais de qualificação técnica e aplicação de novas tecnologias, a curto, médio e longo prazo.

Nesse sentido, merecem destaque duas experiências desenvolvidas em municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, portanto, em administrações públicas municipais, evidenciando as suas condições gerais e específicas. Uma delas, implementada em município de pequeno porte (Estância Velha), com uma população estimada de 32 mil habitantes, e a outra, em fase de implantação em município de grande porte (Novo Hamburgo), com uma população estimada em 230 mil habitantes. Em ambas, a reciclagem é tratada como empreendimento econômico, garantindo a proteção ambiental com resgate da cidadania.

Estância Velha e a questão do lixo urbano

O município de Estância Velha localiza-se a 50 Km de Porto Alegre. Possui área de 57,6 Km² e forte vocação econômica ligada ao setor coureiro, sendo conhecida nacionalmente como a Capital dos Curtumes. A população do município, estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 32 mil habitantes, gera uma média diária de 13 a 18 toneladas de lixo doméstico. As operações de disposição de resíduos sólidos foram iniciadas em 1974, em uma área de banhado, de propriedade particular, localizada no bairro Campo Grande. Na época, tratava-se de procedimento “comum”, adotado como solução por grande número de prefeituras do Rio Grande do Sul e do Brasil, tanto para destinação final dos resíduos domiciliares resultantes da coleta de lixo, quanto para aterro de áreas consideradas improdutivas. Essas operações “comuns” começaram a ser questionadas, no final da década de 70 e início dos anos 80, motivadas pela crescente preocupação ambiental. Na ocasião, havia interesse do proprietário em aterrar o banhado localizado na depressão utilizada para deposição do lixo, próxima a um arroio. A área para disposição dos resíduos domiciliares ocupava cerca de 0,5 hectare. Em 1985, iniciou-se a deposição dos resíduos em outra área, localizada a 200 metros a montante, também na margem do mesmo arroio, procedimento que se estendeu até dezembro de 1991. Em dezembro de 1989, após a interdição do local pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a Prefeitura Municipal iniciou negociações com a Fundação Metropolitana de Planejamento (METROPLAN) para elaboração de um Plano de Manejo dos Resíduos lá depositados, visto que já estava em execução o novo Terminal de Triagem, Reciclagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos. A área utilizada para disposição final de lixo recebeu plano de remediação e possui sistema de monitoramento implantado.

Administração do terminal de lixo

O Terminal de Triagem, Reciclagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos foi projetado e construído pela Prefeitura Municipal, conforme ilustra a Figura 1.

A estrutura de funcionamento do Terminal de Lixo, em operação desde dezembro de 1991, conta com:

- 1) Pavilhões, pré-moldados em concreto, com a seguinte configuração:
 - a) pavilhão de recebimento de lixo;
 - b) pavilhão de separação, triagem e prensagem;
 - c) pavilhão de estoque;
 - d) pavilhão de peneiramento e armazenamento de lixo seco;
 - e) prédio administrativo;
 - f) refeitório.

- 2) Pátio de compostagem: organizado com declividade de 3 a 5%, escoar a água por canaletas até uma lagoa de tratamento anaeróbio. A base é isolada com camada de argila (40 a 50 cm de espessura), revestida com brita.
- 3) Lagoa de tratamento anaeróbio/facultativo.
- 4) Aterro dos rejeitos.



Figura 1
Vista aérea do Terminal de Reciclagem e Compostagem de Lixo de Estância Velha, Rio Grande do Sul.

Operação do terminal de reciclagem e compostagem

A Administração do Terminal de Lixo é coordenada pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Preservação Ecológica (SEMAPE), que dispõe de 16 garis para coleta do lixo (normal e seletivo). São duas equipes para recolhimento do lixo orgânico e uma para recolhimento do lixo seco. A SEMAPE elaborou cronograma de coleta diferenciado, atendendo todos os bairros da cidade. Até o final de dezembro de 1998, mais de 60% da comunidade estancieense separava o lixo em casa, programa que teve início em 1994, envolvendo as escolas municipais e, posteriormente, as escolas estaduais, particulares e a comunidade como um todo. A coleta realizada pela Prefeitura gera, diariamente, de 13 a 18 toneladas de lixo, com volume maior nas segundas-feiras, decaindo nas quartas e sextas-feiras. A coleta do lixo orgânico ocorre de segunda-feira a sábado, enquanto a coleta seletiva é realizada de segunda a sexta-feira.

Catação

O lixo recolhido pelos caminhões de coleta da Prefeitura é depositado no pavilhão de recebimento. Uma associação formada por 18 catadores e 2 funcionários da Prefeitura realiza o trabalho de manejo e direcionamento do mesmo para a esteira de separação e triagem. Uma retroescavadeira auxilia os trabalhos de manejo e os catadores se

revezam nas operações de abertura das sacolas de lixo e de lançamento no cone de recepção, localizado no pavilhão de depósito, e que conduz o material recolhido à esteira de separação por gravidade. Na esteira, os materiais são catados, separados e recolhidos em tambores, e após, direcionados para prensagem e armazenamento. Depois da prévia separação permanecem armazenados no pavilhão de estoque até a realização da venda pela Associação dos Recicladores de Estância Velha. Papéis, latas, vidros, plástico “duro” (PEAD), poliéster/refrigerante de 2 litros (PET) e papelão são os materiais mais facilmente comercializados. Os recursos arrecadados, divididos entre os associados, geram renda mensal média de R\$ 300,00 (trezentos reais) para cada catador. Os materiais descartados, principalmente pela dificuldade de comercialização e aplicação (sapatos, embalagens de isopor, caixas de leite longa vida, fraldas descartáveis, papéis pequenos e picotados, plásticos de baixa densidade (sacolinhas e filmes) são direcionados ao aterro de rejeitos (Figura 1).

Compostagem

Os restos orgânicos transportados pela esteira de catação são direcionados ao pátio de compostagem, utilizando-se caminhão basculante e carregadeira; dispostos em leiras (15 m x 1,5 m x 5 m) e revolvidas a cada 15 dias, requerem de 120 a 180 dias para estabilização. O pátio de compostagem foi projetado para armazenamento do lixo diário recolhido por um período de 6 a 10 meses. Uma vez passado o período para estabilização dos materiais orgânicos, carregadeiras de caminhões basculantes transportam os resíduos para o pavilhão de peneiramento, local onde o rejeito é separado do composto (adubo) por intermédio de uma peneira rotativa adaptada e construída pela Prefeitura Municipal, com apoio de uma empresa metalúrgica local. O adubo é distribuído para a população e para escolas, sendo utilizado nos programas e projetos de arborização e embelezamento das praças, jardins e canteiros. Um serviço de troca com a comunidade de composto orgânico por lixo seco é mantido pela SEMAPE. Análises físico-químicas periódicas do composto são realizadas para acompanhamento e avaliação da presença de metais pesados.

Tratamento dos percolados

Os resíduos líquidos (percolados) são direcionados para uma lagoa de tratamento com tempo de detenção do chorume de 25 a 30 dias e profundidade média de 1 metro (Figura 1). A lagoa, construída com material argiloso compactado, recebe os líquidos percolados do pátio de compostagem por escoamento, sendo que a estabilização da matéria orgânica é realizada por bactérias anaeróbicas e por plantas aquáticas (aguapés e juncos). A geração de lodo no fundo da lagoa é pequena e permite o abatimento de até 90% da carga poluente. Após o tratamento, os líquidos estabilizados são lançados sobre o solo e o monitoramento do lençol freático é feito com piezômetros localizados no entorno da área.

Novo Hamburgo e a administração do lixo urbano

O município de Novo Hamburgo localiza-se a 45 Km de Porto Alegre. Possui área física de 276,4 Km² e população estimada pelo IBGE em 230 mil habitantes, responsáveis pela geração de uma quantidade média diária de 180 toneladas de lixo. A cidade, conhecida como a Capital Nacional do Calçado, apresenta forte vocação coureiro-calçadista, além das atividades industriais dos setores metal-mecânico e químico. Os procedimentos de deposição de lixo foram realizados, de 1977 a 1989, em área localizada na zona sul da cidade, conhecida como Vila Kroeff, na qual foram depositados, segundo cálculos realizados pela Prefeitura Municipal e pela empresa contratada para realização de diagnóstico ambiental, uma quantidade de 192.000 toneladas de lixo urbano e 400.000 toneladas de lixo industrial. O Ministério Público, em 1989, interditou a área, por meio de Ação Civil Pública movida pela União Protetora do Ambiente Natural (UPAN), devido, principalmente, a sua localização junto ao banhado do Rio dos Sinos, em área de inundação. Naquele ano, as atividades de deposição de lixo foram transferidas para a Central de Reciclagem, no bairro Roselândia, zona norte da cidade. Em 1990, foi firmado contrato com a Cooperativa Reciclar, constituída por 104 catadores autônomos que retiram o sustento de suas famílias da venda dos materiais recicláveis, movimento pioneiro no Rio Grande do Sul.

Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos

O controle de operações da coleta domiciliar no município de Novo Hamburgo é realizado pela Diretoria de Limpeza Pública da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SEMSU). O recolhimento dos resíduos, contudo, é de responsabilidade da empresa Veja Engenharia Ambiental, contratada pela Prefeitura Municipal. A coleta domiciliar, organizada por setores, segue itinerários previamente planejados e definidos, contendo pontos de entrada e saída de cada viagem, coletas de ré, atividades de pré-coleta, etc. O controle dos itinerários é realizado a partir da quilometragem dos veículos, do consumo de combustível e de outros indicadores, além das vistorias de campo feitas pela empresa e pela SEMSU. A frequência da coleta é definida basicamente pela demanda. Assim, a região central e os bairros com maior concentração de atividades comerciais têm sua coleta realizada seis vezes semanais, frequência que cai para três vezes semanais em bairros residenciais e nas aglomerações populacionais da zona rural. A área central do bairro Lomba Grande também recebe o serviço três vezes por semana.

Para garantir a frequência com uma frota relativamente pequena, a empresa realiza coleta noturna em 6 setores, entre eles, os que contam com coleta diária. Dessa forma, 50% de todas as viagens realizam-se à noite. Os resíduos recolhidos são conduzidos à Cen-

tral de Reciclagem, no bairro Roselândia, distante 7 Km do centro da cidade, que recebe, em média, 180 toneladas diárias de resíduos. O material, após passar por um processo de catação e separação efetuado por integrantes da Cooperativa Reciclar, é comercializado para várias empresas do Vale dos Sinos, Canela e para o Estado de Santa Catarina. Os recursos obtidos pela Reciclar com a comercialização são distribuídos entre os 104 catadores e garantem o sustento de cerca de 400 pessoas.

A administração operacional da Central de Reciclagem é realizada pela Companhia Municipal de Urbanismo (COMUR) e pela Secretaria de Meio Ambiente (SEMAM). A SEMAM gerencia os programas e projetos de controle e monitoramento da Central, atuando como órgão responsável pelas diretrizes operacionais e de gestão, enquanto a COMUR se responsabiliza pelo maquinário, operários e controle do recebimento dos resíduos e saídas dos materiais comercializáveis.

Atualmente, de 10 a 15% do total de resíduos recolhidos diariamente são conduzidos à reciclagem, sendo o restante depositado no aterro controlado existente na área de 10 hectares da Central de Reciclagem, no bairro Roselândia.

Frota

A frota de caminhões da empresa contratada é composta por nove veículos compactadores Mercedes-Benz, ano 1995, modelo 1714, com caçamba Colematic Equitran, modelo CH-15, todos em bom estado de conservação (Figura 2). Cada caçamba possui capacidade de armazenar 15 m³. Da frota, quatro veículos são operacionais e um é mantido como reserva, o que define uma capacidade sobressalente de 20%.



Figura 2
Caminhão compactador utilizado pela Empresa Veja Ambiental.

A empresa contratada estrutura suas guarnições com um motorista e três coletores, havendo um total de oito guarnições para atender os dois turnos de trabalho. Uma guarnição sobressalente, com um motorista e dois coletores, é mantida em cada turno para cobertura de eventuais licenças e faltas. Assim, o efetivo disponibilizado é de 10 motoristas e 28 coletores, excluindo-se o pessoal administrativo e de apoio.

A empresa possui ainda um programa de treinamento dos motoristas para a operação dos veículos coletores, centrados principalmente nos quesitos de direção defensiva e manutenção dos sistemas mecânicos e hidráulicos. Para os coletores, o treinamento é realizado na própria frente de serviço, agregando funcionários novos a equipes mais experientes.

Pré-coleta

As atividades de pré-coleta existem de forma planejada em vias de pequena extensão e travessas, sendo previstas nos itinerários. Tais operações, contudo, não são significativas dentro do sistema. Via de regra, não ocorrem problemas de acesso no município de Novo Hamburgo. As poucas vias com este problema são contempladas com lixeiras comunitárias, permitindo que não haja focos expressivos de lixo doméstico espalhados. Atualmente o município implementa o sistema de coleta mecanizado, garantindo eficiência e ampliação dos procedimentos de coleta seletiva, atendendo progressivamente toda a cidade.

A empresa Veja Engenharia Ambiental possui controle de todas as suas operações, avaliando percursos e tempos, consumo de combustível, cumprimento dos itinerários. O município, por sua vez, controla o desempenho do sistema através dos dados cadastrados pela empresa, além de acompanhar as pesagens dos veículos, realizadas em todas as viagens (cheio e vazio). Afora o acompanhamento dos indicadores, o município dispõe de fiscais com veículos apropriados para monitorar os setores e de um sistema de comunicação com o usuário instrumentalizado. Toda reivindicação, realizada por telefone ou pessoalmente, é protocolada, o que permite que se desenrole um processo de fiscalização de campo, destinado a avaliar a procedência da reclamação. Uma vez confirmada, o protocolo segue ao departamento responsável para a solução do problema. Todo esse percurso é monitorado até o cumprimento ou justificativa do não cumprimento.

Coleta

a) Regular

A coleta possui grande abrangência, atendendo 100% da população urbana e cerca de 80% das comunidades rurais. A partir da ponderação dessas populações, a abrangência atinge 99,6%. A demanda, advinda de uma população de 230.196 habitantes, que gera,

em média, 0,535 kg/hab/dia de resíduos domésticos, totalizando aproximadamente 3800 toneladas/mês, continua crescendo.

A boa qualidade da coleta dos resíduos sólidos domiciliares de Novo Hamburgo decorre do planejamento das operações, maximizando a produtividade, tanto por parte da empresa executante, como por parte da fiscalização realizada pela Prefeitura Municipal.

Outro aspecto que contribui para o desempenho da frota é a qualidade do sistema viário do município, o que resulta em aumento das velocidades de percurso. O resultado se traduz em frequências bem dimensionadas e boa regularidade da coleta, empregando, quase sempre, apenas quatro caminhões compactadores. Devido ao bom estado das viaturas, torna-se possível a maximização do uso dos equipamentos. Com todas essas características, é possível classificar o sistema de coleta de Novo Hamburgo entre os melhores da Região Metropolitana de Porto Alegre. Em estudos realizados pela METROPLAN, no contexto do Programa Pró-Guaíba, a coleta foi avaliada, nos quesitos gerenciamento, atendimento, características e desempenho da frota, obtendo uma classificação ótima em todos eles.

b) Seletiva

O sistema de coleta seletiva já foi operado de forma mais estruturada no período compreendido entre 1991 e meados de 1996, quando foi paralisado. Apenas em junho de 1997 a atividade foi retomada, mas com uma organização diferente.

O atual sistema, administrado diretamente pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, através da Diretoria de Limpeza Pública, emprega veículo e caminhão próprios. O planejamento da coleta seletiva não é estruturado por setores. O sistema percorre as escolas do município onde existem postos de entrega voluntária (PEVs), organizados em co-gestão pela Secretaria de Meio Ambiente (SEMAM) e pela Secretaria de Educação (SMED). O veículo que faz a coleta seletiva, além de atender os PEVs, percorre um espaço correspondente a duas quadras no entorno de cada escola, atuação que acaba por atingir uma fração significativa do espaço urbano. Adesões dos setores comerciais são atendidas pelo serviço, priorizando a qualificação dos materiais recicláveis.

A coleta seletiva possui frequência semanal em todos os bairros, com exceção de Lomba Grande, onde é quinzenal. Os horários de coleta são compatíveis com a jornada de trabalho da SEMSU. A administração municipal opera com um único veículo compactador, chamado de "Separildo", utilizado como símbolo em campanhas de comunicação social e educação ambiental. O caminhão dispõe de manutenção periódica, encontrando-se em estado de conservação regular. A única guarnição envolvida, composta por um motorista e dois coletores, recolhe, aproximadamente, 10 toneladas/dia de resíduos secos.

Características quali-quantitativas dos resíduos sólidos domiciliares

A metodologia utilizada para definição da composição quali-quantitativa do lixo domiciliar em Novo Hamburgo – a amostragem estratificada – avalia as relações entre a composição do lixo e variáveis demográficas, as quais tendem a ser determinantes no resultado final. O processo tem início na avaliação prévia da configuração sócio-espacial dos diferentes setores de coleta e suas possíveis relações com a produção de resíduos. Com base nos dados demográficos, elegeu-se, dentre estes setores, aqueles que melhor representassem estratos sociais típicos dentro da comunidade em análise.

Deste modo, foram escolhidos setores de coleta com características estritamente residenciais, e diferenciadas vilas populares e bairros com população residente de poder aquisitivo médio a alto. As áreas centrais também foram diferenciadas, além de setores com características comerciais ou industriais. De cada setor escolhido separou-se uma carga de caminhão de coleta para o experimento. Os resultados obtidos possibilitaram estabelecer relações entre a população, suas características de consumo e o tipo de lixo que geram. Tais relações associam-se primariamente ao grau de instrução e ao nível econômico da comunidade, em confronto com o teor de triáveis e de matéria orgânica.

Os padrões de renda e escolaridade em Novo Hamburgo são elevados na comparação com outros municípios da região metropolitana, havendo razoável distinção de classes sociais. Além do centro da cidade, foram eleitos para amostragem mais três setores correspondentes a um segmento social de padrão sócio-econômico médio e outros três setores que abrangem a população de mais baixa renda e nível de escolaridade. Afora estes setores, foi incluída a localidade de Lomba Grande, devido a suas características rurais peculiares no contexto municipal.

