

CADERNOS

# FINSOCIAL

4

Lixo Urbano:  
Três Estudos sobre Coleta  
e Tratamento

*Guilherme Arruda Accioly*

*Marcelo Nardin*

*Marta Prochnik*

*Mônica Esteves de Carvalho*



BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO  
ECONÔMICO E SOCIAL

CADERNOS  
**FINSOCIAL**

**4**

Lixo Urbano:  
Três Estudos sobre Coleta  
e Tratamento

*Guilherme Arruda Accioly  
Marcelo Nardin  
Marta Prochnik  
Mônica Esteves de Carvalho*



BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO  
ECONÔMICO E SOCIAL

2.<sup>a</sup> Edição

## APRESENTAÇÃO

O caráter prioritário conferido pelo Governo à atuação na área social, bem como a experiência acumulada, ao longo dos últimos anos, nos estudos e projetos realizados pelo BNDES, através da Área de Projetos-IV, induziram a iniciativa de publicar os **Cadernos Finsocial** como forma de exprimir nossas reflexões para a discussão das questões sociais.

Os trabalhos são de autoria dos técnicos da Área e, portanto, os conceitos e opiniões neles emitidos não necessariamente refletem o ponto de vista da Instituição.

Certos de que o propósito de divulgar nossas reflexões compensa o risco de publicar trabalhos quase sempre polêmicos, submetemos à crítica nossas inquietações.

Carlos Lessa  
Diretor AP-IV

**COLETA E DISPOSIÇÃO DO LIXO NAS  
180 MAIORES CIDADES BRASILEIRAS**

**Mônica Esteves de Carvalho**

## 1. Apresentação

Este trabalho foi originário de um primeiro esforço da Área de Projetos IV do BNDES no sentido de retratar a situação do serviço de coleta e disposição do lixo urbano nas cidades brasileiras.

A insipiência em que permanece este assunto, se, por um lado, justifica a urgência de resultados, por outro dificulta a interpretação dos dados coletados, na medida em que os parâmetros para avaliação não foram suficientemente estudados e julgados, pelo menos até onde pudemos verificar. As informações disponíveis e seus instrumentos de levantamento refletem a pouca reflexão sobre o tema. As variáveis pesquisadas e disponíveis carecem de conceituação rigorosa, dando margem a confusões conceituais e enunciados nem sempre corretos.

Bom exemplo destas dificuldades é a utilização do lixo coletado como indicador do lixo produzido na comprovação de hipóteses (que, abstratamente, se justificariam), relacionando o lixo produzido ao nível de renda, padrão de consumo etc. É evidente que estes enunciados se enfraquecem se considerarmos que a variável lixo coletado (o único dado existente) reflete, de maneira imediata, fenômenos de natureza distinta, como, por exemplo, a estruturação e eficiência dos serviços de limpeza urbana.

Estas e nossas próprias limitações tiram deste trabalho qualquer pretensão de conter afirmações definitivas. Contudo, esperamos que ele sirva, no mínimo, para orientar os que queiram se aprofundar no assunto.

Aproveitamos a oportunidade para agradecer ao IBGE a cessão de informações dos questionários do Inquérito Especial sobre Limpeza Pública e Remoção de Lixo, ano-base 1983, no âmbito do acordo de cooperação técnica firmado com o BNDES. Ao IBAM, agradecemos o fornecimento de listagem das receitas arrecadadas em 1985 pelos municípios selecionados para o trabalho e a Marco Antonio de Souza Aguiar, a imprescindível participação como consultor. Márcio Henrique Monteiro de Castro, com suas críticas construtivas, colaborou decisivamente para o amadurecimento do trabalho.

## 2. Objetivo

A motivação principal dessa pesquisa é a caracterização do serviço de coleta e disposição de lixo nas principais cidades brasileiras. O conhecimento desta realidade nos parece de fundamental importância: o saneamento básico, do qual o lixo urbano é uma face, é um dos principais determinantes da adequação do meio ambiente e, em última instância, das próprias condições de saúde da população.

Entretanto, dado que não encontramos suficiente bibliografia sobre o tema, logo deparamos desafio adicional: a seleção e qualificação de índices de desempenho que permitissem a avaliação do conjunto dos municípios, no que se refere ao serviço de coleta e disposição do lixo.

