

# GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA PROPOSTA INOVADORA

*Geraldo Antônio Reichert*<sup>1</sup>

## RESUMO

Cada cidadão brasileiro produz em média 220 kg de resíduos domiciliares por ano, quantidade que para as grandes cidades chega a dobrar. Este volume crescente de resíduos ainda carece de sistemas adequados de tratamento. Um modelo adequado de gerenciamento de resíduos sólidos deve preocupar-se com o momento da geração dos mesmos, e não apenas no momento da chegada ao sítio de disposição final. Neste artigo descrevemos o Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos que está sendo implantado em Porto Alegre, RS, que tem como premissas básicas a segregação na origem, a coleta diferenciada, o reaproveitamento e a reciclagem, e a disposição final adequada. Descrevemos também os principais projetos que constituem este sistema.

## INTRODUÇÃO

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 no campo dos 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 relegados.

Muitas das soluções que têm sido propostas trazem em si o erro de acharem que são auto-suficientes, ou seja, que sozinhas conseguem resolver este grave problema que é o tratamento adequado dos resíduos sólidos.

Soluções isoladas e estanques, que não contemplam a questão dos resíduos do 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, tem baixo valor comercial? E se o composto estiver contaminado com metais pesados e outras substâncias químicas? De que adianta aterros bem executados, se colocamos neles cada vez mais resíduos, em espaços cada vez mais raros, principalmente em grande centros urbanos?

---

<sup>1</sup> Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental e Doutorando em Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – IPH/UFRGS, Diretor de Destino Final do Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) de Porto Alegre, RS.  
DMLU - Av. da Azenha, 631 90.160-001 – Porto Alegre, RS – BRASIL E-mail:gareichert@cpovo.net  
Telefone/Fax: 0++(51) 3217.9111

A solução está na procura de modelos integrados, que pensam a questão desde o momento da geração do resíduo, procurando maximizar o reaproveitamento e a reciclagem. Para que isto seja possível, devemos evitar a mistura, segregando os resíduos no momento da sua geração, já tendo em mente a sua utilização futura, ou o processo de tratamento ao qual eles serão submetidos.

Este modelo é que chamamos de Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, e discutiremos a seguir alguns aspectos teóricos e apresentaremos o modelo que está sendo posto em prática, desde o início desta década, no município de Porto Alegre, RS.

## **SITUAÇÃO ANTES DA IMPLANTAÇÃO DO ATUAL SISTEMA**

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 nosso estado e no nosso país. O PDRS – Plano Diretor de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), aponta 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<sup>1</sup>, 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 %.

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



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. É, no entanto, nas últimas décadas que este problema tem se exacerbado. 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, estes resíduos eram facilmente absorvi-

dos pelo meio ambiente, retornando ao ciclo natural da matéria.

A produção “per capita” de resíduos sólidos tem crescido ano a ano; e depois de 35.000 anos (*Homo sapiens-sapiens* – homem que sabe que sabe), a humanidade lida com seus resíduos como naqueles idos tempos: reutiliza-os, enterra-os ou os queima (Breen<sup>2</sup>). Recentemente, vem tomando forma a idéia de diminuição da geração de resíduos. O gerenciamento integrado de resíduos sólidos é um conceito reconhecido que combina várias técnicas para o manejo dos distintos elementos do fluxo de resíduos.

Felizmente, nesta última década várias ações têm sido propostas para reverter esta triste realidade dos lixões. O modelo mundialmente mais adotado baseia-se no gerenciamento integrado, onde todos os elementos fundamentais são avaliados e utilizados, e todas as interfaces e conexões entre os diferentes elementos são avaliadas para se conseguir a solução mais eficaz e mais econômica (Tchobanoglous et al.<sup>3</sup>).