Os resultados do levantamento quali-quantitativo são apresentados na Tabela 1. Assim, como nos casos anteriores, o setor pertencente ao centro da cidade apresentou um elevado percentual de recicláveis, especialmente papel e papelão. Os percentuais de matéria orgânica na área central apresentaram ligeira variação, sendo que, na porção norte, o teor deste tipo de resíduo ficou pouco acima da média municipal. Contudo, o setor centro-sul teve percentual abaixo da média metropolitana.

A relação entre níveis de renda e de escolaridade e a composição do lixo domiciliar é bem clara. Denota-se uma clara tendência de queda do percentual relativo de matéria orgânica e elevação do teor de triáveis com a melhoria dos padrões de renda e escolaridade. A localidade de Lomba Grande diferencia-se um pouco do perfil global em função de suas características rurais, havendo forte tendência de redução de matéria orgânica enviada para disposição final,

em virtude dos hábitos de reaproveitamento de resíduos, tanto para alimentação de animais quanto para a compostagem caseira. Os teores mais elevados de matéria orgânica foram encontrados em amostras provenientes de vilas e bairros populares, confirmando uma tendência esperada. Isto se deve ao baixo teor de triáveis no material disposto pelos setores populares do município.

Tabela 1
Comparação quali-quantitativa de resíduos sólidos domiciliares de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul.

Materiais	Setores de coleta										
	04	13	02	02	06	09	11	03	01	LG	MD
Papel	6,96	8,11	11,1	15,6	10,7	7,8	8,22	10,4	7,65	11,8	9,84
Papelão	6,37	4,61	4,19	3,37	3,32	3,2	5,54	3,75	5,12	4,78	4,42
Plástico firme	10,1	5,02	6,06	5,98	4,74	6,7	5,18	7,15	6	10,9	6,79
Plástico Olefínico e Vinil	3,83	5,44	3,64	4,68	4,14	3,2	3,68	4,22	8,14	4,3	4,53
PET	1,43	0,75	1,09	1,58	0,77	1,1	1,22	1,13	0,89	1,14	1,12
Metais ferrosos	4,6	2,19	2,09	2,24	3,31	2,0	3,51	1,82	2,57	4,18	2,85
Metais não-ferrosos	0,31	0,6	0,46	1,29	0,74	0,9	0,68	0,45	1,12	1,07	0,76
Vidro	1,04	0,41	1,29	2,35	1,25	0,7	1,35	0,71	0,61	2,5	1,22
Tecido/couro	3,38	2,86	2,9	2,05	1,02	2,1	1,93	1,67	2,14	5,68	2,58
Material misto	6,2	4,25	5,37	9,74	7,65	4,9	4,75	4,81	3,98	10,9	6,26
Borracha	0,35	0	0,52	0,45	0,79	0,6	0,98	0	0,6	0,61	0,49
Madeira	0	0,29	0	0,54	0,26	0,7	0,62	0,56	0	0,48	0,35
Matéria orgânica	55,3	64,8	60,5	49,6	61,2	65,6	61,9	62,8	60,9	41,2	58,4
Resíduo perigoso	0	0,6	0,72	0,54	0,15	0,37	0,41	0,47	0,26	0,3	0,38
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Triáveis	19,2	15,1	20,0	20,4	16,0	13,7	16,9	15,7	17,8	17,5	17,8
Total de matéria orgânica	55,3	64,8	60,5	49,6	61,1	65,6	61,9	62,8	60,9	41,2	58,4
Total de perigosos	—	0,6	0,72	0,54	0,15	0,4	0,41	0,47	0,26	0,3	—

Setores de Coleta: rotas e bairros envolvidos.

LG = Bairro Lomba Grande – MD = Média

Em Novo Hamburgo, o resíduo plástico disposto no lixo revela um consumo elevado de produtos geradores de embalagens plásticas rígidas, o que pode ser relacionado a um padrão médio de consumo mais elevado no contexto metropolitano. O teor de matéria orgânica situou-se em patamares superiores à média apresentada pela Região Metropolitana de Porto Alegre, ainda que os hábitos de consumo venham sendo gradativamente alterados, tendendo a um perfil de maior geração de materiais recicláveis.

Resíduos sépticos de saúde

Os resíduos de saúde são incinerados pela Prefeitura em incinerador Reator Luftech RGL-350, que funciona pelo processo KFA

Thermo-Process. No incinerador ocorre queima total, com mínimo de cinzas, havendo alta eficiência energética (98%), pela otimização de injeção de ar e baixa emissão de poluentes. A câmara de combustão, em forma ciclônica, foi concebida de modo a reter quase totalmente os particulados oriundos da queima de resíduo. A faixa de operação encontra-se entre 1000 e 1250°C. As cinzas decorrentes do processo são dispostas em coletor metálico (container) e conduzidas à Central de Reciclagem, no bairro Roselândia, para disposição em vala.

A Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo efetua, de modo sistemático, a coleta de resíduos sépticos de saúde, administrando indiretamente o serviço através da Diretoria de Limpeza Pública e da Secretaria de Meio Ambiente. As atividades são realizadas pela mesma empresa contratada para realizar a coleta domiciliar.

A administração municipal possui um cadastro de 450 geradores de resíduos de saúde, estabelecimentos que são atendidos pelo serviço. O Sistema de Licenciamento Ambiental municipal direciona as atividades geradoras de resíduos ao sistema de coleta seletiva especial.

A coleta é realizada por um veículo utilitário leve (Fiat Fiorino), com cabine fechada e convenientemente identificado. O veículo, utilizado exclusivamente para esta atividade, não comporta a coleta de animais mortos de pequeno porte. A guarnição, composta por um motorista e um coletor, observa uma frequência de coleta de três vezes por semana na maioria dos estabelecimentos. Atualmente, o controle leva em conta a distância percorrida, havendo pesagem dos volumes coletados junto ao incinerador.

A coleta seletiva especial condiciona a separação, por parte dos estabelecimentos credenciados, atendendo ao disposto na Resolução CONAMA 5/93, de 5 de agosto de 1993; NBR 12.807, de janeiro de 1993; NBR 12.808, de janeiro de 1993; NBR 12.809, de fevereiro de 1993; NBR 10.004; Lei Estadual nº 9.921, de 27 de julho de 1993, Lei Estadual nº 10.099, de 7 de fevereiro de 1994 e Decreto Estadual nº 38.356, de 1º de abril de 1998.

Os resíduos são dispostos em sacos plásticos e envoltos por caixa de papelão, com tamanho máximo de 50 cm x 30 cm x 30 cm; podem ser utilizadas caixas de papelão modelo “arquivo morto”, de sapatos ou de outros tipos, sendo identificado o resíduo e o endereço do gerador. A quantidade de resíduos coletada nos 400 estabelecimentos geradores atendidos é de 9 toneladas/mês, em média.

Destinação final do resíduos sólidos em Novo Hamburgo

Os resíduos do município de Novo Hamburgo são encaminhados à Central de Reciclagem de Roselândia. A área, de propriedade da Prefeitura Municipal, ocupa 10 hectares de uma região com relevo ondulado a fortemente ondulado, em zona de transição de rochas areníticas para rochas de composição basáltica.

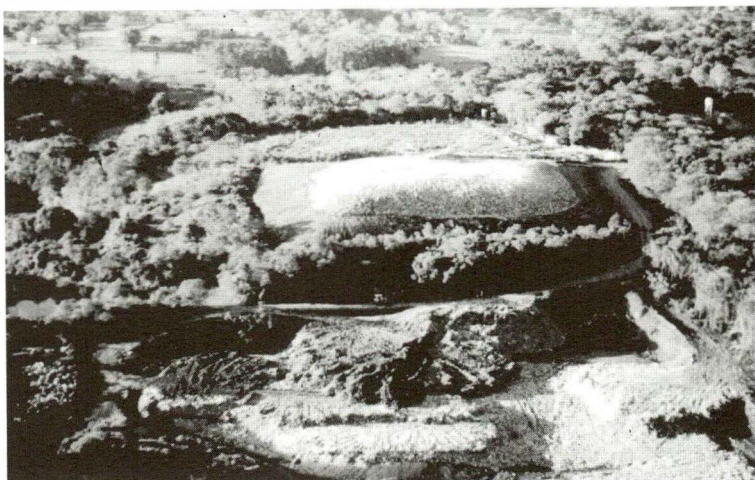


Figura 3
Vista do sistema de disposição em valas adotado pela
Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo.

Trata-se de uma região com muitas fragilidades naturais, especialmente no que diz respeito à proteção dos recursos hídricos, resistência ao desenvolvimento de processos erosivos e à manutenção da cobertura vegetal. Os perfis de solo nesta zona de transição apresentam graus de desenvolvimento variáveis, alternando-se locais de baixa e elevada espessura. As condições de condutividade hidráulica do solo superficial e do substrato são pouco confiáveis, havendo forte suscetibilidade à contaminação do manancial hídrico subsuperficial. A cobertura vegetal da área, substituída em parte por reflorestamentos, era composta por mata nativa, típica da Encosta da Serra Geral.

Os resíduos domésticos e da coleta seletiva são remetidos para a Central de Reciclagem. A triagem é feita por catadores, a partir de fileiras e pilhas de resíduos dispostos na área de catação, não havendo esteiras ou outro sistema especial. O modelo adotado permite uma retirada de até 18% do volume total diário de resíduos enviados ao depósito da Roselândia. Os rejeitos da triagem são encaminhados para o aterro controlado, distante 300 metros do ponto de catação (Figura 3).

O aterro de rejeitos recebeu isolamento com argila e possui sistema de coleta de percolados para abatimento da carga poluente, utilizando aeradores de superfície. Nova área está sendo estudada como alternativa para desenvolver os procedimentos de compostagem e de destinação final.

A Prefeitura Municipal investe em melhorias, tendo como meta a triagem mecânica; prevê-se, por exemplo, a cobertura da área de catação com recursos provenientes de contrapartida da Petrobrás, em razão da passagem do gasoduto Bolívia-Brasil (Figura 4). Em tempos passados, tentou-se a compostagem de resíduos, a qual encontra-se desativada, tendo em vista as dificuldades de área física.

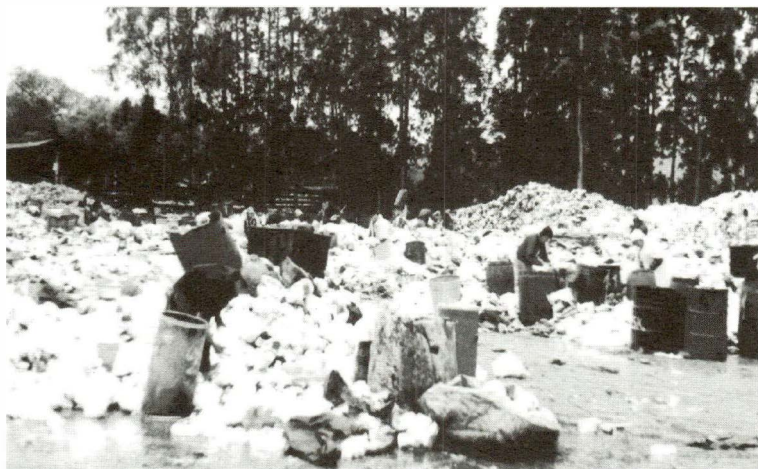


Figura 4
Vista da área de catação na Central de Reciclagem do bairro Roselândia, em Novo Hamburgo.

O gerenciamento das atividades de processamento e disposição final de resíduos na Central de Roselândia cabe à Secretaria de Meio Ambiente, enquanto a parte operacional fica ao encargo da Companhia Municipal de Urbanismo, empresa de economia mista, com participação do poder público municipal de 99,97%. A Companhia recebe repasse de verbas municipais, a fim de manter a infraestrutura necessária ao funcionamento do sistema de disposição e processamento de resíduos no local. Carregadeiras, caminhões basculantes e serviços de apoio aos catadores são fornecidos pela empresa, bem como sua manutenção.

Os catadores estão organizados na forma de cooperativa. Na prática, o funcionamento das atividades de processamento depende dos serviços dos 104 catadores contratados pelos “donos dos galpões”. Em função do modo de processamento estabelecido, todo o resíduo da coleta domiciliar passa pelo pátio da triagem. Após o descarregamento, os catadores da Cooperativa separam materiais recicláveis, armazenando-os em espaços (baías) intermediários distribuídos em torno da cancha de catação. Os procedimentos de catação organizam-se por “galpão”, estando cada grupo de catadores vinculado a um “dono de galpão”, responsável pela coordenação e pelo pagamento de seu grupo. Os catadores depositam os materiais separados nas baías e nos galpões, entre eles, papelão, vidros, latas, filmes plásticos, PET e PEAD e o coordenador os vende para a Cooperativa Reciclar, que busca no mercado o melhor preço. Os plásticos PEAD são lavados e triturados em moinho adquirido pela Cooperativa, processo que proporciona melhor preço de venda aos recicláveis. Um grupo formado pela Câmara de Vereadores, Movimento Ecológico, Caritas Diocesana, Federação dos Catadores do

Rio Grande do Sul, SEMAM e COMUR se ocupa da organização de um novo modelo administrativo para a Cooperativa, tornando o processo socialmente mais justo e visando a transparência da divisão dos lucros advindos do comércio de recicláveis.

Os materiais comercializados pelos catadores permitem uma renda média mensal de R\$ 125,00 por trabalhador. Os serviços de catação realizam-se de segunda-feira a sábado, em jornada média de 9 horas. No pátio de triagem, as cargas dos caminhões de coleta são dispostas diariamente para catação por um período de duas a três horas. Após são retirados os rejeitos por carregadeira frontal e remetidos ao aterro controlado. Existem no local, para uso dos catadores, quatro prensas que reduzem os volumes dos triáveis para comercialização. A expedição dos materiais é realizada de forma mecanizada, via carregadeira frontal, que auxilia o embarque dos fardos nos caminhões de venda.

A triagem, separação e destinação final de resíduos estão licenciadas pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM). O início das atividades na área pautou-se por uma operação com pouco controle da disposição final. A partir da organização das atividades, paralelamente à tentativa de execução de um sistema de compostagem e triagem de recicláveis, foram implantados sistemas de captação e drenagem de percolados, ligados a um sistema de tratamento de efluentes. Ao operar com aeradores de superfície, o sistema reduz em até 90% a carga poluente dos percolados originários do aterro controlado.

Um sistema de drenagem permite a queima dos gases gerados no aterro controlado, havendo estudos para aproveitamento do biogás. A área é monitorada conforme o Plano de Monitoramento dos Recursos Hídricos, sendo os resultados remetidos trimestralmente à FEPAM.

Os equipamentos empregados para manutenção e operação são um trator de lâmina, uma retroescavadeira (não fixa), três carregadeiras de pneus e dois caminhões basculante. O acesso de veículos é restrito, junto ao prédio administrativo, havendo permanente vigilância. O cercamento parcial não impede o acesso de pessoas aos locais de disposição.

A área apresenta galpões para triagem, compactação, estocagem, pesagem e comercialização, além de pequenos prédios de apoio aos trabalhadores da Central com sanitários e chuveiros.

O lixo como fonte potencial de renda e a proteção do meio ambiente

A administração da coleta, transporte e destinação final do lixo permitiu alcançar, com os procedimentos de catação, triagem e compostagem, 70% de reaproveitamento dos materiais presentes no lixo, em Estância Velha. Os resíduos orgânicos, que chegam a somar 50% do peso total de lixo recolhido diariamente, são reaproveitados

pela compostagem e transformados em adubo. Em Novo Hamburgo, devido às condições da área, esse procedimento está sendo estudado no bairro rural de Lomba Grande, junto à Cooperativa Escolar Lombagrandense, com vistas a viabilizar o aproveitamento de parte dos materiais orgânicos na agricultura. A presença de plásticos do tipo “filme” (sacolinhas, principalmente) interfere no tempo de compostagem e dificulta o processo de estabilização da matéria orgânica e sua comercialização. Os materiais aceitos com mais facilidade pela indústria da reciclagem são o papelão, os vidros, os plásticos de alta densidade (PEAD) e o poliéster (PET). A sucata metálica também possui boa aceitação. Os maiores desafios estão na organização e diminuição dos atravessadores, garantindo aos catadores acesso direto às indústrias recicladoras e maior renda para quem realiza o trabalho mais pesado. A coleta seletiva tem importante papel na melhoria da classificação dos materiais triáveis. Em Novo Hamburgo, segundo dados da contabilidade da Reciclar, foram comercializados R\$ 770.000,00 (setecentos e setenta mil reais) em materiais recicláveis no ano de 1998, demonstrando a importância da atividade recicladora como fonte de geração de renda e emprego.

Com o apoio da Federação das Associações dos Recicladores do Rio Grande do Sul (FARRGS), entidade criada com o objetivo de promover a atividade recicladora, valorizar os trabalhadores e regulamentar a atividade profissional, está sendo organizado um pólo alternativo para agregar valores aos materiais recicláveis, principalmente aos plásticos (Tabela 2). A idéia consiste em implantar uma usina de processamento de materiais plásticos (primeira fase), congregando entidades e Associações Recicladoras do Vale do Rio dos Sinos e permitindo a comercialização direta dos materiais recicláveis, a geração de emprego para as entidades de base e a melhor distribuição de renda entre os trabalhadores. A viabilidade econômica dos materiais recicláveis torna o processo de administração do lixo uma atividade rentável, como se pode constatar na Tabela 3.

O incremento na comercialização dos recicláveis depende do processamento prévio – moagem, lavagem, extrusão e peletização –, permitindo agregar significativos valores nas etapas desenvolvidas, aumentando os ganhos em até 343%, quando comparados com os valores comercializados sem processamento prévio (Tabela 4).

Em termos administrativos, os recursos obtidos com a comercialização dos materiais recicláveis são insuficientes para cobrir todos os custos relativos ao gerenciamento adequado dos resíduos, mas permitem a construção de um caminho para resgatar a cidadania dos catadores e desenvolver mercados de importância estratégica, reduzindo impactos ambientais.