Sem ter a pretensão de ter esgotado ou mapeado impecavelmente o assunto, estamos convencidos de que, tão importante quanto o conhecimento da situação do lixo urbano, que acabamos por retratar, é a própria construção e classificação dos índices de desempenho.

### 3. Metodologia

#### 3.1. Fontes de dados

A obtenção de informações no nível dos municípios, segundo nossa primeira avaliação, só seria possível através do envio de questionários às prefeituras municipais.

Logo em seguida, porém, fomos informados de que o IBGE vem aplicando, desde 1978, inquéritos especiais sobre limpeza pública e remoção de lixo. Destes, o referente ao ano-base de 1980 foi publicado, mas as informações coletadas eram tão precárias que os próprios técnicos da instituição organizaram um curso de aperfeiçoamento sobre o assunto, ministrado por especialistas convidados. Desta iniciativa surgiu um novo modelo de questionário, bem mais elaborado e que foi aplicado em 1984, para coleta de informações do ano anterior. Estes questionários, referentes a todos os municípios brasileiro, estão preenchidos e criticados no IBGE, sem, contudo, terem recebido prioridade para digitação.

Foi-nos facultado, pelo IBGE, tendo em visto o acordo de cooperação técnica firmado com o BNDES, o acesso a informações de um conjunto destes questionários, que nos iriam permitir o conhecimento da situação dos municípios selecionados.

Desta forma, optamos por lançar mão de duas estratégias para compreender o problema: o survey, enviado via mala direta às prefeituras municipais, pela atualidade dos dados e possibilidade de coleta de informações específicas de interesse do BNDES, como situação dos catadores, intenção de projeto e outras; e as informações dos questionários do IBGE, pela imediata disponibilidade dos dados.

#### 3.2. Delimitação do Universo da Pesquisa

O Brasil tem, atualmente, pouco mais de 4.100 municípios.

Ambas as fontes de dados selecionadas para a pesquisa tornam inviável que se trabalhe com este extenso universo. Por outro lado, sabe-se que o problema do lixo urbano é agravado à medida que as cidades crescem em população. Assim sendo, optamos por trabalhar com os municípios que apresentavam, segundo o Censo do IBGE de 1980, mais de 80.000 habitantes. Nosso universo ficou, então delimitado em 180 municípios.

### 3.3. Construção dos Índices de Desempenho

Neste item, apresentaremos, sucintamente, os índices de desempenho construídos para caracterização da coleta do lixo. Foram definidos dois grupos de indicadores, segundo seus significados: os índices de cobertura à população e os de eficiência do serviço prestado pelo órgão ou empresa responsável.

#### (i) Índices de cobertura

- . Volume de lixo coletado (kg/dia)/habitante;
- . Pessoal ocupado em limpeza urbana/1.000 habitantes;
- . Capacidade dos equipamentos (t)/1.000 habitantes.

Para o primeiro índice, foi utilizada a população do distrito sede, visto que este volume coletado é referente apenas a ele. Os dois outros índices têm no denominador a população urbana total do município, visto que a empresa ou órgão deve servir a esta população.

Como se vê, dividimos o volume de lixo coletado pela população potencial a ser coberta pelo serviço, e não pela população efetivamente atendida — até porque este dado não é imediatamente disponível a nível de municípios.

A expectativa é de que um baixo índice de lixo coletado por habitante possa indicar, em conjunto com os demais índices, má cobertura da população. Esta má cobertura, no entanto, pode significar o recolhimento de pouco lixo por toda a população — o que

parece pouco provável — ou o recolhimento de todo o lixo de uma parcela de população e nenhum recolhimento do lixo de certas parcelas da população.

Dentro de um mesmo município, a quantidade de lixo produzida pelos diferentes extratos da população varia segundo diversos fatores. Assim, para os municípios com populações muito diferenciadas, um razoável índice de coleta pode não significar cobertura razoável da população em seu todo, mas recolhimento de muito lixo em determinadas faixas, que se dilui pela população total.

Sabemos também que o volume de lixo coletado por habitante em um município não deve ser diretamente comparado com os demais, dadas peculiaridades na produção de lixo pela população.

