

# 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%.<sup>1</sup>

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.

<sup>1</sup> 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.<sup>2</sup> Felizmente, a idéia de diminuição da geração de resíduos vem tomando forma e ganhando terreno.

<sup>2</sup> 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.<sup>3</sup>

A EPA<sup>4</sup> 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.<sup>5</sup> 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)<sup>6</sup> e Belo Horizonte (Minas Gerais)<sup>7</sup>.

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).

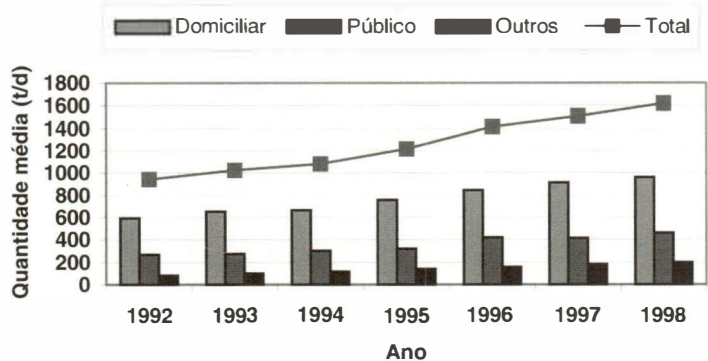


Figura 3  
Evolução da geração de resíduos em Porto Alegre.

- <sup>3</sup> TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H. & VIRGIL, S. *Integrated solid waste management: engineering principles and management issues*. New York: McGraw-Hill, 1993.
- <sup>4</sup> EPA. *Federal Register: Pollution prevention policy statement*, U.S EPA, v. 54, 1989.
- <sup>5</sup> 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.
- <sup>6</sup> 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.
- <sup>7</sup> 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.

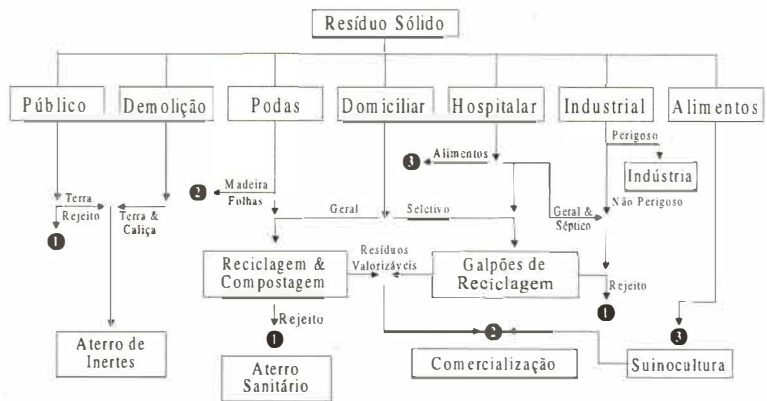


Figura 4  
Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Porto Alegre.

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.

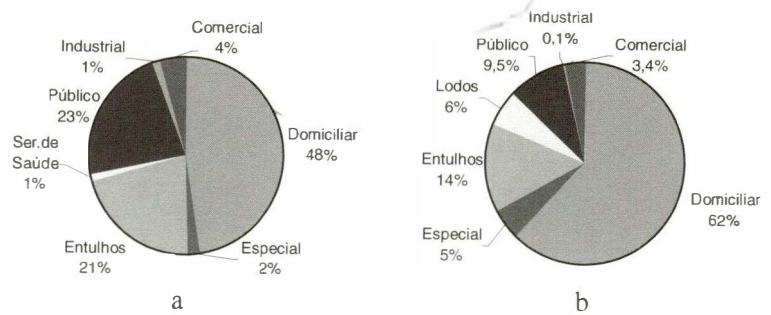


Figura 5

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.*).<sup>8</sup>

<sup>8</sup> 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) <sup>9</sup>	São Carlos, SP (1989) <sup>10</sup>	Caxias do Sul, RS (1991) <sup>11</sup>	Davis, EUA (1990) <sup>12</sup>	Osaka, Japão (1989) <sup>13</sup>
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

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

<sup>10</sup> 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.

<sup>11</sup> 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.

<sup>12</sup> TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H. & VIRGIL, S. Op. cit.

<sup>13</sup> 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.

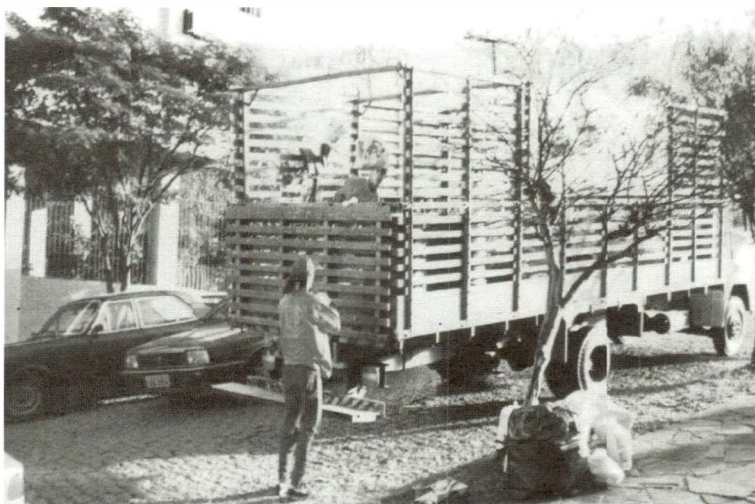


Figura 6  
Veículo executando a coleta seletiva de resíduos domiciliares no sistema porta-a-porta.



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).<sup>14</sup>

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.

<sup>14</sup> 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.

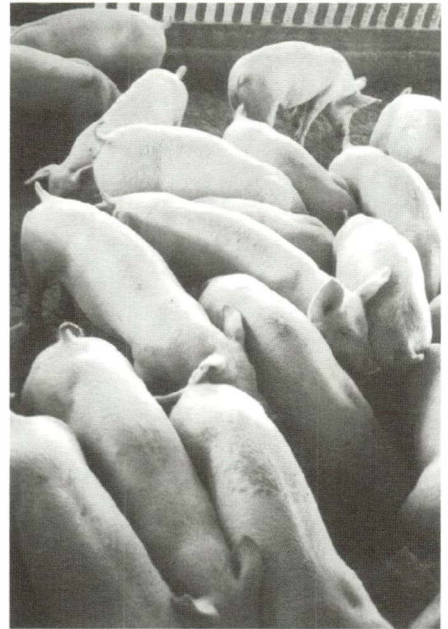


Figura 8  
Animais criados com resíduos orgânicos segregados na origem.

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).

<sup>†</sup>**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.