É importante destacar que, conforme preconizado na Lei Estadual nº 9.921, de 27 de julho de 1993 regulamentada pelo Decreto Estadual nº 38.356, de 1º de abril de 1998, deverão ser implantadas linhas de financiamento e estímulo para o *real* desenvolvimento de

Bibliografia consultada

- BARRÈRE, Martine (Org.). *Terra, patrimônio comum*. São Paulo: Nobel, 1992.
- BRESSAN JÚNIOR, Almir. Principais resultados da Política Ambiental Brasileira. *Revista de administração pública*, 26 (1): 96-112 jan./mar, 1992.
- CAIRCROSS, F. *Meio Ambiente: Custos e Benefícios*. São Paulo: Nobel, 1992.
- ELY, A. *Economia do Meio Ambiente*. Porto Alegre: Secretaria de Coordenação e Planejamento/Fundação de Economia e Estatística, 1990.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Projeto RADAM BRASIL*. Rio de Janeiro: IBGE, 1986.
- IPT. *Manual de Gerenciamento Integrado do Lixo*. São Paulo: IPT, 1995.
- MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito Ambiental Brasileiro*. São Paulo: Malheiros Editores, 1992.
- MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Estudo de Direito Ambiental*. São Paulo: Malheiros Editores, 1994.
- MILARÉ, Édis. *Legislação Ambiental do Brasil*. São Paulo: Edições APMP, 1994.
- MOTA, Suetônio. *Planejamento Urbano e Preservação Ambiental*. Fortaleza: UFC, 1981.
- MUKAI, Toshio. *Direito Ambiental Sistematizado*. Rio de Janeiro: Editora Forense Universitária, 1994.
- MÜLLER, Jackson. *Meio Ambiente na Administração Municipal*. FAMURS, 1998.
- MÜLLER, Jackson & GRUBB, Ruggardo P. Plano de Melhoria da Área do Antigo Lixão da Prefeitura Municipal de Estância Velha/RS: situação atual e plano de monitoramento. Simposio Internacional de Qualidade Ambiental. Porto Alegre, 1996.
- NERY JUNIOR, Nelson. Responsabilidade Civil por dano ecológico e a ação civil pública. *Conferências e Debates RDP*, (76): 122-33, 1985.

Consórcios Intermunicipais e para a ampliação das atividades recicladoras. Nesse sentido, poucas são as opções oferecidas visando a viabilização econômica da disposição final dos resíduos domésticos.

Tabela 2
Estudo da disponibilidade de materiais plásticos recicláveis originários do lixo doméstico no Vale do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul.

Vale do Rio dos Sinos Municípios	Quantidade Kg/mês	Tipos de plásticos					
		PET	PEAD	PP	PEBD	PVC	PS
Araricá	1.785	821	536	187	129	56	55
Campo Bom	26.873	12.359	8.062	2.822	1.946	838	822
Canoas	37.503	17.248	11.251	3.938	2.715	1.170	1.148
Dois Irmãos	9.507	4.372	2.852	998	688	297	291
Estância Velha	15.575	7.163	4.672	1.635	1.128	486	477
Esteio	3.971	1.826	1.191	417	288	124	122
Ivoti	6.973	3.207	2.092	732	505	218	213
Nova Hartz	6.680	3.072	2.004	701	484	208	204
Nova Santa Rita	6.579	3.026	1.974	691	476	205	201
Novo Hamburgo	95.075	43.725	28.522	9.983	6.883	2.966	2.909
Portão	10.715	4.928	3.214	1.125	776	334	328
São Leopoldo	47.716	21.944	14.315	5.010	3.455	1.489	1.460
Sapiranga	6.632	3.050	1.989	696	480	207	203
Sapucaia	12.038	5.536	3.611	1.264	872	376	368
Total	287.619	132.276	86.286	30.200	20.824	8.974	8.801
% de materiais plásticos		45.99	30	10.50	7.24	3.12	3.06

PET = Polietilenotereftalato – PEAD: Polietileno de Alta Densidade – PP = Polipropileno – PEBD = Polietileno de Baixa Densidade – PVC = Policloreto de Vinila – PS = Poliestireno

Contudo, para que essas atividades se tornem uma realidade estadual, todos os níveis de governo e a sociedade deverão dar a sua contribuição. A Federação das Associações de Municípios do Rio Grande do Sul (FAMURS), por exemplo, desenvolve importante Projeto de macrozoneamento ambiental, instituindo Índices de Qualidade dos Aterros (IQA) e de Desempenho Ambiental (IDA) dos municípios gaúchos, como forma de garantir a continuidade administrativa da destinação final de lixo, independente da descontinuidade política.

Concomitantemente, a qualificação da administração pública municipal, através de cursos de aperfeiçoamento gerencial, em parceria com outros órgãos de governo, deverá permitir a construção de um modelo de gestão pública capaz de combinar proteção ambiental com geração de empregos e condições adequadas de trabalho para os catadores.

PHILIPPI JÚNIOR, A. *et alii*. *Brasil 92 – Perfil Ambiental e Estratégias*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1992.

RODRIGUES, João. *Critérios Ambientais para a Classificação de Atividades Poluidoras com Vistas ao Ordenamento Territorial*. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, 1992.

SANTOS, Marco A. dos & NASCIMENTO José A. S. A Inserção da Variável Ambiental no Planejamento do Território. *Revista de administração pública*, 26 (1): 6-12, jan./mar., 1992.

TAUK-TORNISIELO, Sâmia Maria. *Análise Ambiental: estratégias e ações*. São Paulo: T. A. Queiroz/Fundação Salim Farah Maluf; Rio Claro, SP: Centro de Estudos Ambientais, UNESP, 1995.

UICN/PNUMA/WWF. *Cuidando do Planeta Terra. Uma Estratégia para o Futuro da Vida*. 1992.

Jackson Müller é biólogo e professor do Centro de Ciências da Saúde da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo. Atualmente é Secretário de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul.

Tabela 3

Comparativo entre o valor de mercado dos materiais plásticos recicláveis originários do lixo doméstico no Vale do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, sem processamento prévio.

Vale do Rio dos Sinos Materiais	Tipos de plásticos					
	PET	PEAD	PP	PEBD	PVC	PS
Totais (peso)	132.276	86.286	30.200	20.824	8.974	8.801
Valores de venda	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Totais	26.455,2	12.942,9	4.530,0	3.123,6	1.346,1	1.320,5
% de materiais plásticos	30%	10.5%	7.24%	3.12%	3.06%	

Quantidade: 287.619 Kg/mês (com potencial para ser ampliado).

Total em plásticos: R\$ 49.718,30

Tabela 4

Comparativo entre o valor de mercado dos materiais plásticos recicláveis originários do lixo doméstico no Vale do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, com processamento prévio previsto para a microssina Vale dos Sinos.

Materiais	PET	PEAD	PP	PEBD	PVC	PS
Valor potencial agregado com processamento prévio	0,70	0,50	0,50	0,60	0,22	0,60
Totais (peso)	132.276	86.286	30.200	20.824	8.974	8.801
Totais	92.593,2	43.143,0	15.100,0	12.494,0	1.974,2	5.280,6

Quantidade: 287.619 Kg/mês (com potencial para ser ampliado).

Total em plásticos: R\$ 170.531,08 (incremento de 343% no valor sem processamento prévio).

A Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em discussão há vários anos no Congresso Nacional, após aprovada poderá contribuir para compatibilizar a geração de embalagens descartáveis ou o seu posterior aproveitamento.

A prática diária nos trabalhos de coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos tem permitido verificar que o lixo doméstico torna-se um *problema* quando não é administrado de forma adequada ou quando é conduzido e realizado por pessoal ou setores públicos desqualificados. Quando administrado de forma responsável, transforma-se em *empreendimento* capaz de gerar renda e garantir proteção ambiental.

A VIABILIDADE ECONÔMICA DA RECICLAGEM DO LIXO

Sabetai Calderoni

No momento em que se anuncia a edição da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a viabilidade econômica da reciclagem do lixo naturalmente ganha destaque. Afinal, a reciclagem é ou não economicamente viável? Para quem? Em que medida? Para responder a estas indagações convém examinar casos concretos, como os do município de São Paulo e do país como um todo. A referência para a mensuração da viabilidade deve ser a sociedade em seu conjunto, mas também os agentes específicos que participam do processo, cuja orientação teórico-metodológica deve estar centrada numa abordagem macroeconômica. Os primeiros resultados, em grandezas referentes a 1996, indicam que a reciclagem do lixo é viável do ponto de vista econômico, podendo proporcionar ganhos superiores a R\$ 1,1 bilhão anuais em São Paulo e acima de R\$ 5,8 bilhões no caso do Brasil. Entre os beneficiários, se sobressai a indústria, que auferi a maior parte dos ganhos, cerca de 70% do total.

O enfoque teórico

A base teórica que se pode identificar – ou apenas inferir – tanto nas pesquisas recentes como nas ações dos agentes sociais relacionadas à área de resíduos sólidos, notadamente no que se refere aos aspectos sócio-econômicos, traz lições importantes, mas ao mesmo tempo reflete consideráveis insuficiências.

Por estas razões, buscar-se-á explicitar algumas dessas lições e insuficiências, abrangendo quatro domínios: Ciência Ambiental, especificamente a Teoria do Desenvolvimento Sustentável; a Teoria Econômica; a Geografia Humana; e a Teoria do Estado. A ênfase recairá sobre a apresentação de um conjunto de propostas – sumarizadas no Quadro 1 – com vistas a superar tais insuficiências.

Quadro 1
Enfoque teórico – atual versus proposto

Teorias	Enfoque atual	Enfoque proposto
Econômica	Microeconômico	Macroeconômico e Microeconômico
Geográfica	Unidades Espaciais: Urbanas e Intra-urbanas	Macroespacial e Microespacial
Político Social, Papel do Estado	Prefeituras Municipais e Participação Social	Política de Resíduos Sólidos na Esfera: Nacional, Estadual e Municipal Participação Social
Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável	Desenvolvimento Ambientalmente Sustentável Ganhos Pedagógicos Ganhos Culturais	A Reciclagem do Lixo como Alternativa para o Desenvolvimento Economicamente Sustentável

¹ A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, constituída pela ONU, em seu trabalho fundamental, denominado *Nosso Futuro Comum*, conceitua desenvolvimento sustentável como "... aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades." (p. 46). "... [desenvolvimento sustentável é] um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas." (p. 49). ONU. Organização das Nações Unidas, Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Nosso Futuro Comum*, Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

Fonte: CALDERONI, Sabetai. *Os Bilhões Perdidos no Lixo*. 3 ed., São Paulo: Humanitas, 1999. cap. 3, quadro 3.1, p. 55.

Teoria do desenvolvimento sustentável

Embora seja consabido que a reciclagem é alternativa para o desenvolvimento sustentável¹, não se encontram referências claras e explícitas ao fato de que a reciclagem do lixo constitui-se em alternativa para o desenvolvimento economicamente sustentável.

Com efeito, a reciclagem é considerada como fator de economia do capital natural (matérias-primas, energia, água) e de saneamento ambiental (reduz a poluição do ar, da água, do solo e do subsolo). Entretanto, a extensão desses efeitos não tem sido medida em termos estritamente econômicos.

Para que se possam induzir transformações efetivas nas práticas vigentes, deve-se ter em conta o modo através do qual as percepções dos agentes sociais e econômicos afetam e constituem as decisões. No caso específico, a reciclagem do lixo representa atividade

percebida por muitos agentes sociais como inviável em termos estritamente econômicos. Tal fato encontra-se na raiz das dificuldades que a reciclagem vem encontrando para seu mais rápido desenvolvimento.

A ausência de um recorte metodológico específico, que permita avaliar a sua viabilidade econômica, dificulta a percepção dos responsáveis pelas decisões e, portanto, pode levá-los a escolhas equivocadas, em desacordo, inclusive, com os interesses do desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, o que se postula é a explicitação da natureza da contribuição da reciclagem do lixo enquanto alternativa para uma forma de desenvolvimento economicamente sustentável.

Teorias e conceitos geográficos

Com relação ao tratamento conferido pelos geógrafos especificamente à questão da reciclagem do lixo, ou ao tema mais geral dos resíduos sólidos, cumpre destacar os trabalhos de Ogata, Berrios, Gaieski, e, mais recentemente, Legaspe.² Cumpre observar ainda que as contribuições mencionadas referem-se ao espaço intra-urbano (Legaspe), ou urbano (os demais autores).

O enfoque que parece faltar às contribuições dos geógrafos, no que se refere ao estudo dos resíduos sólidos e da reciclagem no município de São Paulo, é o de unidades espaciais maiores. Isso porque a reciclagem constitui-se em atividade cujos impactos transcendem os meros umbrais urbanos, como os referentes à economia de energia, o controle ambiental, o consumo de recursos hídricos e a própria magnitude econômica e social do conjunto desses impactos.

A proposta aqui apresentada consiste, pois, na consideração também do espaço regional e nacional como foco de incidência das análises e avaliações referentes à reciclagem do lixo, notadamente em seus aspectos econômicos.

Teoria econômica

A proposição deste estudo reside na adoção de uma abordagem macroeconômica para a mensuração dos ganhos proporcionados pela reciclagem do lixo e envolve a ampliação do espectro das variáveis usualmente consideradas.

Tal abordagem afigura-se de grande interesse, pois:

- permite conhecer a magnitude total dos ganhos da reciclagem, tornando possíveis comparações diacrônicas envolvendo a análise do crescimento do todo e da contribuição das partes;
- torna possível a mensuração de impactos e a simulação do comportamento das variáveis, de sorte a diminuir o grau de incerteza;
- contribui para que a questão da reciclagem do lixo venha a integrar a agenda política; e
- constitui ferramenta de grande utilidade no planejamento, na implantação e no acompanhamento de intervenções governamentais no campo dos resíduos sólidos.

² OGATA, Maria Gravina. *Os Resíduos Sólidos Urbanos na Organização do Espaço e na Qualidade do Ambiente Urbano – Uma Contribuição Geográfica ao Estudo do Problema na Cidade de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, USP, FFLCH, Departamento de Geografia, 1983.

BERRIOS, Manuel Rolando. *O Lixo Domiciliar. A Produção de Resíduos Sólidos Residenciais em Cidade de Porte Médio e a Organização do Espaço. O Caso de Rio Claro - SP*. Dissertação de Mestrado, UNESP, Departamento de Geografia, 1986.

GAIESKI, Ademar Antonio. *Curitiba: O Gerenciamento dos Resíduos Sólidos – Passado, Presente e Perspectivas*. Dissertação de Mestrado, UFSC, Departamento de Geociências, 1991.

LEGASPE, Luciano Rodrigues. *Reciclagem: A Fantasia do Eco-Capitalismo – Um Estudo Sobre a Reciclagem Promovida no Centro da Cidade de São Paulo Observando a Economia Informal e os Catadores*. Dissertação de Mestrado, USP, FFLCH, Departamento de Geografia, 1996.

Esta proposição considera os desenvolvimentos recentes da chamada Economia Ecológica, particularmente, a questão da Contabilidade do Sistema Econômico-Ecológico.

Aspectos das teorias sobre o papel do Estado aplicáveis à questão da reciclagem

As pesquisas e estudos realizados no Brasil sobre o papel do Estado em relação à questão dos resíduos sólidos são, de um modo geral, lacunares. Usualmente cuidam de questões técnicas específicas ligadas à caracterização e quantificação dos resíduos sólidos³ ou da orientação prática às prefeituras quanto à gestão desses resíduos.⁴

No que se refere à questão da reciclagem do lixo, os fatos são claros: na esfera federal, só agora começa a surgir uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, ainda incipiente quanto à reciclagem do lixo. O mesmo se verifica no plano estadual. No âmbito do município de São Paulo, em que pese o Programa de Coleta Seletiva implantado na gestão Luíza Erundina (1989/92), mantido quanto aos Postos de Entrega Voluntária (PEV) na administração Paulo Maluf (1993/96), os volumes envolvidos são tão reduzidos que podem ser considerados como de caráter meramente simbólico.

Nota-se, de fato, até o momento, uma omissão quase completa do Estado brasileiro nas esferas federal, estadual e municipal.

Mas por que não deixar a reciclagem do lixo seguir os ditames do *laissez-faire*, já que, mesmo sem a intervenção do Estado, a reciclagem vem-se desenvolvendo?

A ausência do Estado nas questões relativas à reciclagem do lixo tem como conseqüência, em primeiro lugar, o não desempenho de seu papel de instituidor e de mantenedor da lei e da ordem. A não normatização das relações envolvidas pode levar à prevalência, inclusive, de situações de clandestinidade. Isto vem se verificando, por exemplo, no mercado de trabalho ligado à reciclagem, onde os carrinheiros não contam com o amparo efetivo da legislação que regula a atuação de empregados e autônomos. Também a estrutura marcadamente oligopolista do mercado de reciclagem poderia constituir-se em foco de grande interesse para o exercício da ação normativa do Estado.

A prevalecer o *laissez-faire*, o Estado brasileiro perderá a oportunidade de contribuir para o fomento da reciclagem, enquanto atividade de grande potencial para a geração de renda, emprego, equilíbrio ambiental, elevação da qualidade de vida da sociedade e para o próprio desenvolvimento nacional. Perderá também a possibilidade de atuar no sentido da promoção de uma maior equidade distributiva, uma vez que os benefícios da reciclagem acham-se distribuídos desigualmente entre não-recicladores e recicladores, assim como entre os próprios segmentos que participam da reciclagem. Estaria, assim, sendo alterado o sentido da intervenção.

A orientação teórica proposta para os aspectos pertinentes à economia e à geografia, nomeadamente a abordagem macroeconômica

³ LIMA, Luiz Mário Queiroz. *Tratamento de Lixo*. São Paulo: Hemus Editora, 1991.

⁴ IPT / CEMPRE. *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. São Paulo: IPT, 1995. Os principais estudos foram produzidos nos meios acadêmicos e no âmbito dos poderes executivos municipais. As associações regionais de municípios e as áreas metropolitanas respondem por alguns trabalhos (por exemplo, Emplasa), havendo também produções na esfera federal, embora raras (por exemplo, Ministério do Planejamento e Orçamento/Sepurb). EMPLASA. Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo. *Estratégias para Equacionamento da Destinação Final dos Resíduos Sólidos*. São Paulo: Secretaria de Planejamento e Gestão, 1992. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO. Secretaria de Política Urbana. *Política Nacional de Saneamento*. Lei editada em 1º de setembro de 1995, Brasília, 1995. p. 38-39.

mica e macroespacial, encontram um rebatimento também no que se refere ao papel do Estado. Trata-se de propor, de modo correspondente, uma postura em que não haja apenas atuação na órbita municipal, mas passe a haver, também, atuação nas esferas estadual e federal. Isto significa considerar, como alternativa, a adoção, por parte do Estado, de uma postura distinta do *laissez-faire*, ou seja, mais direcionada para o modelo de Estado regulador, promotor e, principalmente na esfera municipal, empreendedor.