Nossas observações a respeito do volume de lixo coletado no conjunto dos municípios pesquisados deverão guardar todos os cuidados que o assunto merece.

(ii) Índices de eficiência

- . Pessoal ocupado/Volume de lixo coletado;
- . Capacidade dos equipamentos/Volume de lixo coletado;
- . Volume de lixo coletado/Pessoal administrativo.

Para o primeiro índice, extraímos do pessoal ocupado aquele lotado na disposição final do lixo, nos casos de existirem usinas de compostagem. Este procedimento nos pareceu correto, visto que tais usinas utilizam mais mão de obra do que vazadouros ou aterros sanitários, que na maioria dos casos, empregam apenas uma ou nenhuma pessoa.

A observação destes índices deverá indicar as empresas ou órgãos que têm pessoal total (ou administrativo) e equipamentos desproporcionais à maioria ou à média dos municípios, podendo revelar o fenômeno do inchamento político em órgãos públicos, o desperdício de

equipamentos etc.

Procuramos também cotejar estes índices com o volume de lixo coletado por habitante, visto que, em conjunto com os demais, este pode ser um indicador de eficiência do serviço de coleta.

Contudo, desde já estamos cientes de que o volume de lixo coletado é referente apenas ao distrito sede; os municípios que coletarem muito lixo nos outros distritos terão sua situação piorada relativamente aos que não coletam fora da sede.

Os demais resultados, por não encerrarem qualquer dificuldade de interpretação, serão apresentados sem prévia explicação.

#### 4. Resultados

##### 4.1. Coleta do Lixo Urbano

##### 4.1.1. Volume de lixo coletado no Distrito Sede

Obtivemos dos questionários do IBGE o volume de lixo coletado nos distritos sede em toneladas por dia. Ao dividirmos este valor pela população urbana do distrito sede, obtivemos o volume de lixo coletado por habitante por dia.

A idéia, com este índice, é classificar os municípios, segundo a cobertura da população do distrito sede, ou seja, verificar os que recolhem pouco lixo, os que recolhem razoavelmente e os que recolhem muito lixo por habitante, feitas as considerações arroladas no item 2.3 deste trabalho.

Para esta classificação, além da comparação direta dos índices dos municípios, contamos com a informação de que as populações das principais cidades brasileiras produziam, em média, de 0,5 a 0,7 kg de lixo por habitante por dia em 1973 (Fonte: PINTO, Mário da Silva, in A Coleta e Disposição do Lixo no Brasil). Embora o autor não tenha explicitado o método pelo qual chegou a tal conclusão, dando margem a certa confusão entre volume de lixo coletado e produzido por habitante, consideramos poder contar com esta informação, inicialmente, como parâmetro para balizamento dos nossos resultados.

Assim sendo, obtivemos a seguinte tabulação preliminar:

Vol. Lixo/hab (kg/dia)	Pouco 0 — 0,45	Razoável 0,45 — 0,90	Muito 0,90 —	Total
Número de municípios	60	62	48	170(*)
Porcentagem	35%	37%	28%	100%

Média: 0,72 kg/hab/dia.

(\*)Do universo de 180, dez municípios não informaram o volume de lixo coletado.

Se a produção de lixo fosse uniforme para as populações dos municípios, os que recolhem menos de 0,45 kg/hab/dia, ou 35% do universo pesquisado, teriam serviço precário, deixando de recolher expressiva parcela do lixo produzido pela população urbana.

Ocorre que, como se viu anteriormente, a quantidade de lixo produzida pela população é variável. Não podemos pois, afirmar, a priori, que os municípios que recolhem menos de 0,45 kg/hab/dia têm precário serviço de coleta: pode ser que suas populações produzam menos lixo do que as demais.