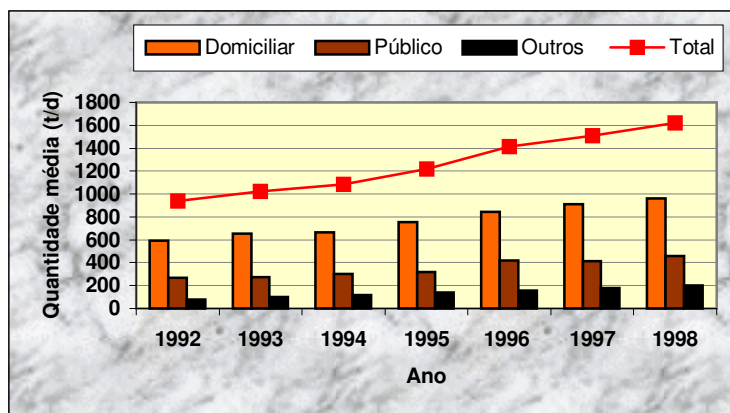
A EPA<sup>4</sup>, estabeleceu a seguinte hierarquia para o manejo de resíduo sólidos:

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

Todos estes componentes de um sistema de gerenciamento integrado são complementares uns em relação aos outros na preparação de um plano estratégico (Bridges e Curran<sup>5</sup>). Este modelo tem sido utilizado no mundo inteiro, como ferramenta para solucionar os problemas decorrentes das quantidades crescentes de resíduos sólidos gerados. No Brasil, este tipo de gerenciamento iniciou-se no início dos anos 90, com implantação em municípios como Porto Alegre, RS, (Reichert et al.<sup>6</sup>) e Belo Horizonte, MG, (Campos e Abreu<sup>7</sup>).

Os principais motivos para a implantação 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. Os dados são apresentados de 1992 a 1998, apresentando-se os valores para resíduos domiciliares (que são os 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



Da figura 3 podemos ver o crescimento ano a ano da quantidade de resíduos, verificado em todos os tipos de resíduos. Nos seis anos do estudo, a produção total de resíduos recebidos pelo DMLU saltou de uma média de 942 toneladas por dia para 1.620 t/d, caracterizando um aumento de 72 % neste período.

A tabela 1 mostra, para o mesmo período acima, o crescimento total de resíduos, sendo este sempre superior a 5,8 %, atingindo um pico de crescimento de 16,4 % de 1995 para 1996. Daí verifica-se o enorme aumento nos volumes produzidos, ainda mais se considerarmos que neste período 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
<b>Aumento (%)</b>	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 (Fig. 5) 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 otimização do reaproveitamento e da reciclagem, diminuindo assim o volume a ser disposto em aterros sanitários.

A segregação, ou separação, na origem facilita o aproveitamento futuro de cada tipo de resíduo. Assim, 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 fossem separados e enviados para a reciclagem.

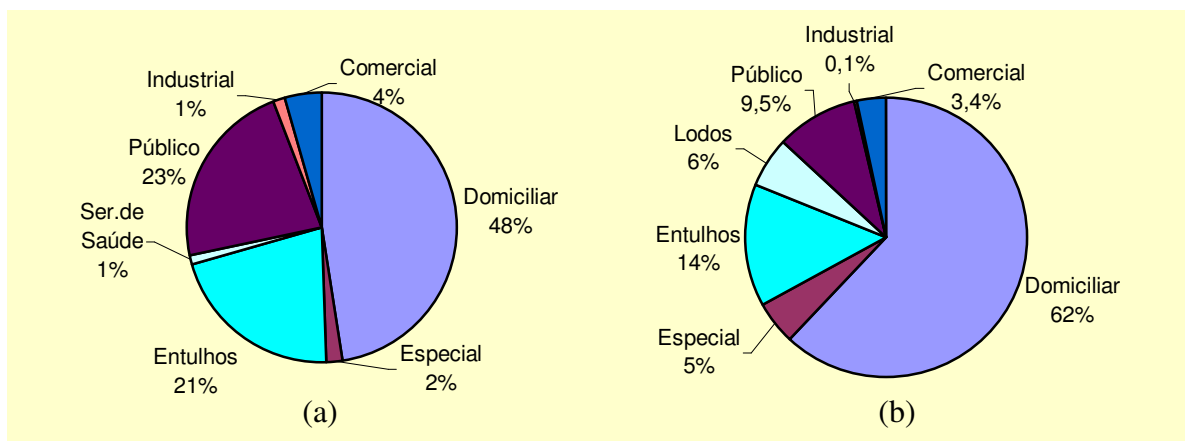
Porto Alegre faz coleta segregada de quase a totalidade de suas 1.600 toneladas de resíduos sólidos gerados diariamente. Assim, coleta-se separadamente os seguintes tipos de resíduos: resíduos domiciliares, entre comuns e orgânicos, e os seletivos (papel, papelão, plástico, metais e vidros); os resíduos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