Essa nova orientação teórica poderia materializar-se na instituição e implementação efetiva de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, apta a contemplar, especificamente, a questão da reciclagem do lixo, articulando-se a políticas estaduais e municipais convergentes. Nesse sentido, a edição de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, anunciada por parte do Ministério do Meio Ambiente, carece ainda de aperfeiçoamentos em áreas importantes, como a implementação de instrumentos econômicos.

O enfoque metodológico

Tendo em conta o enfoque teórico preconizado, propõe-se, a seguir, uma nova abordagem metodológica visando ampliar o rol dos fatores e pontos de vista em função dos quais a viabilidade econômica da reciclagem do lixo é avaliada.

Na literatura são propostas duas metodologias distintas para a mensuração dos ganhos (ou prejuízos) decorrentes da reciclagem do lixo. Sugere-se aqui uma terceira abordagem.

Formulação inicial

A primeira metodologia encontrada na literatura é também freqüentemente apresentada em debates públicos e artigos publicados em periódicos, em geral sem a exigência de um maior rigor.⁵

De acordo com esta metodologia, a viabilidade econômica da reciclagem é aferida pela comparação entre, de um lado, o montante alcançado com a venda dos materiais recicláveis e, de outro, o custo da coleta e separação de tais materiais. Prevaleceria, então, a seguinte equação: $G = V - C$, onde: G = ganho com a reciclagem; V = venda dos materiais recicláveis; C = custo do processo de reciclagem.

O processo de reciclagem abrange a coleta (seletiva ou não), a triagem (realizada na calçada, antes da coleta, ou após, em Centros de Triagem/Reciclagem) e o processamento dos materiais (prensagem, enfardamento, trituração), além de transporte diferenciado.

O item V (Venda dos Materiais Recicláveis) figura com o *sinal positivo* nesta formulação. A crítica que se deve fazer é a de que isto só é válido se a análise se refere ao *ponto de vista de quem vende* – a Prefeitura, os sucateiros, os carrinheiros, os catadores. *Para quem compra*, o *sinal é negativo*, como no caso da indústria e dos sucateiros (que compram de carrinheiros).

⁵ DUSTON, Thomas E. *Recycling Solid Waste*. London: Quorum Books, 1993. p. 41-63.

Se for adotada uma *visão de conjunto* do processo de reciclagem, deverão ser considerados, ao mesmo tempo, o ponto de vista de todos os agentes envolvidos, abrangendo a Prefeitura; as indústrias; os sucateiros; os carrinheiros e catadores; os governos federal e estadual, a população.

Segundo a visão de conjunto, ótica por nós preconizada, o item V, ou seja, venda dos materiais recicláveis, é receita para uns e, ao mesmo tempo, é despesa para outros. Assim, o item V deve figurar uma segunda vez na mesma equação, desta feita com o sinal negativo. A equação passa a ser então: $G = (V - V) - C$.

O item C – custo do processo de reciclagem – é definido como o custo de transporte, de armazenagem, de enfardamento (caso do papel e dos metais), de trituração (caso do vidro), de lavagem (caso do vidro e do plástico), além de outras possíveis modalidades de beneficiamento, adotadas ou não, conforme as circunstâncias específicas de fornecimento.⁶ Adicionalmente, há que se considerar os custos administrativos envolvidos.

Os custos de coleta e triagem são representados pela receita dos carrinheiros e catadores. Nesse caso, o que é custo para o sucateiro é receita para o carrinheiro e para o catador. Para a sociedade, trata-se de mera transferência de renda interna ao conjunto dos agentes envolvidos. Não há, portanto, nem custo, nem ganho, para a sociedade.

Há, finalmente, o lucro do sucateiro. Novamente, trata-se de despesas para a indústria e receita para o sucateiro, havendo, para a sociedade, apenas uma transferência de renda interna ao processo de reciclagem.

O custo de oportunidade da atividade do sucateiro, de difícil mensuração, poderá equivaler, ou não diferir muito, do custo de oportunidade negativo mencionado anteriormente com relação aos carrinheiros e catadores.

Convém notar que as transações de recicláveis são realizadas no mercado, de forma que o custo da reciclagem (C) seja parte do preço dos recicláveis. Em outras palavras, quando a indústria compra recicláveis dos sucateiros, estes auferem receita suficiente para permanecer no mercado. Só podem operar porque pagam aos carrinheiros e catadores quantia suficiente para que se mantenham na atividade.

Como se verá adiante, o peso de C, ou mesmo de V, encontra-se muito aquém dos ganhos proporcionados pela reciclagem do lixo. Desta forma, pequenas diferenças referentes à magnitude dos custos de oportunidade não estarão perto de afetar as conclusões da pesquisa.

Segunda formulação: inclusão de custos evitados

A segunda abordagem considera os custos evitados. Na proposição de Duston aplica-se a seguinte fórmula: $G = (V - V) - C + E$,⁷ onde: G = ganho com a reciclagem; V = venda/compra dos materiais recicláveis; C = custo do processo de reciclagem; E = custo evitado de coleta, transporte, transbordo e disposição final.

⁶ Deve-se lembrar que graus de sofisticação superiores, seja quanto à manipulação, seja quanto ao beneficiamento, conduzem normalmente a preços mais elevados na venda dos recicláveis.

⁷ Notar que “(V-V)” é proposta do autor; a inclusão de “E” é contribuição de Duston.

Esta formulação pode sofrer um primeiro refinamento ao se considerar o *custo da reciclagem* como custo *alternativo* em relação à coleta e disposição final usual. Em outras palavras, as prefeituras não cogitam deixar o lixo acumular-se nas calçadas. Sua coleta e disposição final é assumida, há muito tempo, como encargo da Administração Municipal. O que está em jogo não é saber quanto a reciclagem custa, mas quanto ela custa *a mais* que a coleta e disposição final normalmente praticadas.

Na primeira abordagem não foram considerados os custos evitados em função do processo de reciclagem. Tais custos referem-se, basicamente, às despesas com aterros sanitários ou incineração e com as operações de coleta, transporte e transbordo envolvidas.

Os custos evitados são, na verdade, custos que se adicionam a um outro custo obrigatório: o custo da coleta usual do lixo.

A segunda abordagem considera os custos evitados que, na disposição final, abrangem o aterro, a incineração, o transporte e o transbordo (e eventualmente a disposição em locais inadequados como rios, terrenos públicos ou particulares). Nos custos de aterros e incineradores deverão ser considerados tanto os custos de implantação, como os de operação e manutenção, o mesmo aplicando-se à frota dos veículos utilizados no transporte e no transbordo.

Constituí postulação nossa o estabelecimento de distinção entre recicláveis e lixo orgânico no que diz respeito aos custos de coleta, transbordo e disposição final. Isto porque os recicláveis apresentam densidade muito menor que a da matéria orgânica presente no lixo. Portanto, a retirada dos recicláveis do fluxo de lixo proporciona maior ganho, isto é, evita custos de maior vulto do que aqueles que seriam evitados pela retirada da matéria orgânica.

Terceira formulação: inclusão dos ganhos energéticos, da redução dos custos com o controle ambiental e com o consumo de água

Propõe-se, nesta formulação, que também sejam acrescentados ao modelo anterior, os ganhos decorrentes da economia de energia (W); os ganhos advindos da economia de matérias-primas (M); os ganhos advindos da redução dos custos com controle ambiental (A) e com o consumo de água (H) proporcionados pela reciclagem, além de outros de mais difícil mensuração (D).

Tem-se, portanto, a seguinte equação: $G = (V - V) - C + E + W + M + H + A + D$, onde: G = ganho com a reciclagem; V = venda/compra dos materiais recicláveis; C = custo do processo de reciclagem; E = custo evitado de disposição final; W = ganhos decorrentes da economia no consumo de energia (Wh); M = ganhos decorrentes da economia de matérias-primas; H = ganhos decorrentes da economia de recursos hídricos; A = ganhos com a economia de controle ambiental; D = demais ganhos econômicos (Quadro 2).

Os ganhos decorrentes da economia no consumo de energia (W), devem-se ao fato de que a produção a partir de materiais reci-

cláveis requer um consumo de energia significativamente menor do que a produção a partir de matéria-prima virgem.

Tais ganhos são estimados em: 95% no caso do alumínio (de 17,6 MWh/t na produção a partir de matéria-prima virgem para 0,7 MWh/t a partir de materiais sucedâneos recicláveis); 78,7% no caso do plástico (de 6,74 MWh/t para 1,44 MWh/t); 71% no caso do papel (de 4,98 MWh/t para 1,47 MWh/t); 74% no caso do aço (de 6,84 MWh/t para 1,78 MWh/t); e 13% no caso do vidro (de 4,83 MWh/t para 4,19 MWh/t).⁸

⁸ Conforme Reynolds, Latasa, 1991, p. 10. Para o plástico cf. H. Huffam, Metal Box Co., 1989.

Quadro 2
Orientação metodológica – Atual versus proposta.

Atual	Proposta
$G = V - C + E$	$G = (V - V) - C + E + W + M + H + A + D$
G = ganho com a reciclagem V = venda dos materiais recicláveis C = custo do processo de reciclagem E = custo evitado de disposição final W = ganhos decorrentes da economia de matérias-primas H = ganhos decorrentes da economia de recursos hídricos A = ganhos com a economia de controle ambiental D = demais ganhos econômicos (divisas, subsídios, vida útil dos equipamentos)	

Fonte: CALDERONI, Sabetai. Op. cit., cap. 4, quadro 4.1, p. 89.

Os ganhos com a economia de controle ambiental (A) devem-se ao fato de que a produção a partir de matéria-prima virgem provoca um grau de poluição – da água, ar e solo – muito maior do que a produção a partir de materiais sucedâneos recicláveis. Por exemplo, no caso do alumínio, a emissão de gases e de efluentes poluentes é drasticamente reduzida.

Os ganhos decorrentes da economia de matérias-primas (M), como bauxita, barrilha e resinas termoplásticas, advêm do fato de que estas já estão contidas nos materiais recicláveis.

A economia de água no processo produtivo deve-se ao fato de que a produção a partir de recicláveis requer menos água do que a partir de matérias-primas virgens.

Verificam-se também outros ganhos econômicos decorrentes da reciclagem (D), tais como o alongamento da vida útil dos equipamentos e ainda a redução de dispêndios com saúde pública, divisas (por exemplo, petróleo, insumos para fabricação de vidros e metais), geração de empregos urbanos.

Resultados

Resultados globais para o Brasil

A economia possível através da reciclagem do lixo no ano de 1996, no Brasil, pode ser estimada em ao menos R\$ 5,8 bilhões.

Deste total foi obtida economia de R\$ 1,2 bilhão, tendo sido perdidos, pela não reciclagem, R\$ 4,6 bilhões.

A matéria-prima constitui o principal fator de economia, respondendo por 71% do total possível e 62% do obtido através da reciclagem. O segundo fator em valor é a economia de energia elétrica, contribuindo com 23% do total possível e 29% do obtido.

O papel é o reciclável de maior peso, seja na economia possível (38%), na obtida (60%) ou na perda (33%). Segue-se o plástico, cuja contribuição alcança 57% da economia possível e 33% da obtida. Essas variações entre o papel e o plástico devem-se, em grande parte, ao maior índice de reciclagem alcançado pelo primeiro.

O maior item singular de economia possível é a matéria-prima do plástico; no que se refere à economia obtida, os itens matéria-prima e energia proporcionados pela reciclagem do papel são os de maior expressão.

Deve-se lembrar, contudo, que a medida da economia de água e da redução dos custos ambientais não chegou a abranger a totalidade dos ganhos efetivamente alcançados, nem foram calculados para o Brasil os custos evitados pelas Prefeituras, dada a indisponibilidade das informações requeridas.

Cumprir enfatizar que os resultados apresentados constituem apenas uma ordem de grandeza, subestimada, dos ganhos que a reciclagem do lixo pode proporcionar sob o ponto de vista do conjunto da sociedade.

O quadro a seguir permite uma visão em maior profundidade dos resultados encontrados para o Brasil.

Quadro 3
Brasil – Economia Resultante da Reciclagem do Lixo

	G	=	V	- V	- C	+ W	+ M	+ H	+ A
Economia	Ganho	=	Venda de recicláveis	Venda de recicláveis	Custo da reciclagem	Economia de energia	Economia de matéria-prima	Economia de recursos hídricos	Economia de custos ambientais
Possível	5835,9	=	1273,3	- 1273,3	- 382,0	1338,9	4170,7	704	4,5
Obtida	1191,6	=	363,3	- 363,3	- 109,0	340,3	735,6	223,9	0,8
Perdida	4644,5	=	744,4	- 744,4	- 273,0	998,6	3435,1	480,1	3,7

Fonte: CALDERONI, Sabetai. Op. cit., cap. 15, quadros 15.18, 15.19 e 15.20, pp. 284 a 286.

Resultados globais para o município de São Paulo

Os resultados globais totalizados para o município de São Paulo revelam um importante avanço da reciclagem já em curso, além de perspectivas de considerável crescimento. Esses resultados são sumarizados pelos dados que compõem o Quadro 4.

Os dados apresentados são complementados pelos Quadros 15.14, 15.15 e 15.16 (vide *Os Bilhões Perdidos no Lixo*, páginas 278 a 280). Merecem destaque os seguintes aspectos:

- a economia possível é da ordem de R\$ 1,1 bilhão, tendo sido alcançados R\$ 326 milhões e perdidos R\$ 791 milhões;
- o papel constitui a principal fonte de economia entre os recicláveis, no que se refere à economia obtida, respondendo por 71% do total, mercê da elevada escala em que opera;
- o plástico representa 59% da economia perdida, dadas as dificuldades de identificação desse reciclável e a sua relação peso/volume desfavorável;
- a matéria-prima é a principal fonte de economia obtida com a reciclagem, sobretudo no caso do papel; o plástico é a maior fonte de economia potencial (possível) entre os recicláveis: R\$ 443 milhões;
- as transações de recicláveis atingiram R\$ 107 milhões no município de São Paulo, valor distribuído pela indústria aos sucateiros e carrinheiros/catadores; o potencial dessas transações chega presentemente a R\$ 251 milhões, montante capaz de suportar cerca de 28 mil empregos de carrinheiros/catadores com rendimentos anuais de R\$ 3.600 (R\$ 300/mês) e manter em atividade uma rede importante de sucateiros;
- a Prefeitura Municipal vem auferindo R\$ 36 milhões como benefício decorrente da reciclagem, uma vez que não precisa coletar, transportar e dispor em aterros 748 mil toneladas anuais de lixo;
- a reciclagem proporciona uma economia de R\$ 436 por tonelada no município de São Paulo (R\$ 326,3 milhões/748 mil t), valor expressivo e suficiente para justificar ao menos iniciativas promocionais no sentido da instituição e manutenção de programas de reciclagem do lixo domiciliar, que contribuiriam para elevar ainda mais o valor dos recicláveis.

Como se vê, a reciclagem do lixo no município de São Paulo constitui-se em atividade economicamente viável, fato flagrante mesmo com a identificação incompleta dos fatores de economia que proporciona.

Quadro 4
Município de São Paulo – Economia Resultante da Reciclagem do Lixo.

Economia	G	=	V	- V	- C	+ E	+ W	+ M	+ H	+ A
	Ganho	=	Venda de recicláveis	Venda de recicláveis	Custo da reciclagem	Custo evitado da PMSP	Economia de energia	Economia de matéria-prima	Economia de recursos hídricos	Economia de custos ambientais
Possível	1117,5	=	250,9	- 250,9	- 75,3	90,3	265	695	141,1	1,4
Obtida	326,3	=	107,2	- 107,2	- 32,2	36,3	101,5	155	65,1	0,5
Perdida	791,2	=	143,7	- 143,7	- 43,1	54,0	163,5	539,9	76	0,9

Fonte: CALDERONI, Sabetai. Op. cit., cap. 15, quadros 15.14, 15.15 e 15.16, pp. 278 a 280.

A coleta seletiva no município de São Paulo

Como ocorreu em grande número de países, também no Brasil a coleta seletiva ganhou considerável desenvolvimento. Após o início na cidade de Niterói, no bairro de São Francisco, um número cada vez maior de municípios passou a praticá-la, tendo sido identificados, em 1994, 82 programas de coleta seletiva no país⁹, que passaram a 135 em 1999.¹⁰

A coleta seletiva implantada no município de São Paulo abrangeu a coleta em residências (denominada porta-a-porta) e nos Postos de Entrega Voluntária – PEV (pequenos containers dispostos em alguns logradouros públicos para receber depósitos de materiais recicláveis). O interesse, em ambos os casos, residia na obtenção dos materiais recicláveis, essencialmente plásticos, vidro, metais e papel, separados da parte orgânica do lixo pelos moradores.

Sua inauguração oficial, em 4 de julho de 1989, no bairro de Vila Madalena, ocorreu através de um projeto-piloto, que previa a distribuição de sacos de papel para utilização dos moradores do bairro e de folhetos explicativos, realizando-se, ao mesmo tempo, uma pesquisa junto à população residente. Além de receberem os sacos de papel, os moradores contavam também com visitas de técnicos da Prefeitura para orientação e acompanhamento do processo. Findo o período de três meses de duração do projeto-piloto, houve pequeno declínio do volume coletado.

A coleta seletiva, tal como foi implantada em Vila Madalena, envolvia o recolhimento dos materiais recicláveis, separados nos domicílios, por um caminhão de coleta, uma vez por semana. Uma sacola de papel kraft, resinada, com capacidade de 50 litros, foi adotada para acondicionamento dos materiais, sendo entregues aos moradores do bairro quatro sacolas por mês. A receita gerada através da venda dos materiais recicláveis foi destinada ao próprio bairro.

Transcorridos seis meses de fase experimental, avaliou-se que 70% da população havia aderido ao Projeto. Em junho e julho, tendo em conta esse resultado, a coleta foi expandida para os bairros da Lapa, Butantã e Pinheiros, abrangendo mais 12.500 domicílios.

Escolhido o local para seleção e armazenamento dos materiais coletados – o antigo incinerador de Pinheiros –, foi pavimentada uma área de 1000 m² e construído um galpão de 100 m² para triagem.