Partindo do pressuposto de que as menores cidades podem se diferenciar das grandes metrópoles segundo a produção de lixo, procuramos separar os municípios por faixas de população, obtendo o quadro abaixo:

PORTE DOS MUNICÍPIOS	LIXO/HAB (kg/dia)			TOTAL DOS MUNICÍPIOS POR FAIXA
	0  — 0,45	0,45  — 0,90	0,90  —	
Grandes	19%	47%	34%	100%
Médios	29%	44%	27%	100%
Pequenos	44%	29%	27%	100%

Do quadro anterior se depreende que, embora a parcela mais expressiva dos menores municípios esteja na faixa dos que recolhem pouco (44%), a maioria destes (56%) recolhe de razoavelmente para muito, e, dentro da faixa, existem 27% que recolhem muito. Se eles recolhem muito, é porque a população produz muito lixo. Assim sendo, não podemos afirmar que existe relação direta entre tamanho do município e volume de lixo produzido pela população, dentro do universo com que estamos trabalhando. Tampouco podemos afirmar que, dentre os médios e grandes, existe forte tendência com relação à coleta de pouco ou muito lixo por habitante.

Procuramos, a seguir, verificar como se comporta esta variável segundo a renda da população. Como não dispúnhamos de informações deste parâmetro para todos os municípios, utilizamos os dados de receita do município, informados no survey que enviamos às prefeituras municipais. Calculamos a receita per capita, que, segmentada através de cortes estimados através do próprio conjunto observado, forneceu o seguinte resultado:

RECEITA PER CAPITA DOS MUNICÍPIOS	LIXO/HAB (kg/dia)			TOTAL DOS MUNICÍPIOS POR FAIXA
	0  — 0,45	0,45  — 0,90	0,90  —	
Pouca	45%	10%	45%	100%
Razoável	15%	85%	-	100%
Muita	67%	33%	-	100%

Se aceitarmos que a receita do município é bom indicador para a renda da população — e sem levar em conta o erro que a reduzida amostra pode induzir —, parece, pelo quadro anterior, que o volume de lixo recolhido não apresenta relação direta com a riqueza do município, dentro do universo com que trabalhamos; estas informações começam a sugerir que o volume de lixo coletado está mais associado à qualidade do serviço de coleta do que à diferenciação na produção do lixo pelas populações.

#### 4.1.2. Cruzamento do volume de lixo coletado com os demais índices de cobertura

Foram construídos mais dois índices de cobertura: pessoal total ocupado em limpeza urbana por mil habitantes urbanos e capacidade dos equipamentos de coleta, em toneladas, por mil habitantes urbanos. Obtiveram-se as seguintes tabulações preliminares:

Pessoal ocupado/ Mil habitantes	0  — 0,5	0,5  — 1,0	1,0  — 1,5	1,5  —	TOTAL
Número de municípios	24	50	44	60	178 (*)
Porcentagem	13%	28%	25%	34%	100%

Média: 1,36 pessoas/Mil habitantes.

(\*) Do universo de 180, dois municípios não informaram o pessoal ocupado.

Capacidade (t)/ Mil habitantes	0  — 0,2	0,2  — 0,4	0,4  — 0,6	0,6  —	TOTAL
Número de municípios	34	48	41	46	169 (*)
Porcentagem	20%	29%	24%	27%	100%

Média: 0,46 t/Mil habitantes.

(\*) Do universo de 180, onze municípios não informaram a capacidade dos equipamentos.

Para avaliação do primeiro índice, contamos além da comparação entre eles, com a informação prestada por técnico da Comlurb, segundo o qual o normal ou aceitável seria uma pessoa ocupada em limpeza urbana para cada mil habitantes, embora a média brasileira esteja um pouco acima disso. De fato, a média do nosso universo situou-se em 1,36 pessoas/mil habitantes e a maior parcela dos municípios (34%) revelou ter mais de 1,5 pessoas/mil habitantes.

Contudo, para melhor avaliar estes indicadores, fizemos o cruzamento deles com o Volume de Lixo Coletado/habitante, obtendo os seguintes resultados:

V.L./hab. (Kg/dia)	Pess.Total/ Mil hab.	0  — 1,0	1,0  —
	0  — 0,45		62%
0,45  — 0,90		37%	63%
0,90  —		25%	75%

V.L./hab. (Kg/dia)	Capacidade/ Mil hab.	0  — 0,4	0,4  —
	0  — 0,45		70%
0,45  — 0,90		44%	56%
0,90  —		27%	73%

Como se pode observar, dentre os municípios que recolhem pouco lixo por habitante, 62% contam com pouco pessoal e 70% com pouco equipamento, sugerindo que os serviços estão subdimensionados com relação à população.