A figura 4 mostra a classificação dos resíduos por origem para a cidade de Porto Alegre, apresentando também uma composição média para as cidade norte-americanas. Os valores apresentados referem-se as quantidades tratadas, direta ou indiretamente, pelas municipalidades.

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, o conhecimento de sua composição também é de fundamental importância. Por exemplo, para a implantação de uma coleta seletiva visando o reaproveitamento de materiais recicláveis, precisamos saber as quantidades de papel, plástico, metais e vidros, para podermos avaliar a viabilidade da coleta e a existência de mercado

que possa absorver estes materiais.

A tabela 2 apresenta a composição média para três cidades brasileiras e duas cidades de países desenvolvidos. Nota-se claramente a diferença, em termos percentuais da matéria orgânica putrescível. Enquanto que nas cidades brasileiras este índice é superior a 50% em peso, nos países ricos este índice fica em torno de apenas 10 %.



**Figura 4** – Classificação dos resíduos sólidos urbanos, conforme sua origem, percentagem em peso

(a) Município de Porto Alegre, 1997 (Fonte: DMLU<sup>8</sup>)

(b) Dados médios dos Estados Unidos, 1990 (Fonte: TCHOBANOGLIOUS *et al.*<sup>9</sup>)

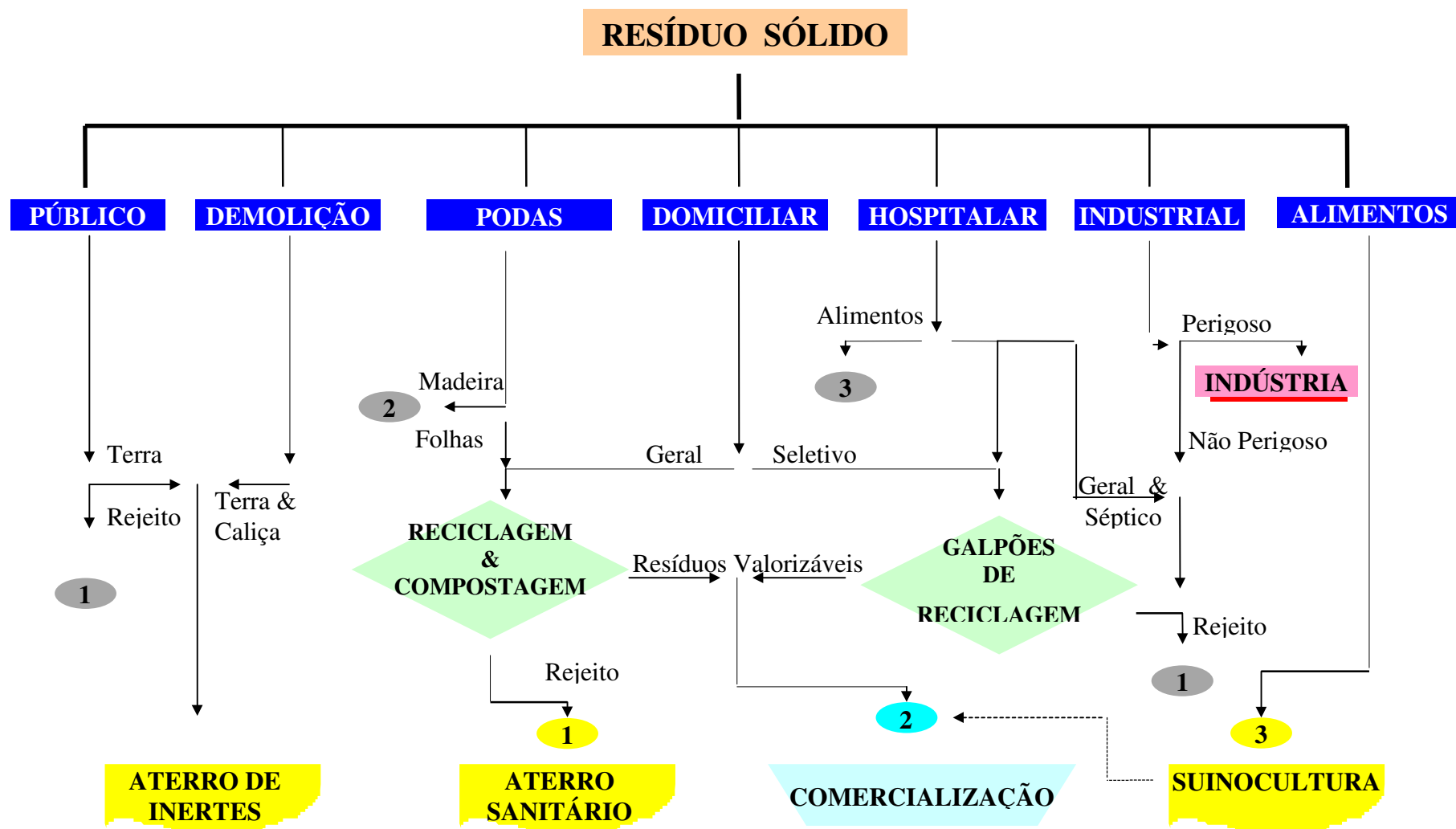
A percentagem de matéria orgânica é um parâmetro fundamental a ser analisado na definição de um sistema de gerenciamento de resíduos. Resíduos com alta percentagem de orgânicos putrescíveis, tem vocação para a compostagem, enquanto que aqueles com maior percentagem de materiais como papel, plásticos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

**Tabela 2** – Composição física de resíduos sólidos domiciliares de algumas cidades brasileiras, dos Estados Unidos e do Japão

Componente	Porcentagem em peso (%)				