Os materiais oriundos da coleta seletiva foram triados no Centro de Triagem de Pinheiros (Rua Sumidouro, 580) no bairro do mesmo nome. Sua função consistia em receber, triar e comercializar o material reciclado. O Corpo Municipal de Voluntários (CMV), atualmente denominado Centro de Apoio Social e Assistencial (CASA), responsabilizou-se por esse trabalho, desenvolvido por seus funcionários.

O CMV recebia todo o material obtido através da coleta seletiva e de doações que, em seguida, era recolhido ao Centro de Triagem de Pinheiros. Uma esteira rolante foi utilizada para separar materiais que estavam misturados, sendo empregados 17 funcionários nessa operação.

⁹ Estes programas, com início a partir de 1990 (IPT/CEMPRE, op. cit.) concentram-se nos estados de São Paulo (26 programas), Rio Grande do Sul (12), Paraná (8), Minas Gerais (8), Santa Catarina (7), Bahia (4), Pernambuco (4), Rio de Janeiro (4), Espírito Santo (2), Paraíba (2), Acre (1), Brasília (1), Goiás (1), Mato Grosso do Sul (1) e Pará (1).

¹⁰ CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. *Guia de Coleta Seletiva de Lixo*. São Paulo: CEMPRE, 1999. p. 74.

Os custos da coleta seletiva em São Paulo

A questão dos custos da coleta seletiva é muito controversa, havendo muitas opiniões a respeito mas poucos levantamentos efetivos.

A mais importante destas pesquisas de custos, denominada Ciclossoft, concluiu que o principal item são os gastos com mão-de-obra, os quais representam mais de 55% do total. Em segundo lugar, aparecem os chamados custos com equipamentos, com 40%. As outras duas categorias de custo – despesas administrativas e outros (sacos de papel e manutenção de esteira) – apresentam pequeno peso percentual, respectivamente 2,6% e 1,6%.

Segundo a Ciclossoft, em 1994, era muito elevado o custo da coleta seletiva praticada em São Paulo (US\$294/t), superior ao custo vigente em Curitiba (US\$179/t) e ao encontrado em oito capitais pesquisadas pelo CEMPRE (US\$240/t). Em 1999, esse custo caiu para US\$ 157/t.¹¹ Ainda assim, muito acima dos custos de uma coleta de lixo usual (US\$30/t em São Paulo).

¹¹ CEMPRE. Op. cit., p. 78.

A menor densidade dos materiais recicláveis pode explicar, em parte, a diferença, mas mesmo esse fator poderia ter sua importância minimizada pelo uso de equipamentos de coleta mais adequados.

A menor densidade não é suficiente para explicar custo tão elevado. Na verdade, como a densidade dos recicláveis é cinco vezes menor que a do material orgânico, desafia a lógica um custo de coleta dos recicláveis cinco vezes superior ao da coleta do material orgânico. Sendo de US\$ 30/t o custo da coleta usual, a coleta de recicláveis teria que custar menos que US\$ 150 (5 x US\$ 30), pois já contém cerca de 30% de recicláveis.

Não obstante, alguns fatores podem ser apontados para justificar custos tão elevados para a coleta seletiva observada em São Paulo e que são comuns às maiores cidades brasileiras:

- a) Escala – com a baixa escala (cerca de 10 t/mês) os custos fixos assumem um peso muito grande. Acredita-se que com uma coleta seletiva de 70 t/d de recicláveis seria possível baixar os custos para R\$100,00 a R\$150,00.
- b) Espaço para armazenagem – a falta de espaço para armazenagem é um grande problema para a venda em lotes. Caso tivesse havido armazenagem teria sido possível a obtenção de preços mais altos, uma vez que seriam eliminadas as perdas decorrentes de variações sazonais na demanda.
- c) Negociação – a mecânica da comercialização evidencia dificuldades de negociação dos contratos por falta de oferta estável e pela morosidade do processo licitatório. Afigura-se improvável que uma coleta seletiva, implantada em grande escala no município de São Paulo, venha a encontrar fácil escoamento no mercado, sem que, previamente, sejam negociados contratos com indústrias.
- d) Ausência de terceirização – o fato da mão-de-obra e dos equipamentos serem da própria Prefeitura tornou o programa de difícil

- administração; também as falhas operacionais constituíram importante fator de desestímulo para a população.
- e) Otimização dos circuitos – deve envolver tanto a coleta porta-a-porta como os PEV, utilizando circuito mais econômico, otimizado e racional. No caso dos PEVs, a frequência operacional não vem sendo mantida, acreditando-se que só a terceirização possa resolver esta dificuldade.
 - f) Separação e beneficiamento – o sistema de comercialização atualmente implantado obtém preços aquém do que seria possível alcançar, em grande medida por não haver qualquer beneficiamento dos recicláveis ou pela falta de serviços de transporte.
 - g) Planejamento e gestão – o caráter incipiente e embrionário da experiência levada a efeito em São Paulo evidenciou deficiências importantes no que se refere ao planejamento e à gestão do programa como um todo, conforme se depreende dos itens anteriores. Tais deficiências podem ser atribuídas à necessidade de aprendizagem em situação de implantação de um programa pioneiro, sujeito às pressões cotidianas inerentes à interação permanente com a população.

Discutindo as possibilidades de se reduzir os custos da coleta seletiva, Valente aponta para o caráter ainda embrionário, de baixa produtividade e pequena escala desta experiência, a qual conta com uma estrutura bastante fragmentada, “utilizando recursos materiais e humanos da administração direta (LIMPURB, frota e Administrações Regionais) e indireta (CMV), com preocupação mais educativa do que econômica”.¹² Afirma que a coleta seletiva em São Paulo, caso viesse a ser bem estruturada e racionalizada, poderia ter um custo líquido de US\$ 63/t.

¹²EIGENHEER, Emílio Maciel (organizador). *Coleta Seletiva de Lixo – Experiências Brasileiras*. Rio de Janeiro, 1993.

Síntese

Convém, afinal, sublinhar as principais conclusões e oferecer uma visão de conjunto dos resultados mais importantes que as informações coligidas, as análises realizadas e as propostas apresentadas permitiram alcançar.

A coleta seletiva, no contexto do processo de reciclagem do lixo, é economicamente viável no município de São Paulo e no Brasil. Não reciclar significa deixar de auferir rendimentos da ordem de bilhões de reais todos os anos.

¹³Estes resultados constituem uma subestimativa dos efetivos valores, pois não consideram itens importantes de economia para os quais não foi possível obter informações, como: economia de divisas, usinas hidrelétricas, matérias-primas e, nos cálculos relativos ao Brasil, os custos evitados.

A cada tonelada de lixo domiciliar não reciclado no município de São Paulo, deixa-se de auferir um ganho da ordem de R\$ 712. No total, estima-se que a perda anual seja de R\$ 791 milhões (para as 1.112 mil t/ano de recicláveis descarregados nos Aterros Sanitários). No Brasil, deixa-se de obter cerca de R\$ 4,6 bilhões anuais pela parte do lixo domiciliar que não é reciclada.¹³

A reciclagem do lixo poderia ser praticada no município, com grande proveito para todos os agentes.

O mercado de recicláveis pode auferir cerca de R\$ 135 por tonelada, valor que permite remunerar todos os sucateiros, carreiros e catadores e também cobrir todos os gastos com transporte, armazenagem e processamento dos recicláveis (vide Quadro 5). Os custos que a reciclagem evita para a Prefeitura com a coleta, transporte, transbordo e disposição final do lixo são de quase R\$ 50 por tonelada. A reciclagem do lixo permitiria a obtenção de produtos recicláveis com menor grau de impurezas, o que elevaria o seu valor de mercado. Para implementá-la, a Prefeitura precisaria organizar-se com grau de eficiência semelhante ao vigente no mercado, ou poderia, alternativamente, terceirizar os serviços.¹⁴

A reciclagem do lixo contribui para o desenvolvimento sustentável, em especial para o desenvolvimento economicamente sustentável.

Os fatores que tornam a reciclagem do lixo viável em termos econômicos convergem, todos eles, para a proteção ambiental e a sustentabilidade do desenvolvimento, pois referem-se à economia de energia, de matérias-primas e de água e à redução da poluição do subsolo, do solo, da água e do ar. E convergem também para a promoção de uma forma de desenvolvimento economicamente e socialmente sustentável, pois envolvem ganhos financeiros para a sociedade como um todo.¹⁵

Quadro 5
Município de São Paulo – Economia Resultante da Reciclagem do Lixo

Economia	G	=	V	- V	- C	+ E	+ W	+ M	+ H	+ A
	Ganho	=	Venda de recicláveis	Venda de recicláveis	Custo da reciclagem	Custo evitado da PMSP	Economia de energia	Economia de matéria-prima	Economia de recursos hídricos	Economia de custos ambientais
Possível	600,8	=	134,9	- 134,9	- 40,5	48,6	142,5	373,6	75,9	0,8
Obtida	436,3	=	143,3	- 143,3	- 43,0	48,5	135,7	207,3	87	0,7
Perdida	711,5	=	129,2	- 129,2	- 38,8	48,6	147	485,5	68,4	0,8

Fonte: CALDERONI, Sabetai. Op. cit., cap. 15, quadros 15.14, 15.15 e 15.16, pp. 278 a 280.

Recomenda-se a adoção de abordagem macroeconômica e macroespacial para a avaliação da viabilidade econômica da reciclagem do lixo.

A literatura referente à avaliação da viabilidade econômica da reciclagem tem sido desenvolvida seguindo uma abordagem microeconômica. Ao mesmo tempo, os geógrafos têm-se inclinado por abordagens de cunho intra-urbano, ou quando muito urbano. Embora tais abordagens sejam necessárias, recomenda-se a adoção de um enfoque macroeconômico e macroespacial, de sorte a dele derivarem resultados e aplicações como os ora sugeridos.

¹⁴ Se a Prefeitura licitasse a coleta seletiva por R\$ 49/t – R\$ 90.322 mil/1.860 mil t, conforme CALDERONI, op. cit., p. 278 – estaria “empatando” e ainda “ganharia” pela qualidade com o Programa de Coleta Seletiva, cujo custo de mídia seria coberto pelo maior valor dos recicláveis. Note-se que a remuneração da empresa vencedora dessa licitação poderia ser aumentada pela atribuição a ela dos direitos sobre a venda dos recicláveis coletados, cujo valor é de cerca de US\$ 135 por tonelada (vide Quadro 5).

¹⁵ Conforme nossos cálculos, podem ser criados 141 mil empregos no Brasil e 28 mil no município de São Paulo. Note-se que o custo de criação de um emprego industrial é estimado usualmente em torno de US\$ 50 mil, embora esses empregos proporcionem salário médio mais alto do que os R\$ 300/mês recebidos pelos carrineiros/catadores.

A EVOLUÇÃO E OS DESAFIOS DO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA DO LIXO EM CURITIBA

Sérgio Tocchio

O programa de coleta seletiva do lixo em Curitiba está completando dez anos. Seu principal resultado é, sem dúvida, a consolidação da cultura da separação doméstica dos resíduos em uma cidade que enfrenta os mesmos desafios de infra-estrutura de todos os grandes centros urbanos brasileiros. Hoje, o uso do latão específico para a deposição do lixo reciclável é comum nas casas curitibanas e esse é o melhor indicativo de que, para a população, separar e reciclar o lixo faz parte das tarefas do cotidiano. O percentual de reciclagem chega a quase 20% sobre o total de resíduos produzidos em Curitiba, índice semelhante, por exemplo, ao da Alemanha, cuja sociedade tem nas questões ligadas ao environment uma de suas principais preocupações.

A consolidação do programa de coleta seletiva do lixo, mantido pela Prefeitura de Curitiba, foi possível devido a conjugação de alguns fatores importantes, entre eles, a receptividade das pessoas à proposta lançada pela administração municipal, o investimento permanente do município em infra-estrutura e em informação e o acompanhamento da demanda por especialização dos serviços.

O programa em números

De 1997 para 1998, o programa “Lixo que não é Lixo” experimentou um crescimento de 16,9%, passando de cerca de 15 mil toneladas recolhidas em 97 para 17.504 toneladas em 98. Hoje, Curitiba ocupa a primeira colocação no ranking de reciclagem do lixo divulgado pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), organização sediada em São Paulo que reúne empresas privadas do setor.

Segundo esta organização, a capital do Paraná é a cidade que mais recicla lixo no país, que tem a maior cobertura pela coleta seletiva por número de habitantes (99,3%, contra 97% da segunda colocada, Porto Alegre), que mais toneladas arrecada por mês (2 mil toneladas coletadas pelos caminhões e 3,5 mil coletadas pelos catadores, para 1,13 mil toneladas de Porto Alegre), além de ser uma das que menos gasta com a coleta seletiva (US\$ 59,4 por toneladas de lixo coletado, contra a média de US\$ 150,00 gastos pela maioria das cidades pesquisadas).

Os dados do CEMPRE mostram ainda que, dos cerca de 1,4 milhão de habitantes de Curitiba, 99,3% são beneficiados pela coleta domiciliar de lixo. Os 0,7% restantes se referem a locais de difícil acesso para os caminhões de limpeza, e mesmo nestes a população tem que andar apenas cerca de 100 metros para chegar até um ponto de coleta.



Figura 1
Entrega de lixo reciclável aos coletores. Foto: Rogério Machado/SMCS.

Aspecto social

Além do aspecto puramente ambiental, deve-se ressaltar ainda os papéis social e econômico do programa. Em Curitiba, a coleta e a reciclagem mobilizam, além da estrutura oficial de atendimento, 3 mil “carrinheiros” – coletores domiciliares, dos quais 1,2 mil cadastrados pela Fundação de Ação Social, órgão que coordena a política social do município – e 24 pequenos depósitos cadastrados que funcionam como parceiros da prefeitura no processo de seleção dos resíduos (segundo dados da administração municipal, existem na cidade outros 100 depósitos particulares que também recebem lixo reciclável).

No ano passado, com vistas a reduzir o impacto econômico dos intermediários no processo de venda dos materiais, a prefeitura patrocinou a criação da RECOOPERE – Cooperativa dos Coletores de Material Reciclável – que já congrega centenas de trabalhadores e que, até o final do ano, deve criar 4 entrepostos para armazenagem de material reciclável em locais estratégicos da cidade. Até setembro do ano 2000, cada uma das 8 administrações regionais deve ter um entreposto, proporcionando aos coletores a oportunidade de vender o material em local próximo à região onde fazem a coleta.

A prefeitura também está realizando o recadastramento dos trabalhadores. Durante o mês de setembro, 34 pesquisadores vão percorrer toda a cidade para traçar um perfil dos coletores de papel. Com o recadastramento será possível saber a quantidade de coletores e depósitos, a procedência dos trabalhadores, a idade, o número de filhos, o tempo de trabalho e a quantidade de material coletado. Com o resultado em mãos poder-se-á identificar, por exemplo, os pontos de maior concentração de coletores e depósitos e, a partir daí, reforçar o trabalho de apoio.



Figura 2
Catador de papel, associado da RECOOPERE. Foto: Carlos Ruggi/SMCS.

Câmbio verde

Na política ambiental adotada em Curitiba, a preocupação social permeia todas as ações. A relação entre meio ambiente e ação social é visível no programa Câmbio Verde, destinado a fazer a troca do lixo reciclável por alimentos (4 quilos de lixo por uma sacola de hortifrutigranjeiros) em 61 pontos das regiões mais carentes da cidade e que, no período 97/98, cresceu 14,27%. A média mensal de troca é de 350 toneladas de lixo reciclável e já beneficiou 25 mil pessoas com alimentos comprados pelo município junto a pequenos produtores da Região Metropolitana de Curitiba.

No programa Compra do Lixo – componente relacionado à coleta genérica do lixo e não apenas à do lixo reciclável – 25 mil pessoas são atendidas mensalmente com a troca de 500 toneladas por mês de lixo orgânico (restos de alimentos e lixo vegetal) por 100 toneladas de hortifrutigranjeiros. A troca é feita em locais de difícil acesso aos caminhões da coleta domiciliar.



Figura 3

Troca de lixo reciclável por alimentos. Foto: Cesar Brustolin/SMCS.

Condomínios

Lançado há dois anos, o programa de separação de lixo em condomínios já alcançou 1,5 mil condomínios residenciais da cidade. Para 1999, a meta é cadastrar mil novos edifícios. A Prefeitura realiza semanalmente o trabalho de conscientização sobre a separação do lixo doméstico nos condomínios residenciais de Curitiba, ensinando a forma correta de acondicionamento e destinação final de materiais reaproveitáveis.

Lixo tóxico

O serviço de coleta de lixo tóxico, inédito no país, recolhe apenas os resíduos gerados nas residências. Lançado em setembro de 1998, o programa coletou, até maio de 1999, 6,9 toneladas de pilhas, restos de tinta e solventes, embalagens de inseticidas, lâmpadas fluorescentes e medicamentos vencidos. A população entrega o lixo contaminante no caminhão que circula pelos terminais de ônibus e Ruas da Cidadania uma vez por mês. A coleta é feita de segunda a sábado por um caminhão semelhante ao usado no programa “Lixo que não é Lixo” em 23 terminais de ônibus de Curitiba, entre eles, Centenário, Capão Raso, Carmo, Sítio Cercado, Fazendinha e Boqueirão. Um dia por mês, o caminhão permanece no terminal, das 7 às 15 horas, para recolher os resíduos levados pela população.

O material tóxico recolhido com mais frequência é a tinta, que representa 37,47% do total. Em segundo lugar, os remédios vencidos – 955 quilos coletados ou 21% do total. Depois de recolhido, o lixo tóxico é levado para a Central de Tratamento de Resíduos Industriais (CTRI), na Cidade Industrial de Curitiba. Materiais químicos são encapsulados – técnica que mistura o material a uma massa de cimento, areia e água, formando uma cápsula que evita a contaminação do solo e da água caso haja algum vazamento de líquidos.



Figura 4
Coleta de lixo tóxico residencial. Foto: Orlando Kissner/SMCS.

Lixo cortante

Em maio do corrente ano, obedecendo à estratégia de evolução do programa, a Prefeitura Municipal lançou um componente novo no processo de coleta de materiais recicláveis. Com base no número elevado de acidentes sofridos pelos trabalhadores do serviço

de limpeza pública com materiais cortantes – restos de vidro, metal, plásticos – a prefeitura deu início a uma campanha de conscientização da população para a embalagem correta dos resíduos. No primeiro mês de campanha, o número de acidentes caiu de 18 para 10 e, no segundo mês, para 5, uma redução de cerca de 72%.