Ao contrário, dentre os municípios que recolhem muito lixo, 75% têm muito pessoal e 73% têm muito equipamento.

#### 4.1.3. Indicadores de eficiência

Estes indicadores foram construídos visando cotejar o pessoal ocupado em limpeza urbana e a capacidade dos equipamentos com o volume de lixo coletado.

As tabulações preliminares são as seguintes:

Pessoas Ocup.(*)/ Vol lixo (t/dia)	0   1,5	1,5   3	3   6	6	TOTAL
Número de municípios	51	66	32	21	170
Porcentagem	30%	39%	19%	12%	100%

Média: 3,84 pessoas/tonelada diária de lixo recolhido.

(\*) Foram retirados os ocupados em destinação final, no caso dos municípios que contam com usinas de compostagem.

Capacidade (t)/ Vol. Lixo (t/dia)	0,4	0,4   0,8	0,8   1,4	1,4	TOTAL
Número de municípios	36	54	44	36	169
Porcentagem	21%	32%	26%	21%	100%

Média: 1,31 t de capacidade em equipamentos/ tonelada diária de lixo recolhido.

Nos quadros acima, observa-se que 69% dos municípios empregam até três pessoas para cada tonelada diária de lixo recolhido e 53% deles têm até 0,8 t de capacidade de equipamento para o mesmo objetivo.

Ressalvamos aqui, mais uma vez, que o volume de lixo utilizado neste indicador é apenas referente ao distrito sede: o pessoal ocupado e os equipamentos, contudo, foram tomados em sua totalidade. Desta forma, os municípios que prestam bom serviço de coleta fora do distrito sede teriam sua situação retratada de maneira injusta.

A seguir, procuramos cotejar estes dados de eficiência com o volume de lixo coletado por habitante:

Pessoas ocup./ Vol.lixo (t/dia)	0   3	3
V.L./hab. (t/dia)		
0   0,45	41%	59%
0,45   0,90	75%	25%
0,90	96%	4%

Capacidade (t)/ Vol. lixo (t/dia)	0   0,8	0,8
V.L./hab. (t/dia)		
0   0,45	26%	74%
0,45   0,90	59%	41%
0,90	79%	21%

Observa-se, neste caso, que as empresas que recolhem pouco lixo por habitante tendem a demonstrar ineficiência na utilização dos recursos humanos e materiais de que dispõem: 59% delas empregam mais de três pessoas e 74% utilizam mais de 0,8 t de capacidade em equipamentos por tonelada de lixo recolhido. Por outro lado, dentre as que recolhem muito, 96% e 79%, respectivamente, apresentam o resultado inverso.

Comparando este resultado com o precedente, que confirmava que as que recolhem pouco são pequenas em relação à população que deveriam atender, suspeitamos de que existe um patamar mínimo de organização do serviço de coleta de lixo, proporcional

ao tamanho da população, a partir do qual uma empresa é capaz de dar cobertura eficiente à população urbana no que se refere ao lixo produzido.

Finalmente, como indicador de eficiência das empresas, procuramos correlacionar o volume de lixo coletado com o pessoal ocupado em administração.

A tabulação preliminar é a seguinte:

Vol. lixo (t/dia) Pessoal Administrativo	40  —	20  — 40	10  — 20	1  — 10	TOTAL
Número de Municípios	20	33	39	59	151(*)
Porcentagem	13%	22%	26%	39%	100%

Média: 18 toneladas de lixo/pessoa ocupada em administração.

(\*) Dos 180 municípios, 29 não informaram seu pessoal administrativo.

Enquanto em 13% dos municípios existe uma pessoa em função administrativa para cada 40 ou mais toneladas de lixo recolhida, em 39% deles cada pessoa administra apenas entre uma e 10 toneladas de lixo.

