

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.