Segundo o engenheiro de segurança da Cavo (empresa que gerencia a coleta na cidade), Marco Lorentz, os resultados positivos podem ser diretamente atribuídos à campanha veiculada pela Prefeitura, que, em suas peças de propaganda – outdoors distribuídos em 120 pontos da cidade – relacionou os acidentes causados pelos materiais cortantes ao ataque de insetos e animais peçonhentos.

Internamente, a empresa também trabalha para reduzir o índice de cortes em coletores. Entre os equipamentos de proteção individual em fase de testes estão uma calça de tecido mais resistente a cortes e de cor fluorescente, além de vários tipos de luvas de segurança.



Figura 5
Outdoor alertando a população sobre riscos do lixo cortante.

Usina de reciclagem

A Usina de Reciclagem da Prefeitura de Curitiba completou, em junho de 1999, dez anos de operação, dando início a uma nova fase: a de industrialização do lixo plástico. A partir de maio, uma injetora – máquina que produz peça plástica moldada – passou a transformar peças de polipropileno, encontradas no lixo, como tampas de refrigerantes e potes de margarina, em vasos para plantas. A máquina poderá produzir 1.760 peças por dia. Os primeiros 5 mil vasos foram doados ao Horto Municipal do Guabirota para cultivo de flores.

Com a injetora, a Prefeitura pretende retornar ao ciclo produtivo o material plástico jogado no lixo, transformando-o em bem de consumo. O plástico corresponde a 14% das 600 toneladas de lixo bruto reciclável que vai para a usina a cada mês. A usina também fará peças para empresas que se interessarem pelo serviço. Para isso, a empresa terá de fornecer o molde e a matéria-prima.

O processamento do polipropileno vai permitir à usina gerar recursos para cobrir os custos de sua manutenção. Hoje, o material que chega à usina é moído e vendido por R\$ 0,25 o quilograma para indústrias de beneficiamento de plástico. Com um quilograma de polipropileno, a injetora poderá produzir 40 vasos, que serão vendidos ao preço médio de R\$ 0,25 a unidade no mercado varejista. Cada quilo de plástico transformado em vaso renderá, então, R\$ 10,00.

Suporte para lixo

Em uma primeira etapa, a injetora beneficiará apenas o polipropileno, produzindo o vaso para planta e o prato em formato pequeno. O polipropileno equivale a 3% do lixo plástico da usina. O plástico mais comum encaminhado à usina é o polietileno, usado na fabricação de garrafas PET de refrigerantes, material que corresponde a 50% de todo o lixo plástico.

O engenheiro de materiais Marcelo Gomes Ferreira, gerente da Usina de Reciclagem, diz que a médio prazo a injetora vai poder processar outros tipos de plástico. “Tudo vai depender da aquisição de novas peças”, destaca. Em uma segunda etapa, a usina vai produzir também suportes de lixo para interior de veículos.

De acordo com o diretor do Departamento de Produção Vegetal da Secretaria do Meio Ambiente, Edélcio Marques dos Reis, a parceria entre a usina e o Horto vai viabilizar o cultivo de plantas como violetas, lírios-da-paz, espírito-santo e prímulas, usadas em ambientes internos. Com os vasos reciclados, o Horto do Guabirotuba fará três novas estufas de plantas para interior, que serão distribuídas para órgãos da Prefeitura.

Para se transformar em um vaso, o plástico passa por cinco etapas. Primeiro, o material é moído e lavado. Depois é submetido a uma centrifugadora, indo em seguida para uma aglutinadora, que compacta o material. Cumpridas estas etapas, o material é derretido e picotado por uma máquina extrusora para ser levado finalmente à injetora, explica o engenheiro Marcelo Ferreira.

A extrusora e a injetora foram obtidas com a troca de material reciclado da Usina. A injetora funciona 8 horas por dia, de segunda a sexta-feira.

Bicicletas

A reaproveitamento de material do lixo para a produção de peças que podem ser utilizadas novamente pela população tem sido a filosofia da Usina. No ano passado, a Usina criou uma oficina para montar computadores. Foram montados 10 computadores 386 e 486, vendidos aos funcionários por R\$ 10,00.

Os funcionários da usina também estão montando bicicletas com peças retiradas do lixo. Rodas, quadros, pneus, selins e correias jogados fora e em condições de uso são reaproveitados e as bicicletas, depois de pintadas e montadas, voltam para as ruas.

Desde o início de março, quando foi instalada, a oficina já remodelou 6 bicicletas.

Resultados indiretos

A separação do lixo doméstico já responde pela ampliação em pelo menos 1 ano e 7 meses no tempo de vida útil do Aterro Sanitário da Cachimba, na região sul da cidade, onde é compactado todo o lixo orgânico e não separado de Curitiba e da Região Metropolitana. O aterro deve estar ativo ainda em junho de 2.002, contra o prazo anterior de 11 anos, que se encerraria em novembro do ano 2.000.

Estes são alguns dos resultados obtidos ao cabo de uma década de duração do Programa de Coleta Seletiva de Lixo adotado em Curitiba, e conhecido no país e no exterior pela denominação “Lixo que não é Lixo”. A próxima década trará, por certo, novos desafios que devem ser ultrapassados pelo poder público municipal em parceria com a principal beneficiária, a população da cidade.

Sérgio Tocchio é Secretário Municipal do Meio Ambiente de Curitiba, Paraná.

CONVERSÃO DO LIXO EM ENERGIA uma questão de ponto de vista

Felix A. Farret

O lixo sólido urbano e os refugos empresariais devem figurar entre as grandes questões que a todos preocupam neste final de milênio. Ocorre que enormes quantidades de rejeitos de origem industrial, comercial e residencial têm sido espalhados de modo displicente e desordenado por todo o planeta, aí incluído o espaço sideral próximo, negligenciando-se as possibilidades de reaproveitamento de um vasto conjunto de materiais e substâncias. Neste cenário sombrio para o próprio futuro da humanidade, convém examinar cuidadosamente todas as alternativas de utilização de resíduos, em especial como fonte de energia. Aparentemente inviável para a iniciativa privada, o uso dos subprodutos do lixo não pode deixar de ser estimulado pelo poder público, na medida em que pode produzir benefícios para a população, melhorando as condições de saúde pública, reduzindo a poluição ambiental ou aumentando a eficiência de aproveitamento dos recursos naturais, renováveis ou não.

O meio ambiente e a geração de energia

Alguns princípios gerais devem nortear as políticas governamentais que possam influenciar na convivência do homem com o meio ambiente. O aspecto mais forte desta convivência reside na necessidade humana de consumir energia cuja única fonte é a natureza. Há, então, que se formular as bases racionais para o equilíbrio entre ambos, de modo que um não extinga o outro. Assim, parece haver consenso na atualidade no sentido de que a utilização dos recursos naturais deve estar orientada de maneira a não modificar o ambiente apenas numa única direção. Portanto:

- Nada deve ser utilizado de uma fonte renovável que não possa ser regenerado no mesmo período.
- Devem ser lançados no meio ambiente apenas aqueles materiais que possam ser absorvidos na mesma localidade.
- Devem ser mantidas em nível de baixo risco de danos as quantidades de energia e de material lançadas no meio ambiente.

As etapas do ciclo de existência do lixo estão visíveis na Figura 1. Porém, no aspecto geração de energia a partir do Lixo Urbano Sólido (LUS), este ciclo tem colidido frontalmente com as formas de geração de energia vigentes em todo o mundo e no Brasil, particularmente nos grandes centros industriais e agropecuários. Observa-se que cada produto e cada serviço está ligado, em todo o seu ciclo vital, com a emissão de energia e materiais que, em larga proporção, não são utilizáveis e retornam inalterados ao ambiente natural, o qual deve reabsorvê-los. A redução dessas emissões representa uma contribuição destacada à proteção ambiental e um decréscimo na poluição convencional.

O abastecimento mundial de energia ainda está baseado nos combustíveis fósseis (80 a 90%), cuja queima leva, entre outros efeitos, à produção maciça de dióxido de carbono. Portanto, esse deve ser o alvo a se prestar maior atenção, tendo em vista a obtenção de resultados significativos. Um bom começo seria evitar o uso dos combustíveis em geral, tarefa gigantesca e complexa por mexer em muitos dos sustentáculos mundiais da vida moderna. Se não houver outra alternativa local, pode-se pensar então em substituir os combustíveis com alto conteúdo de carbono, como o carvão, por combustíveis com menor conteúdo de carbono, como o gás.

Uma segunda fonte importante de abastecimento de energia elétrica, a energia nuclear, ainda é alvo de debates sobre a sua utilização. Contudo, o desejo do público de aceitar os riscos diretos agora e passar os indiretos para as gerações futuras está se modificando na mesma proporção em que aumenta o perigo à sobrevivência na terra e que cresce a importância de outras formas de energias alternativas em razão do desenvolvimento tecnológico e da consciência ecológica. Essa e outras considerações permitem definir a meta de um sistema de abastecimento de energia sustentável: contribuir ao máximo para afastar a energia nuclear tão logo quanto possível.

Se as fontes renováveis de energia tivessem realmente de substituir as energias fósseis e nuclear nos níveis atuais de consumo, elas teriam que ser multiplicadas por um fator 40, pois, presente-mente, respondem apenas por cerca de 2,5% da utilização das fontes de energia mundiais. A dramática necessidade de expansão na utilização dessas fontes também não é desejável pelos problemas que geraria, como o uso da terra e algumas formas de emissão.

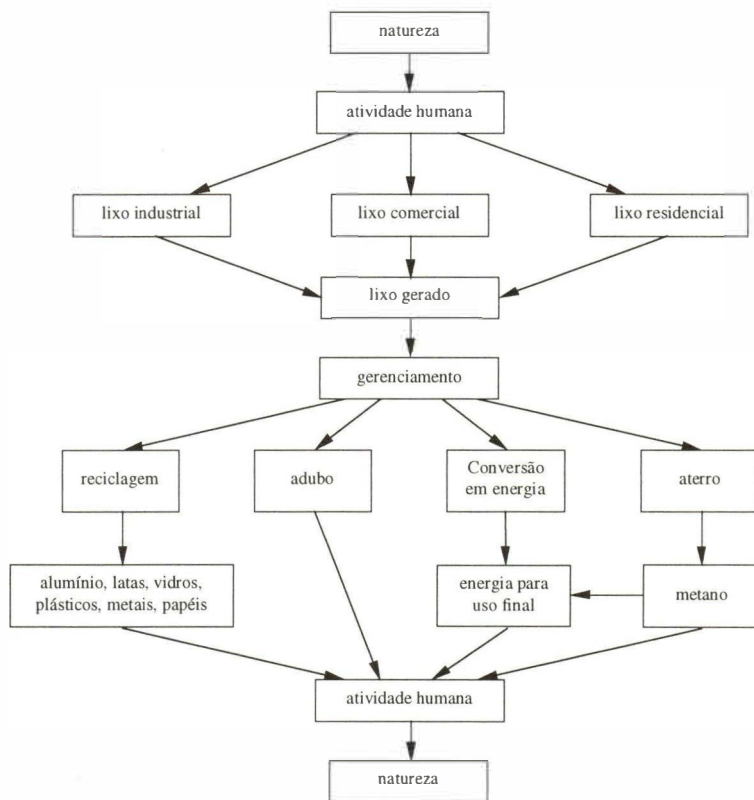


Figura 1
O ciclo de existência do lixo.

Tomando-se, então, como base que, tanto o uso como a geração de energia não têm como ser ambientalmente neutros, a única maneira de limitar os seus efeitos seria a redução significativa de seu consumo total. Para tanto, existem em todo o planeta formas potenciais de uso e de conservação de energia que devem ser aproveitadas ao extremo, intensificando-se a utilização de tecnologias poupadoras de energia. Tais medidas poderiam estimativamente reduzir o consumo de energia pela metade, lá pelo ano 2050, necessitando-se, para isso, de uma taxa de aumento na produtividade anual de energia de 3% a 5%.¹ Da mesma forma, se menos energia fóssil

¹ PIMENTA, J. L. Células de combustível: energia limpa para o desenvolvimento sustentável, *Eletricidade Moderna*, Abr. 1999, p. 224-236.

ou nuclear devesse ser utilizada, o próximo passo seria a geração de energia a partir das fontes renováveis, que deveriam ser expandidas também a uma taxa de 3% a 5% ao ano.

Nesse particular, foi criado o Programa ZERI (Zero Emission Research Initiative), mantido pela Universidade das Nações Unidas, com sede no Japão. O idealizador e coordenador da iniciativa é o empresário belga Gunter Pauli, um dos maiores propagadores da idéia. Pauli escreveu diversos livros mostrando as vantagens da estratégia global de Emissão Zero. No programa de Pauli estão envolvidos mais de 4500 cientistas ligados a mais de 30 entidades de todo o mundo, que discutem pela Internet temas focalizando estratégias, fórmulas e conceitos para se alcançar emissão zero em nível mundial. Uma das grandes preocupações do programa é o destino do lixo sólido urbano, considerando sua eliminação pura e simples para geração de subprodutos, entre eles, a eletricidade.

A Europa encontra-se muito a frente do restante do mundo em termos de utilização do lixo sólido urbano. Mais de 27 milhões de toneladas do lixo sólido são usadas para gerar eletricidade e para aquecimento.² A Suíça, por exemplo, exige que todos os incineradores sejam equipados para saída de energia e está acrescentando 10 novas instalações. A Suécia processa atualmente quase 1,5 milhões de toneladas/ano de LUS. Da mesma forma, a Holanda objetiva recuperar 40% da energia do lixo. Em Bruxelas, Bélgica, processos de recuperação térmica de LUS abastecem mais de 5% da eletricidade daquele país, enquanto na França, 25% do total do LUS é incinerado para produção de energia. Nos EEUU, a indústria do lixo sólido urbano separa o material recolhido para quatro finalidades: reciclagem, adubo, aterro e combustão. Para tanto, a Agência de Proteção do Meio Ambiente dos Estados Unidos define o LUS de maneira a distinguir bens duráveis, containeres, embalagens, restos de comida, lixo urbano em geral e lixo inorgânico cuja origem pode ser residencial, comercial, institucional e industrial. Aí não se consideram o lixo industrial propriamente dito, o lixo da agricultura, o esgoto sanitário e todos os demais tipos de lixos perigosos incluindo as baterias e o lixo hospitalar. Naquele país, mais de 200 milhões de toneladas de LUS são geradas por ano distribuídos entre papel e papelão, que somam juntos 38,9% do total, lixo urbano (14,6%), plástico (9,5%), metal (7,6%), comida (6,7%), vidro (6,3%) e outros (16,4%).

Possibilidades do lixo como fonte de energia

De acordo com a mentalidade atual dos órgãos públicos e empresas privadas, poucos são os indicativos que apontam para a produção economicamente viável de energia elétrica a partir da biomassa ou de outras formas de gás como o do lixo. Ecologia, poluição, custos e rendimento global são algumas das complica-

² ADVANCED ALTERNATIVE ENERGY CORPORATION. Business Opportunities. URL: www.aecorp.com, jun/1999. TVE INTERNATIONAL, Intermediate Technology Development Group, The Schumacher Centre for Technology and Development. Information Service Unit. Rugby, England. URL: www.oneworld.org/itdg ou www.irdg.org.pe, 1998.

ções para esse tipo de central de incineração. Em compensação, trata-se de energia renovável, que pode reaproveitar materiais indesejados.

Para entender melhor a questão, deve-se considerar a forma como o biogás é produzido a partir do lixo. Sabe-se que o biogás resulta da ação de bactérias sobre o material orgânico na falta de oxigênio, razão pela qual este processo também é conhecido como digestão anaeróbica. As fontes mais abundantes do biogás são a carniça animal, o lixo humano e os resíduos agrícolas. As bactérias digerem lentamente o material e produzem um gás composto por metano e dióxido de carbono, numa proporção de 3/2, aproximadamente. O óleo combustível produz aproximadamente 19 gramas de CO₂ por MJ, enquanto o gás natural produz 14 gramas de CO₂ por MJ. O custo energético para a coleta do lixo sólido urbano em Porto Alegre é de 360 MJ/ton. Em São Paulo, para a coleta final e depósito em aterros sanitários ou indústrias de reciclagem, a taxa de manuseio é de 460 MJ/ton, sendo considerada a mesma para qualquer composição de lixo. A geração total de energia na central de incineração de lixo é de 240 GWh/ano, produzindo 3.8×10^{-6} kgCO₂/ano.

No Brasil, o biogás, muito usado em propriedades rurais, na cozinha e para iluminação, gera economia de combustível fóssil, principalmente carvão, óleo e gás, pela possibilidade de produzir calor e eletricidade e evitar o transporte de combustível. Além disso, é ambientalmente inofensivo por ser neutro em emissão de dióxido de carbono e não emitir gases sulfurosos. À medida em que os combustíveis sólidos tornam-se mais escassos e caros, com o agravante de emitirem altos níveis de dióxido de carbono, os benefícios e possibilidades do biogás como fonte de energia são paulatinamente melhor reconhecidos pela população, pelos governos e pelas empresas privadas.

O gás com origem no lixo pode ser de grande contribuição como fonte alternativa de energia, principalmente pelo papel de consumidor destes resíduos. Seu uso tem uma destacada vantagem sobre outras fontes alternativas de energia, em especial as de origem solar, eólica e hídrica: a independência das condições climáticas. Ainda assim, em propriedades rurais, onde há biomassa em abundância (plantações de árvores, casca de arroz, dejetos animais e vegetais), resolve-se o problema da criação de lixeiras, despoluindo o meio ambiente e aproveitando melhor os restos culturais. Também tem como vantagem extra, a produção de biofertilizantes, que podem ser utilizados no próprio local. Trata-se de um adubo natural que evita qualquer forma de contaminação.³ Nas cidades, o incentivo à utilização do lixo para produção de energia, de fertilizantes e adubos ou para outras formas de aproveitamento, pode reduzir as despesas com saúde pública, horas de licença médica dos trabalhadores, produção industrial, criação de empregos (para coleta e processamento), controle de insetos (moscas, mosquitos, pernilongos), contami-

³ HUGHES, W. L. *Energy for rural development. renewable resources and alternative technologies for developing countries*. Washington D. C., Advisory Committee on Technology Innovation, Board on Science and Technology for International Development, Commission on International Relations, 1976.
WARD, D. S., KARAKI, S., LÖF, G. O. G., SMITH, C. C., LOWENSTEIN, M. Z., WINN, C. B., LARSON, M. E. VALENTINE, I. E. *Solar heating and cooling of residential buildings – sizing, installation and operation of systems*. U. S. Department of Commerce, Solar Heating Application Laboratory, Colorado State University, 1977.

nação dos mananciais d'água, mau cheiro e outros fenômenos por todos conhecidos. Seja como for, os incentivos públicos reuniriam dois benefícios imediatos: o consumo do lixo e a geração de energia. Para viabilizar esta atividade, as autoridades governamentais deveriam buscar urgentemente uma forma de cálculo que contabilize todos os seus efeitos para traduzi-los em incentivos à utilização do lixo, semelhante ao tentado nos EEUU, com o Public Utility Regulatory Policies Act (PURPA), de 1978.