Separando estes valores pelos municípios que recolhem pouco, razoavelmente e muito lixo por habitante, obtivemos o seguinte:

Vol.lixo (t/dia) Pess. Adm.	20  —	1  — 20
Vol. lixo/hab. (kg/dia)		
0  — 0,45	12%	88%
0,45  — 0,90	37%	63%
0,90  —	60%	40%

Novamente se observa que o emprego de pessoal administrativo tende a ser mais ineficiente nos municípios que recolhem menos lixo por habitante: em 88% destes, a cada pessoa administrativa correspondem de uma a 20 toneladas de lixo. Em 60% dos municípios que recolhem muito uma pessoa administrativa é empregada a cada 20 ou mais toneladas de lixo recolhido por dia.

#### 4.1.4. Coleta nos demais Distritos do Município

Quanto à coleta de lixo nos demais distritos de cada município, o questionário do IBGE so indagou sobre a existência ou não do serviço.

Informou-se da existência de 606 Distritos, exceto o sede, nos 180 municípios pesquisados. Destes, 300, correspondentes a 49,5% do total, não dispunham de serviço de coleta, seja em vias e logradouros, seja de lixo predial.

Como uma parcela destes distritos pode ser rural (não se podendo, através do questionário, precisar quantos estão neste caso), não podemos afirmar qual porcentagem deles é de fato carente do serviço de limpeza urbana.

#### 4.1.5. Utilização dos equipamentos

Outro parâmetro utilizado para caracterizar a situação das empresas de limpeza urbana foi o grau de utilização da capacidade dos equipamentos existentes.

Tomamos o número de equipamentos declarados em uso e dividimos pelo número dos existentes. Constatamos que, para os 174 municípios que deram estas informações, 150, ou 86% do total, mantêm 100% dos equipamentos em uso. Para os 24 que operam abaixo da capacidade, a média de utilização foi de 74%.

Embora não se possa precisar o motivo pelo qual estes

equipamentos estão fora de uso, a informação de que apenas 14% de les não operam a plena capacidade pode sugerir a necessidade de ampliação das frotas, mormente para aqueles municípios que recolhem pouco lixo por habitante.

#### 4.1.6. População atendida e periodicidade da coleta

Apresentamos, a seguir, a tabulação preliminar dos resultados obtidos através do survey enviado às prefeituras municipais, no que se refere à porcentagem da população atendida pelo serviço de coleta de lixo e sua periodicidade:

Porcentagem da população atendida:

% da população	% dos municípios
100%	27%
70-90%	52%
40-60%	18%
10-30%	3%
TOTAL	100%

Periodicidade da coleta:

Periodicidade	% dos municípios
Diária	41%
2-5/semana	59%
1/semana	-
Quinzenal	-
TOTAL	100%

Para esta última tabulação, procuramos detectar a

periodicidade da coleta da maior parte do lixo coletado, visto que a periodicidade não é uniforme para as diversas zonas urbanas.

#### 4.2. Destinação Final do Lixo

Procuramos, inicialmente, verificar que porcentagem do lixo coletado no distrito sede tem as destinações indicadas no questionário do IBGE:

- Vazadouro (a céu aberto ou em água)
- Aterro sanitário ou controlado
- Aterro de resíduos industriais
- Usina de compostagem
- Usina de reciclagem
- Usina de incineração
- Outros

Constatamos, desde logo, que à exceção de dois ou três, nenhum município declarou ter tratamento especial para o lixo industrial ou contar com usina de incineração para o lixo hospitalar, conforme exige a legislação sanitária.

Dos 176 municípios que informaram a destinação do lixo, 103, ou 59%, utilizam apenas vazadouro a céu aberto ou em água, enquanto 56, ou 32%, utilizam apenas aterros sanitários ou controlados, conforme o quadro abaixo:

Destinação do Lixo	Nº de municípios	%
Só vazadouro a céu aberto ou em água	103	59%
Só aterro sanitário ou controlado	56	32%
Soluções híbridas	17	9%
T O T A L	176	100%

As soluções híbridas são, em alguns casos, um misto de

vazadouro e aterro sanitário. Em 12 municípios, porém, além destas soluções, existem usinas de compostagem. A classificação destas usinas, segundo a capacidade, é a seguinte:

CAPACIDADE (*) (t/dia)	Nº DE USINAS	%
Até 5	2	17
De 10 a 20	3	25
50	1	8
De 100 a 150	3	25
De 150 a 200	2	17
300	1	8
T O T A L	12	100

(\*) Na verdade, estes são os valores informados do volume de lixo diário tratado, e não propriamente de capacidade.