	Porto Alegre, RS (1994) <sup>10</sup>	São Carlos, SP (1989) <sup>11</sup>	Caxias do Sul, RS (1991) <sup>12</sup>	Davis, EUA (1990) <sup>13</sup>	Osaka, Japão (1989) <sup>14</sup>
Matéria orgânica putrescível	58,6	56,7	53,4	6,4	11,7
Papel e papelão	21,3	21,3	21,0	41,0	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	6,0	6,7	8,7	28,2	19,9

Qualquer que seja o modelo de gerenciamento adotado, a disposição no solo sempre será uma etapa essencial constituinte, como forma de disposição final. Estes sítios de disposição podem causar diversos danos ao homem e ao meio ambiente, principalmente se esta disposição no solo se der de maneira inadequada, a céu aberto, sítios estes 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.

**Figura 5** – Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Porto Alegre



## PRINCIPAIS PROJETOS

Como já foi dito anteriormente, a inexistência de um sistema integrado de gerenciamento de resíduos, implica, via de regra, em uma coleta do resíduos sem qualquer tipo de separação prévia, e a sua disposição em lixões. Mesmo quando estes resíduos são dispostos de maneira adequada em aterros sanitários, esta não é a solução mais adequada do ponto de vista ambiental e econômico.

O que devemos perseguir é a redução de resíduos a serem dispostos em aterros, mesmo que saibamos, que por longos anos ainda o aterro sanitário sempre 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 de sua geração, já tendo em mente o que será feito com este resíduo para tratá-lo e posteriormente destiná-lo. Uma vez separado 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 esta conhecida no campo dos efluentes líquidos como “política de final de tubo”.