Em São Paulo, a cidade mais industrializada do Brasil, responsável por cerca de 50% da produção nacional de bens de consumo e serviços e, portanto, com problemas industriais de maior escala, ainda não se conseguiu encontrar uma forma de implantação de programas de reciclagem do lixo. Os altos custos da coleta, a possibilidade de utilização direta em aterro (90 a 95%), a mentalidade não preparada para considerar com mais convicção o meio ambiente como um bem comum que deve ser saudavelmente preservado e a carência da iniciativa voluntária, fizeram com que, contra todas as expectativas, o estado paulistano ainda considere muito mais conveniente a incineração em massa do lixo para gerar energia ao invés de adotar outras formas ambiental e economicamente coerentes com a região.⁴ Estudos indicaram que as diferentes alternativas consideradas podem ser comparadas com base no conteúdo de carbono lançado na atmosfera para os diferentes combustíveis usados nos processos de fabricação. Em contraste com os americanos, que usam mais combustíveis fósseis (mais poluentes), o Brasil usa mais a energia elétrica, o que poderia viabilizar as fontes alternativas de energia e em particular o LUS.

Os estados do sul do Brasil têm-se destacado nos cuidados com o meio ambiente. Porto Alegre, por exemplo, possui a maior floresta urbana do país (mais de um milhão de árvores) e dispõe de serviço de coleta seletiva do lixo já há alguns anos. O exemplo das capitais tem sido seguido pela maioria das cidades do interior destes estados, demonstrando que as autoridades governamentais e a iniciativa privada estão realmente preocupadas com o meio ambiente. A utilização da biomassa igualmente chama a atenção na região, quer pela queima pura e simples da madeira, quer pela produção de gás com biodigestores.

Quanto às instalações necessárias para geração de energia elétrica, o gás combustível não encontra grandes dificuldades no conjunto gerador, salvo o motor, que deve ser adaptado para que funcione com metano ou biogás. A adaptação pode ser feita por mecânicos especializados, que colocam um dispositivo para aumentar o diâmetro do duto de vazão do gás, permitindo uma maior circulação no motor.⁵ Tipicamente, a utilização do biogás para gerar pequenas potências precisa de motores que funcionem à base de gás, acoplados a turbinas e geradores de eletricidade, como mostra a Figura 2.

⁴ LEÃO, A. L. e TAN, H. Potencial of municipal solid waste (MSW) as a source of energy in São Paulo: its impact on CO₂ balance. *Biomass and Bioenergy*, v. 14, n. 1, 1988, p. 83-89.

⁵ AUERBACH, L. M. *A Homesite power unit - methane generator*. Relatório da Alternative Energy Systems, Madison, United States, 1974.

Uma forma mais drástica de geração de energia elétrica a partir do lixo ou da biomassa, é a utilização da queima em massa para produzir vapor sob pressão para acionamento de turbinas. O abastecimento primário de matéria-prima combustível é garantido, já que o lixo é gerado de forma permanente nas cidades e as árvores podem ser replantadas à medida em que forem derrubadas e queimadas. A produção de cinzas, porém, é apreciável e deve-se também pensar num destino adequado para elas.



Figura 2

Diagrama esquemático de um conjunto gerador de energia elétrica usando biogás.

Tendências na geração do lixo urbano sólido

A evolução da composição do lixo sólido urbano em São Paulo, em termos de massa percentual, pode ser observada na Tabela 1. Nas características da composição do lixo mostradas, também podem ser incluídos o conteúdo de umidade que fica entre 40 e 60% e a densidade em kg/m^3 .

Em São Paulo, verifica-se uma tendência de redução na densidade da composição do lixo ao longo dos anos. De 500 em 1927, caiu para 300 em 1957 e para 230 em 1969, mantendo-se neste nível a partir daí com pequenas variações. Pode-se notar o rápido aumento no consumo de plásticos, couros, têxteis e borrachas e a redução acentuada na madeira e materiais orgânicos em geral, ainda que este último item seja o mais proeminente por relacionar-se com a alimentação.

Os EEUU lideram mundialmente a geração de lixo urbano sólido e podem espelhar melhor as tendências de uma sociedade baseada precipuamente no consumo. Naquele país, a geração de LUS aumentou de 88 milhões em 1960 para mais de 210 milhões de toneladas atualmente (Tabela 2). Durante este período, a geração de lixo per capita passou de 1,23 para 2 $\text{kg}/\text{pessoa}/\text{dia}$, quantidade que deve ser mantida mais ou menos a mesma até o ano 2000, quando a quantidade total de lixo gerado deverá alcançar a marca de 223 milhões de toneladas.

Em 1960, aproximadamente 30% (27 milhões de toneladas) de LUS foram incinerados, a maioria sem recuperação da energia ou sem qualquer controle de poluição do ar ambiente (Tabela 2). Durante as duas décadas seguintes, a combustão diminuiu continuamente, à medida que os antigos incineradores eram fechados até chegar a 13,7 milhões de toneladas em 1980. Menos de 10% do total do LUS gerado em 1980 foi incinerado. Com a edição do PURPA e o surgimento de um mercado garantido de energia, a combustão de LUS

aumentou para 31,9 milhões ou 16% da geração de 1990. As principais instalações de conversão de lixo em energia foram projetadas com controles de poluição do ar ambiente e dispõem de sistemas de aproveitamento de energia. Durante os anos noventa, a quantidade absoluta de LUS queimado e convertido em energia permaneceu razoavelmente constante, apesar de sua participação ter diminuído levemente. Espera-se que até o ano 2000, a quantidade de LUS queimado atinja a cifra de 34 milhões de toneladas.

Tabela 1
Evolução da composição do LUS em São Paulo (em massa %).

Composição	Ano					
	1927	1957	1969	1976	1991	1996
Orgânico	82,5	86	52,2	62,7	60,6	52,2
Papel	13,5	16,7	29,2	21,4	13,8	19,2
Plásticos			1,9	5	11,5	14,8
Metais	1,7	2,2	7,8	4	3,5	2,6
Couro, Têxteis, Borracha	1,5	2,7	3,8	2,9	4,4	5,7
Vidro	0,9	1,4	2,6	1,7		2,3
Madeira			2,4	1,6	0,7	
Entulho				0,7		
Outros		0,1				0,7

Sob um ponto de vista universal dos materiais, o vidro não é tão intensivo em termos energéticos como os plásticos, e sua reciclagem representa cerca de 37% dos custos na produção de energia. A reciclagem de vidro, todavia, não é tão complicada como a do plástico, devido a menores restrições quanto a impurezas. O vidro pode ser separado pela cor, por exemplo. O papel é um material muito intenso energeticamente, mas a sua reciclagem poupa muito menos energia do que a do plástico. Considerando que os níveis de contaminantes, como plásticos e adesivos, são apreciáveis e que o conteúdo de umidade no LUS é elevado, a geração de energia por combustão surge como a melhor opção de aproveitamento. Com o desenvolvimento de pequenos incineradores associados à geração de energia local, a reciclagem caseira pode ser uma opção ecológica futura. Os metais, por sua vez, são bastante adequados para a reciclagem, especialmente o alumínio e o cobre. Couro, têxteis e borrachas podem ser considerados apenas para geração de energia e não para reciclagem. A combustão de matéria orgânica é nociva ao meio ambiente, principalmente em grandes conglomerados urbanos e deve ser evitada pelo seu baixo poder energético e intensa emissão de CO₂. A parte orgânica deve ser apenas separada e usada no âmbito doméstico como fertilizante ou comida para animais. A queima de madeira em lareiras ou fogões na Inglaterra foi banida em todo o país há vários anos.

Tabela 2
Produção histórica e projetada de LUS nos Estados Unidos (em milhões de ton).

Disposição	Combustão*	Recuperação por reciclagem e adubo	Aterro	Produção total
1960	27	R 5,6	R 55,3	87,8
1970	25,1	8,6	R 89,5	R 121,6
1980	13,7	R 14,4	R 124,3	R 152,4
1990	31,9	32,9	R 132,3	R 197,1
1991	33,3	37,3	126,2	196,8
1992	32,7	41,5	128,8	203
1993	32,9	45	129	206,9
1994	32,5	49,3	127,3	209,1
2000	34	66,9	122	222,9

⁶ U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Municipal Solid Waste Factbook*. Banco de Dados versão 3.0, Washington, DC, Mar/1996.

⁷ U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Characterization of Municipal Solid Waste in the United States: atualização 1995*. EPA/530-S-96-001, Washington, DC, Mar/1996.

Fonte: U. S. Environmental Protection Agency para 1960, 1970, 1994 e 2000.⁶ Os dados históricos de 1991, 1992 e 1993 foram revisados pela fonte citada.⁷

* Inclui a combustão de LUS por queima pura e simples ou formas relacionadas de refugo, incineração sem recuperação de energia e combustão com recuperação de energia a partir de materiais separados na fonte.

R = Dados revisados. Os totais podem diferir da soma dos componentes devido ao uso de arredondamentos independentes.

Centrais de conversão de lixo em energia

É difícil falar em energia sem relacioná-la ao meio ambiente, pois qualquer uma de suas formas de produção exige modificações substanciais no local das instalações, praticamente proporcionais à quantidade de energia gerada. Os principais reflexos causados pela geração de energia elétrica em grande escala são: inundação de áreas, desmatamento, dizimação da flora e fauna regionais, deslocamento de populações, ruídos, aspectos visuais (painéis solares, barragens, tubulação, fiação, torres eólicas, torres de transmissão e distribuição), perigos da alta tensão, lixo, derramamento de produtos químicos e tóxicos (chumbo e ácido de baterias, entre outros). Acrescida à geração, o fato de ter que se levar energia através das linhas de transmissão e distribuição para populações distantes dos grandes centros, pode ser também dispendioso e danoso para o meio ambiente.⁸

Por outro lado, é fundamental levar em conta que a instalação de unidades geradoras de energia elétrica de forma distribuída tem grande importância econômica, ecológica e social. Uma forma muito particular de produção de energia é a que se faz a partir do lixo, por necessitar apenas de uma central com faixa de potência muito

⁸ HADJSAID, N., CANARD, J. F. e DUMAS, F. Computer applications in power. *IEEE-Power Engineering Society*, v. 12, n. 2, Abr/1999.

pequena, prescindindo de grandes investimentos financeiros. Torna-se, portanto, de custo acessível, principalmente para prefeituras e para pequenos e médios empresários e proprietários rurais que, de uma forma ou de outra, já alteram o ambiente com seus meios de vida e de produção. Além de oferecer energia elétrica, fator de pleno desenvolvimento, as instalações geradoras também oferecem benefícios como conforto e comodidade, propiciando às populações rurais melhores condições para permanência no campo e diminuindo a crescente massa de desempregados que formam cinturões de miséria ao redor dos grandes centros.

No Brasil, país de vastas dimensões e diferenças sócio-econômicas, a implantação distribuída em pequenos grupos geradores usando refugos e o lixo como fonte de energia, poderia tornar-se uma alternativa bastante recomendável. Porém, mesmo em se tratando de pequenas unidades, é preciso tomar todos os cuidados para que a sua instalação não cause prejuízos ainda maiores do que o lixo, prejudicando o meio ambiente tanto no seu aspecto visual como na qualidade de vida. Também é necessário verificar se a central conversora pode ser afetada ou não por uma eventual mudança ambiental. As observações devem ser feitas em função das medidas de proteção das instalações.

O Brasil ainda carece de um melhor aproveitamento do lixo como fonte de geração de energia, em especial se comparado aos EEUU que, em 1996, possuía 102 organizações comercializando energia. Ao contrário da expectativa, o número destas organizações, em território americano, tem diminuído a uma taxa de 10% ao ano em período recente, tendendo a índices ainda mais baixos, algo em torno de 2%, devido à retirada dos subsídios governamentais. A maioria das organizações situa-se na parte leste dos EEUU, onde o material para aterro é mais escasso.

Na área de Soltau, cerca de 80 Km ao sul de Hamburg, na Alemanha, 20 fazendas usam excrementos de animais como fonte de energia renovável. Cada fazendeiro tem as suas próprias instalações de biogás, que operam efetivamente descentralizadas do sistema público. O calor gerado é utilizado pelos fazendeiros para aquecer as suas casas, as edificações da fazenda e os estábulos, bem como para o aquecimento de água. No verão, o calor é usado para secar a colheita. A eletricidade produzida é aproveitada nas casas e instalações, em atividades diversas, como tirar leite das vacas, debulhar milho e inspecionar a criação.

Tipo de processo e capacidade

Via de regra, as instalações de energia a partir do lixo podem ser divididas em dois processos: as de queima em massa e as de obtenção de combustível com o aproveitamento de refugo. As instalações de queima em massa processam o lixo bruto; neste caso, o material deixa de ser fragmentado, classificado por tamanho ou se-

parado antes da queima. Mesmo assim, peças enormes, tais como refrigeradores e fornos, além de baterias e substâncias perigosas, são separadas antes da queima. Materiais não combustíveis, entre eles os metais, podem ser removidos, antes ou depois da combustão, geralmente por meios magnéticos.

O lixo para combustão é comumente depositado em buracos de grandes dimensões e transportado para a fornalha por meio de guindastes. Como resultado da queima, há uma redução em aproximadamente 90% do volume original. As cinzas restantes são usadas em serviços de terraplanagem e podem ser divididas em duas categorias: cinzas pesadas e cinzas leves. A cinza pesada fica depositada no fundo de peneiras ou da fornalha. A cinza leve, geralmente considerada o problema mais sério para o meio ambiente, compõe-se de pequenas partículas que sobem durante a combustão e são removidas dos gases azuis com filtros de tecido ou por raspadores.

Quando o lixo é pré-processado em instalações recuperadoras de combustível, os materiais não combustíveis são removidos para aumentar o valor energético do combustível. A quantidade de materiais não combustíveis removida varia muito em sua forma e conteúdo. Na maioria dos sistemas, a remoção dos metais se dá por meio de separadores magnéticos e a do vidro, areia e grãos é feita por peneiramento. Para refinar ainda mais a separação, alguns sistemas utilizam classificadores a ar, bem como peneiras e tambores rotativos.

As instalações menores para queima de lixo podem ser modulares, em geral pré-fabricadas e adquiridas montadas em módulos ou construídas no local, ou em fornalhas com parede d'água que contém tubos de aço bem próximos uns dos outros, nos quais circula água, pelos lados da câmara de combustão. As instalações do tipo parede d'água são projetadas sob encomenda e construídas no local. A energia provinda da queima do lixo aquece a água e produz vapor. Algumas instalações de parede d'água usam também queimadores rotativos para virar o lixo e assim melhorar a combustão.

A grande maioria das instalações de conversão de lixo em energia, todavia, emprega a queima em massa. Em levantamento realizado nos EEUU, em 1996, das 101 instalações, 86 eram do tipo queima em massa e 15 do tipo combustível de refugo.⁹ Duas das instalações de queima em massa descartavam o lixo conjuntamente com o esgoto. Apesar de apenas 22% destas instalações menores serem modulares, 6 das 13 instalações localizadas na região centro-norte dos EEUU (Tabela 3) eram do tipo modular. Mais da metade eram de queima em massa do tipo parede d'água e mais de 40% delas estavam localizadas no nordeste dos EEUU, região onde o material para aterro é relativamente menos escasso.

⁹ GOVERNMENTAL ADVISORY ASSOCIATES, INC. *Municipal Waste Combustion in the United States: 1996-97*. Yearbook, Directory and Guide, Westport, CT, 1997.

Tabela 3
Instalações de conversão de lixo em energia por tipo de processo e região, 1996.

Tipo de processo	Número de instalações				
	Nordeste	Sul	Centro-Norte	Oeste	Total
Queima em massa, modular	5	10	6	1	22
Queima em massa, parede d'água	27	16	4	5	52
Queima em massa, refratária	1	1	0	1	3
Queima em massa, queimador rotativo	5	2	0	0	7
Todos os combustíveis de refugo	5	5	3	2	15
Total	43	34	13	9	99

Fonte: Governmental Advisory Associates.

Uma das instalações não indicou o tipo de processo. Duas delas que indicaram o processo como queima em massa com descarga junto com o esgoto não foram incluídas no total. A informação refere-se somente a instalações que comercializam energia.

A capacidade média das instalações de conversão de lixo em energia dos EEUU é de mais ou menos 1000 ton/dia (Tabela 4). As instalações com combustível obtido do refugo tem em média mais de duas vezes a capacidade das instalações de queima em massa (quase 1900 ton/dia em comparação com 850 ton/dia). As instalações das regiões nordeste e sul têm uma capacidade média maior do que 1000 ton/dia, ao passo que a capacidade média das instalações no centro-norte e oeste estão entre as 700 e 800 ton/dia (Tabela 5). As instalações modulares são bem menores, variando de 89 ton/dia no centro-norte a 256 ton/dia no nordeste (Tabela 6).

Tabela 4
Capacidades de projeto das instalações de conversão de lixo em energia por tipo do processo (ton/dia), 1996.

Tipo de processo	Média	Mínimo	Máximo	Número de instalações
Queima em massa	849,8	24	3150	86
Todos as de combustível de refugo	1873,8	294	4000	13
Todas as instalações	965,4	24	4000	99

Fonte: Governmental Advisory Associates.

Duas das instalações não listaram as capacidades de projeto e uma não listou o tipo de processo.