Passaremos agora a descrever sucintamente os principais projetos que fazem parte do sistema integrado desenvolvido pelo DMLU.

### Coleta segregada

Conforme fica claro na figura 5, qualquer que seja a origem do resíduo (domiciliar, público, de serviço de saúde, industrial, ...) o modelo tem como uma de suas principais pilastras 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, o termo *coleta seletiva* é utilizado 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 a 98 % de atendimento da cidade no final de 1996. O sistema adotado é o sistema porta-a-porta, onde o veículo coletor passa em todas as ruas da cidade e coleta os resíduos apresentados à coleta junto ao meio-fio. A coleta é operacionalizada pelo próprio DMLU, utilizando 21 caminhões como o que é mostrado na figura 6.

Este tipo de coleta envolve grande investimento em educação ambiental, uma vez que as pessoas passam a separar os resíduos em seus domicílios por conscien-



tização, pois não há troca de resíduos por outro tipo de produto (como vales-transporte, por exemplo), como ocorre em algumas outras 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 t/d, temos que Porto Alegre está reciclando 30 % do seu potencial de reciclagem.



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



Figura 7 – Unidade de Triagem Cavallhada. Acima, vista geral. Abaixo, detalhe interior que mostra a triagem.

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

Unidades de triagem (Galpões de reciclagem)

As unidades de triagem, denominadas também de Galpões de Reciclagem, recebem os resíduos da coleta seletiva. 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. Estes trabalhadores não possuem vínculo empregatício com a prefeitura, e

tiram seu sustento exclusivamente da venda dos materiais recicláveis.

Construções simples, por isso chamados de galpões, as unidades são na sua maioria construídos pela prefeitura e entregues em regime de comodato às associações. O mesmo acontece com as prensas e equipamentos utilizados no interior destas unidades.

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. Estes são regularmente encaminhados, pelo DMLU, para o aterro sanitário. Rejeito é aquele material, que separado pela população, não pode ser enviado para a reciclagem, ou por que não há tecnologia (não é reciclável), ou por que não há mercado.

### Unidades de triagem e compostagem

Conforme mostra a tabela 2, mais de 50 % dos resíduos domiciliares em nosso país são constituídos de parcela orgânica facilmente putrescível. Pois justamente esta parcela é a que causa os maiores problemas quando dispostos 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 condicionar de solos.

Compostagem é um processo aeróbio onde ocorre a oxidação total da matéria orgânica, utilizando o oxigênio molecular como receptor final dos elétrons, resultando em um produto final denominado de composto, húmus ou adubo orgânico.

Para a obtenção de um composto de boa qualidade, a existência de uma 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.

Idealmente, o material a ser enviado para compostagem 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. Nesta unidade é feita a retirada de materiais recicláveis, como papel, plásticos, metais e vidro; e também a retirada dos rejeitos não compostáveis e dos materiais perigosos por ventura presentes nos resíduos.

Embora com grande potencial de reaproveitamento, visto a matéria orgânica representar 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 t/d, 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 este rejeito ser disposto em um aterro sanitário.

## Resíduos industriais

Resíduo industrial é classificado como sendo o resíduo gerado no interior da indústria, independentemente se foi gerado durante o processo produtivo propriamente dito, ou se foi gerado nos setores administrativos ou de 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>15</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 a indústria cadastrar-se 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.

Resíduos industriais recicláveis, ou 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 os resíduos hospitalares, de postos de saúde e de clínicas, também são segregados na origem, e têm um destino diferenciado. Os resíduos hospitalares são segregados 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 coletado 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. Estes resíduos, nos países industrializados são incinerados. No estado do 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.

## Suinocultura

Um dos projetos mais interessantes do sistema de gerenciamento integrado de Porto Alegre, por apresentar uma eficiência de reaproveitamento perto de 100 %, é o projeto de reaproveitamento de orgânicos via suinocultura. Projeto que teve início com pequenos criadores que tratavam seus animais com resíduos coletados irregu-

larmente no centro da cidade e em restaurantes. Estes resíduos não sofriam nenhum tipo de segregação na origem, e eram literalmente jogados aos porcos, que comiam o que era possível ficando o resto jogado ali mesmo. Além do problema de saúde pública, associado ao consumo de carne suína sem controle sanitário, estas criações clandestinas proporcionavam ainda o surgimento de pequenos lixões nos mangueirões, resultado das sobras não consumidas pelos animais.

Com o objetivo de reverter esta situação, foi incentivado a criação de uma associação de suinocultores. Ao mesmo tempo, 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, sendo que mais da metade dos hospitais da cidade participam deste projeto. Desta forma, resíduos que antes iam parar nos aterros sanitários, agora são totalmente aproveitados. Isto não seria possível se a segregação na origem não fosse bem feita; e para que isto ocorra, um intenso programa de educação continuada é sempre realizado pelo Departamento.

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

Os associados são da zona rural do município. Criações irregulares das vilas (área urbana) não podem participar deste projeto, pois continuam em situação irregular. Os animais recebem acompanhamento fitossanitário da Faculdade de Veterinária da UFRGS. Todos os associados fazem uma doação de alimentos para creches da região. Chamado de “retorno social do projeto”, esta doação compulsória é proporcional a quantidade média de resíduos orgânicos recebida pelo criador.



Figura 8 – Animais criados com resíduos orgânicos segregados na origem



## Centrais de reaproveitamento de podas

Porto Alegre gera uma média diária de 100 t de resíduos arbóreos e de madeira. Estes resíduos que antes da implantação do sistema integrado eram depositados nos aterros, agora são coletados separadamente e enviados para duas centrais de reaproveitamento, que recebem exclusivamente este tipo de material.



Figura 9 – Central de Podas Serraria, Porto Alegre. Vista da leiras de compostagem de material arbóreo.

Com o uso de moto-serras, a madeira e as torras são cortados 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, agora é matéria-prima fonte de energia nas olarias da região.

Os galhos mais finos e as folhas tem seu tamanho reduzido (ou pelo uso de um triturador ou por passadas sucessivas de trator de esteiras) e compostados no próprio local. Em função da alta porcentagem de celulose e lignina do material arbóreo, o processo de compostagem deste material é um pouco mais longo que dos resíduos domiciliares. No entanto, o composto resultante é de excelente qualidade, e 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 aterros bem mais simples que os sanitários, até porque não recebem resíduos domiciliares ou orgânicos. Como o próprio nome diz, estes aterros recebem somente materiais inertes como calça, entulhos e aterro (terra de escavações). Atualmente são dois em Porto Alegre, sendo um na zona norte e outro na zona sul.

Como o volume diário destes materiais é muito grande, cerca de 400 t/d, o município em breve sentirá a carência de áreas para este tipo de aterro. Por isso, já estamos estudando a implantação de centrais de reaproveitamento de entulhos,

onde estes materiais após passarem por um processo de 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, certamente tal 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 não funcionaria, ou o material resultante seria de péssima qualidade.

Neste sentido, a segregação na origem de entulhos já está sendo posta em prática, mesmo que atualmente o destino sejam os aterros de inertes. Este é um trabalho árduo, visto que a maioria destes resíduos é coletada por terceiros, através do sistema de caçambas estacionárias (os “tele-entulhos”), que na grande maioria das vezes não tem o menor interesse na segregação.

### Aterros sanitários

Como vimos, o objetivo do sistema integrado de gerenciamento de resíduos sólidos é a redução do volume a ser disposto em aterros. Sabemos, no entanto, que com as tecnologias existentes, mesmo que tenhamos um sistema com alta eficiência de reaproveitamento, sempre teremos um 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 cerca de 20 % de rejeito. Estes rejeitos devem ser dispostos adequadamente.