Por ser um país baseado no consumo, os EEUU têm enfrentado problemas sérios com o LUS e incentivos de toda sorte têm sido oferecidos pelo governo para a iniciativa privada, visando a utilização e destruição do lixo. Mais de 80% das 102 instalações de conversão de lixo em energia produzem eletricidade. Das 84 instalações que produzem

zem eletricidade, 20 são cogeneradoras de vapor e eletricidade. Somente 18 destas instalações produzem apenas vapor e 12 das instalações são modulares. Nenhuma das instalações de combustível a partir do refugio produz apenas vapor, comparadas com mais da metade das instalações modulares, que, em sua maioria, são instalações antigas.

Tabela 5
Capacidades de projeto das instalações de conversão do lixo em energia por região (ton/dia), 1996.

Região	Média	Mínimo	Máximo	Número de instalações
Nordeste	1021,2	50	2688	42
Sul	1012,1	40	3150	34
Centro-Norte	780,4	72	4000	14
Oeste	734,4	24	2160	10
Todas as instalações	955,7	24	4000	100

Fonte: Governmental Advisory Associates.

Duas das instalações não listaram a capacidade de projeto.

Em anos recentes, a maior parte das instalações americanas é responsável pela geração de energia elétrica. O mercado garantido sob a égide do PURPA minimiza o risco financeiro para tais instalações que estejam produzindo eletricidade, condição que pode mudar se os preços da energia elétrica caírem como consequência da reestruturação do mercado dos produtos elétricos.

Tabela 6
Capacidades médias de projeto das instalações de conversão do lixo em energia por tipo de processo e região (ton/dia), 1996.

Tipo de processo	Capacidade média de projeto				
	Nordeste	Sul	Centro-Norte	Oeste	Todas as instalações
Queima em massa, modular	255,6	149,7	88,7	100,0	154,9
Queima em massa, parede d'água	1185,1	1450,9	559,3	778,0	1179,6
Queima em massa, refratária	240,0	1000,0	—	420,0	553,3
Queima em massa, queimador rotativo	1051,2	355,0	—	—	852,3
Todos os processos, combustível a partir de refugio	1030,0	1825,0	1931,3	1455,0	1873,8

Fonte: Governmental Advisory Associates.

Uma das instalações não listou o tipo de processo. Duas das instalações que listaram o processo como queima em massa com descarte de esgoto não foram incluídas nos totais. Três das instalações não listaram a capacidade de projeto.

Equipamentos de controle da poluição do ar

Vários tipos e projetos de equipamentos de controle da poluição do ar são usados por quase todas as instalações de conversão de

lixo em energia. Raspadores secos e filtros de saco usados combinadamente mostraram ser mais eficientes do que a maioria dos precipitadores eletrostáticos na remoção de gases ácidos e partículas dos gases de chaminés. Nos EEUU as emissões de mercúrio e óxidos nitrogenados também são obrigatoriamente controladas na maioria das regiões (ver Tabela 7) e as instalações modulares, que usavam exclusivamente sistemas de pós-queima ou de duas câmaras, não foram mais permitidas com apenas estes sistemas de controle. Como resultado, algumas foram modificadas e outras fecharam definitivamente.

Tabela 7
Equipamento de controle da poluição do ar em instalações de conversão de lixo em energia por tipo de processo (%), 1996.

Tipo de equipamento	Tipo de processo		
	Queima em massa	Unidades modulares	Todos os processos/combustível do refugo
Raspadores secos	68,7	22,7	80,0
Filtros de tecidos/saco	53,1	22,7	60,0
Precipitadores eletrostáticos	39,1	63,6	46,7
Raspadores molhados	1,6	13,6	6,7
Sistema "Ammonia DeNox"	21,9	4,5	20,0
Injeção solvente seco	25,0	0,0	6,7
Sistema pós-queima	0,0	22,7	0,0
Sistema de controle de mercúrio	0,0	0,0	0,0
Outras tecnologias	3,1	13,6	20,0

Fonte: Governmental Advisory Associates.
Uma das instalações não listou o tipo de processo.

Proprietários e operadores

O sucesso da utilização do LUS como fonte de geração de energia nos países ricos arrefeceu bastante nos últimos tempos, por diversos fatores até certo ponto subjetivos. Entre estes podem-se citar: o avanço da reciclagem do lixo, os desafios legais no controle do fluxo e da circulação intermunicipal que tem permitido a deposição do lixo da forma mais barata possível, os incentivos públicos reduzidos, os lucros menores pela competitividade de outras formas de energia, especialmente na venda da eletricidade, e considerações políticas e ambientais relacionadas com a localização e a construção das centrais conversoras de lixo em energia.¹⁰ Assim sendo, para reduzir custos, além da proximidade da matéria-prima, os projetos de conversão de lixo em energia devem visar: a) baixos custos de capital, por ser originário de fundos públicos, dos créditos de taxas de investimentos e de tempos acelerados de depreciação; b) sistema

¹⁰RENEWABLE ENERGY ANNUAL. *Public policy affecting the waste-to-energy industry.* www.eia.doe.gov/cneaf/solar.renewables/renewable.energy.annual.mai/1999.

de cobrança dependente do fluxo de lixo para amortizar o débito; c) lucros obtidos com a venda da eletricidade, vapor ou ambos.

Para se ter uma idéia de quanto interesse pode ser despertado, basta examinar uma vez mais o caso dos EEUU. Quase metade (48) das instalações de conversão de lixo em energia é privada; três são “joint-ventures” pública/privada e as restantes são públicas. Vinte e cinco das instalações do setor público são operadas pelo setor privado. Assim, 70% de todas as instalações de conversão de lixo em energia são operadas pelo setor privado.

A indústria do gás de aterro

O lixo urbano sólido contém porções significativas de material orgânico que produz uma variedade de produtos gasosos quando amontoado, compactado e coberto por aterros. As bactérias anaeróbicas proliferam em tais meios não oxigenados, resultando na degradação dos materiais orgânicos e na produção primária de dióxido de carbono e metano.¹¹ É bastante provável que o dióxido de carbono escue do aterro por ser solúvel em água. O metano, por sua vez, menos solúvel em água e mais leve que o ar, está sujeito a produzir exalações. Nos EEUU 133 instalações que convertem gás de aterro em energia estão em operação ou temporariamente fechadas. A primeira destas instalações de conversão de gás de aterro em energia começou a operar em 1979, após a edição do PURPA, e aproximadamente 70% das existentes hoje começaram as suas atividades num período de 7 anos, de 1984 a 1990.

Características da energia

Na maioria das localidades onde se coleta gás de aterro utiliza-se a perfuração de orifícios de 9 a 30 metros de profundidade. As características que determinam a quantidade de gás disponível nestes aterros são o tipo e o índice de compactação do refugo enterrado, o tempo que está enterrado e a quantidade de chuvas na área.

Historicamente o gás de aterro tem sido extraído e queimado nos próprios locais, por não ser econômica a conversão em energia. As aplicações energéticas mais comuns usam o gás de baixo e médio poder calorífico para gerar eletricidade, ou como combustível para caldeiras. O gás de aterro pode ser também refinado para uso em canalizações de gás natural e pequenas quantidades do mesmo são usadas para tratamento do solo ou como combustíveis sintéticos.

A maioria das instalações de conversão de gás de aterro em energia gera gás de médio poder calorífico pela filtragem de partículas ou remoção do vapor de água. Este gás tem um valor energético de aproximadamente 4580 kcal/m³. O gás para canalizações (100% metano) pode ser gerado a partir do lixo, mediante um refinamento maior para remover a quase totalidade do dióxido de carbono e outros contaminantes.¹² Todavia, mais recentemente, o

¹¹ U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Characterization of Municipal Solid Waste in the United States: atualização 1995*. Op. cit.

¹² HADJSAID, N., CANARD, J. F. e DUMAS, F. Op. cit.

percentual das instalações produzindo gás para canalizações diminuiu como resultado dos baixos preços do gás natural.

Cerca de 75% das instalações de conversão de gás de aterro em energia nos EEUU produzem eletricidade. Os preços para venda desta eletricidade foram levantados, em 1994, para 82 delas (existentes e planejadas). A partir destes dados concluiu-se que os preços médios (em centésimos de kWh) foram 6,81, 5,76, 4,98 e 4,39, respectivamente, nas regiões oeste, nordeste, sul e centro-norte dos EEUU. Muitas destas aceitam tarifas no pico e fora do pico. As tarifas apresentadas são os pagamentos médios por kWh e podem variar de ano a ano (contato para informações via Internet: Mark Gielecki em mgieleck@eia.doe.gov, URL: www.eia.doe.gov/solar.renewables/renewable.energy.annual/contents.html).

Formas de produção energeticamente sadias¹³

Como se vê, destruir o lixo simplesmente pode não ser a forma mais inteligente de utilizar os refugos da civilização humana. Praticamente tudo pode ser reaproveitado. No Brasil, um exemplo marcante é o programa de reaproveitamento das “latinhas” de bebidas. A energia para produzir o alumínio purificado é enorme e o reaproveitamento das latinhas dispensa boa parte dela.

De um ponto de vista mais amplo, observa-se que o planeta Terra transformou-se num imenso pátio com quantidades enormes de depósitos de recursos naturais, de combustíveis e de lixo. Entretanto, quantidades inestimáveis de coisas valiosas, renováveis ou não, têm sido extraídas da natureza, transformando-se em pouco tempo em equivalentes quantidades de lixo. Estes materiais, uma vez extraídos e processados em múltiplos estágios, tornam-se bens, duráveis ou não, que, após um período longo ou curto, são descartados de qualquer forma e em qualquer lugar da natureza, tudo associado a um consumo de inimagináveis quantidades de energia.

A Terra não tem como suportar esse estado de coisas por um período muito longo. Porém, qualquer reação que se possa ter não poderá acontecer em oposição às instituições industriais e econômicas já existentes, mas junto com elas. Em contraste com a atual produção linear, deverá ocorrer uma produção cíclica, na qual o produto final retorne como base para um novo produto.

Um interessante exemplo é citado pelo serviço de informação da TVE britânica.¹⁴ Um fazendeiro na Alemanha, de nome Prenzler, usa em sua fazenda os dejetos animais de 1200 porcos, 4000 galinhas e da própria família para geração de gás. A produção é suficiente para aquecer e iluminar as dependências da fazenda e acionar os motores da sede e das várias edificações durante todo inverno, exceto nos dias mais frios e períodos de maior atividade. O excremento animal necessário para fazer o biogás é lavado em um sistema de passagem, através de um chão falso pela ação da grava-

¹³ PIMENTA, J. L. Op. cit.
HILL, R. e BAUMANN, A. E.
Environmental costs of photovoltaics. *IEE Proceedings-A*, v. 140, n. 1, jan/1993, p. 76-80.

¹⁴ TVE INTERNATIONAL. Op. cit.

de e da urina dos porcos. As fezes e urina dos porcos caem em um espaço abaixo do chão, fluem para um buraco e daí para uma fossa séptica. Outros ingredientes podem ser adicionados, tais como fezes de galinha, refugos do lavatório da sede da fazenda e palha dos estábulos, os quais dão corpo à mistura. Graxas e banha são trazidos dos restaurantes de Hamburg, fazendo com que a produção de gás aumente em 20 vezes em relação ao que seria produzido pelos porcos. Além da economia em energia e limpeza, Prenzler recebe dinheiro público por estar usando o lixo.

Os excrementos animais da fazenda de Prenzler são transformados na fossa séptica por microorganismos que produzem gás metano e um fertilizante de alta qualidade e de pouco odor. O gás metano serve como combustível para um pequeno motor de carro, que gera calor e eletricidade para a fazenda e suas edificações. Até agora foram usados apenas os motores Ford e Opel, por serem feitos de uma composição metálica que resiste ao enxofre saído dos gases. O motor do carro precisa receber regularmente manutenção e serviços e o sistema como um todo requer manutenção diária, que leva em torno de uma hora. Sempre sobra alguma energia de todo o processo para ser vendida à companhia de eletricidade local. Na região de Santa Maria e em outras localidades do Rio Grande do Sul, podem ser encontrados sistemas integrados de geração de gás semelhantes ao de Prenzler.

Como se disse, para efetivar-se o esquema de cooperação e competição visando o aproveitamento do lixo sob gerenciamento público da cadeia produtiva, é fundamental a contribuição das instituições industriais e econômicas, tendo por base alguns princípios:¹⁵

- 1º) Numa economia sustentada, muitos tipos de resíduos podem tornar-se valiosos em outros processo industriais.
- 2º) Como os materiais e a energia estão continuamente sujeitos a uma forma de conversão, geralmente auxiliados pela energia solar, os setores econômicos também deveriam gradualmente se basear na energia solar.
- 3º) Formas mais limpas para geração de energia, como as células combustíveis, deveriam ser vistas com maior interesse.
- 4º) Cooperação e competição devem manter um balanço dinâmico, como ocorre no relacionamento de todas as espécies.
- 5º) Tal como a natureza se apóia na diversidade para o seu funcionamento e floresce e frutifica nas diferenças, também a vida e a economia humanas devem ser diversificadas.

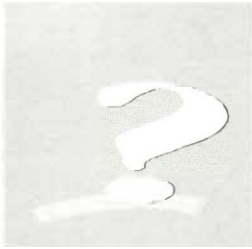
Em termos universais, ciclos inteligentes de substância e produto devem ser reunidos em ciclos de responsabilidade, de forma que fabricantes e distribuidores de produtos e valores os tomem de volta, após sua vida útil, uma vez satisfeitos os interesses econômicos e comerciais que inicialmente tiveram ao colocá-los no mercado. Novas exigências e critérios de projeto devem ser levados em

¹⁵ AUERBACH, L. M. Op. cit. U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Municipal Solid Waste Factbook*. Op. cit. LEÃO, A. L. e TAN, H. Op. cit. FRY, M. R. Environmental impacts of electricity generation: fuel cells. *IEE Proceedings-A*, v. 140, n. 1, jan/1993, p. 40-46.

conta, tais como: durabilidade acima da reciclagem, modularidade, compatibilidade dos componentes básicos comuns, ausência de poluentes, facilidade de desmontar e reciclar e estética agradável. Carros, máquinas de lavar, lavadoras a vácuo, escadas, cortadoras de grama e equipamentos de esquiagem estão entre os que são inúteis a maior parte do tempo de sua vida útil. A idéia de propriedade individual de tais bens de consumo, talvez, deva ser repensada.

Se os governos estão conscientes de tudo e mostram um interesse reticente, permanecem, então, as questões conflitantes: por que só alguns podem se locupletar com o meio ambiente para seus lucros, se toda a Terra, no final, terá de pagar a conta? Por que o Primeiro Mundo, que se tornou rico às custas do uso da natureza, um patrimônio da humanidade, está tão preocupado em preservar o meio ambiente do Terceiro Mundo sem permitir que essas riquezas sejam desfrutadas de forma razoável por todos? Não seria mais fácil começar pela recuperação de seu próprio meio ambiente?

Felix A. Farret é engenheiro eletricitista e professor do Departamento de Eletrônica e Computação da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.



INSTRUÇÕES PARA PUBLICAÇÃO

Ciência & Ambiente é uma publicação semestral da Editora da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul, Brasil. Cada número trata de temas específicos, previamente selecionados pelo Conselho Editorial e anunciados na edição anterior.

ESCOLHA DOS TEMAS

Os temas escolhidos para cada número da revista devem enfatizar questões relativas à ciência, ao meio ambiente e à sociedade, considerando a totalidade das relações que se estabelecem entre eles e os princípios de um desenvolvimento econômico, social e ecológico sustentável. Incluem-se reflexões sobre o progresso científico, a relação homem-natureza, a geração de tecnologia e sua influência nas relações de poder. Podem ser abordados, ainda, assuntos referentes ao modelo de organização das instituições de ensino, pesquisa e extensão, e seus efeitos sobre a formação de recursos humanos e sobre a produção e difusão do conhecimento, entre outros.

ORIENTAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS

Os artigos apresentados podem ser redigidos em português ou espanhol. Os autores devem informar sua função e instituição de procedência. O Conselho Editorial reserva-se o direito de sugerir modificações de forma, com o objetivo de adequar os artigos às dimensões da revista e ao seu projeto gráfico.

Os artigos encomendados têm prioridade na publicação. Trabalhos enviados espontaneamente poderão ser publicados, desde que aprovados pelo Conselho Editorial.

Estes devem ser encaminhados à revista no período de 1º a 30 de abril e outubro, respectivamente. Recomendam-se aos autores textos com, no máximo, vinte laudas.

DISTRIBUIÇÃO

*A revista **Ciência & Ambiente** circula em todo o Brasil e em países da América Latina e Europa. Os interessados na sua aquisição (números individuais, assinatura) podem dirigir-se ao editor.*



La Editorial de la Universidad Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul, Brasil, edita semestralmente la revista **Ciência & Ambiente**. Cada número de la misma trata de temas específicos, los que son previamente seleccionados por el Consejo Editorial y anunciados en la edición anterior.

INSTRUCCIONES PARA PUBLICACIÓN

SELECCIÓN DE LOS TEMAS

Cada número de la revista aborda temas relativos a la ciencia, al medio ambiente y a la sociedad, considerando la totalidad de las relaciones que se establecen entre ellos y los principios de un desarrollo económico, social y ecológico sustentable. Se incluyen reflexiones sobre la relación hombre-naturaleza, el progreso científico, la generación de tecnología y su influencia en las relaciones de poder.

Pueden ser tratados también temas referentes al modelo de organización de las instituciones de enseñanza, investigación y extensión, y sus reflejos en la formación de recursos humanos y en la producción y difusión del conocimiento, entre otros.

ORIENTACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

Los artículos presentados pueden ser redactados en portugués o español. Los autores deben indicar su función y la institución a que están vinculados. El Consejo Editorial reserva para sí el derecho de sugerir modificaciones de forma, con el objetivo de adecuar los artículos a las dimensiones de la revista y a su padrón editorial y gráfico. Las colaboraciones solicitadas por los editores tienen prioridad en la publicación. Los trabajos espontáneamente enviados deben ser remitidos a la revista en el período de **1º a 30 de abril y durante el mes de octubre**. Se recomienda a los autores textos de, a lo máximo, **veinte páginas**.

DISTRIBUCIÓN

La revista **Ciência & Ambiente** circula en todo el Brasil y en diversos países de Latino America y Europa.

Los interesados en su adquisición (números individuales, suscripción) pueden dirigirse al editor.