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

Há ainda o fator econômico, tão importante em um país subdesenvolvido como o nosso 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 devemos nos esquecer que aterro sanitário e lixão são conceitos completamente diferentes. Por lixão, definimos aquelas disposições a céu aberto, sem nenhum tipo de cuidado ambiental e operacional. Aterro sanitário, por outro lado, é definido como a disposição controlada 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 um controle operacional específico.



Figura 10 – Aterro Sanitário da Extrema, Porto Alegre. Nota-se os resíduos totalmente cobertos no primeiro plano, e a pequena frente de serviço no canto superior esquerdo.

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

O Aterro Sanitário da Extrema está localizado em uma antiga cava de extração material mineral (saibreira), de modo que não foi necessário degradar nova área para implantação do aterro, pelo 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 que já estava em funcionamento.

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

Esta solução conjunta resolve os problemas da existência de um lixão em Gravataí, que não disponha das condições para, sozinha, fazer a remediação; dos municípios 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 modelo de Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos aqui descrito é resultado da discussão continuada dos técnicos do Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre – DMLU. Está sendo implantado a cerca de 10 anos, tendo conseguido uma modificação radical do 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, muito ainda temos que avançar. 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, pois os modelos não podem ser simplesmente transpostos, mas devem ser 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 poder fazer); e pessoal qualificado e treinado (poder fazer, avaliar e refazer).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1991. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB, 1989, IBGE.
- 2) BREEN, B. 1991. Visionaries: the future of garbage. *GARBAGE: the Practical Journal for the Environment*, V. 3, n.5, pp. 26–33.
- 3) TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H. & VIRGIL, S. 1993. *Integrated solid waste management: engineering principles and management issues*. New York, McGraw-Hill, 978 p.
- 4) EPA 1989. *Federal Register*. Pollution prevention policy statement, U.S EPA, V. 54.
- 5) BRIGES, J.S. & CURRAN, M.A. 1994. Life cycle assessment for municipal solid waste management. *International Directory of Solid Waste Management 1993/4*, The ISWA Yearbook, pp. 15–19.



- 6) REICHERT, G.A. et al. 1993. Gerenciamento integrado de resíduos sólidos em Porto Alegre. In: *Simpósio Latino-Americano de Resíduos Sólidos*, 1º, São Paulo. Anais... São Paulo: AIDIS, pp. 324–340.
  - 7) CAMPOS, H.K.T. & ABREU, M.F. 1995. Integrated waste management system of Belo Horizonte City. In: *Latin American – Swedish Seminar on Solid Waste Management*, Rio de Janeiro, pp. 35–44.
  - 8) DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA. 1997. Quantitativo de resíduos sólidos, por origem, produzidos em Porto Alegre. Relatório. Porto Alegre, DMLU.
  - 9) TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H. & VIRGIL, S. 1993. *Integrated solid waste management: engineering principles and management issues*. New York, McGraw-Hill, 978 p.
  - 10) DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA. 1994. Monitoramento do Aterro Sanitário Três Meninas. (Não publicado). Porto Alegre, DMLU.
  - 11) GOMES, L.P.. 1989. *Estudo da caracterização física e da biodegradabilidade dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários*. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, Dissertação (Mestrado), 161 p.
  - 12) PESSIN, N.; MANDELLI, S.M.C. & SLOMPO, M. 1991. Determinação da composição física e das características físico-químicas dos resíduos sólidos domésticos da cidade de Caxias do Sul. In: *Tratamento de Resíduos Sólidos: Compêndio de Publicações*, Caxias do Sul, Universidade de Caxias do Sul, pp. 67–99.
  - 13) TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H. & VIRGIL, S. 1993. *Integrated solid waste management: engineering principles and management issues*. New York, McGraw-Hill, 978 p.
  - 14) YOSHIDA, H. 1995. Domestic waste management administration. In: *Urban Solid Waste Management*. Course, JICA, Osaka, Japão.
  - 15) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1987. NBR-10004 – Resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, ABNT, 63 p.
- C:\Meus documentos\III Seminário Educação Ambiental\Anais\GERENCIAMENTO INTEGRADO Geraldo.doc