A classificação destes municípios segundo a porcentagem que o lixo tratado por este método representa, do total coletado, é a seguinte:

% DO LIXO TRATADO POR COMPOSTAGEM	Nº DE MUNICÍPIOS	%
De 1 a 5%	5	46%
De 6 a 10%	2	18%
De 25 a 50%	3	27%
Mais de 50%	1	9%
T O T A L	11 (*)	100%

(\*) Um dos 12 municípios não informou volume coletado ou outras destinações. Seu volume tratado por compostagem é 4 t/dia.

Estes municípios tratam, em média, 17,4% do lixo que coletam em usina de compostagem.

Contudo, se cotejarmos o volume de lixo assim destinado—

1.185 t/dia —, com o volume totais dos municípios que informaram — 36.380 t/dia. Em nosso universo, apenas 3,2% do lixo é tratado por compostagem.

Procuramos, também, verificar a situação (em relação ao lixo da sede), cujo lixo é coletado e tratado em vazadouro.

Como se viu, o total de municípios com serviço de coleta de lixo em vazadouro ou aterro sanitário são 306, o que representa 50,3% do total. Apenas 306 contam com serviço de coleta de lixo em vazadouro o único destino para o lixo.

Cumpra ressaltar que os dados do IBGE são pressupõe duas situações: com e sem coleta de lixo.

O quadro geral da situação é o seguinte:

	sem coleta de lixo
nº total de distritos	Nº
606	300

#### 4.3. Gasto com Limpeza Urbana

Procuramos, através dos municípios, verificar qual a porcentagem do lixo que é tratado na relação à receita do município. Os dados obtidos nos questionários já recebidos são os seguintes:

1.185 t/dia —, com o volume total de lixo coletado pelos 170 municípios que informaram — 36.388 t/dia —, verificaremos que, em nosso universo, apenas 3,2% do lixo coletado é destinado a usinas de compostagem.

Procuramos, também, detectar quantos distritos (exceto o da sede), cujo lixo é coletado, têm como destinação apenas vazadouro.

Como se viu, o total de distritos informado foi de 606; 306 contam com serviço de coleta de lixo e, destes, 270, ou 75%, têm no vazadouro o único destino para o lixo coletado.

Cumpramos ressaltar que, para estes distritos, o questionário do IBGE só pressupõe duas destinações: vazadouro e aterro.

O quadro geral da situação dos distritos é o seguinte:

nº total de distritos	sem coleta		destinação			
			vazadouro		aterro	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
606	300	49%	270	44%	36	6%

#### 4.3. Gasto com Limpeza Urbana

Procuramos, através do survey enviado às prefeituras municipais, verificar qual a porcentagem do gasto com limpeza urbana em relação à receita do município. Obtivemos a seguinte tabulação dos questionários já recebidos:

GASTO COM LIMP. URB. RECEITA DO MUNICÍPIO	%
0  — 3%	31%
3%  — 6%	34%
6%  — 9%	7%
9%  —	28%
<b>T O T A L</b>	<b>100%</b>

Os valores variaram entre 0,01% e 30%; a moda esteve em torno de 3% e a média foi de 6,1%.

#### 4.4. Catadores de Lixo

Dos 33 municípios que já prestaram a informação, dez não informaram sobre a existência de catadores; dos dez, oito não têm como destino final do lixo o vazadouro. Pode-se crer que este tipo de destinação propicia a existência de catadores:

23 municípios com catadores { 16- Destino final: vazadouro  
7- Destino final: outra alternativa

10 municípios sem catadores { 2- Destino final: vazadouro  
8- Destino final: outra alternativa

Dito de outra forma:

18 municípios com vazadouro { 16 com catadores  
2 sem catadores

15 municípios sem vazadouro { 7 com catadores  
8 sem catadores

O número informado de catadores em cada município não guardou proporção com o volume de lixo coletado. Por exemplo, em dois deles, que coletam cerca de 300 t/dia de lixo, existem 60 e 600 catadores, respectivamente.

A distribuição dos municípios segundo o número de catadores é a seguinte:

nº de catadores	nº de municípios	%
10 — 30	7	30%
30 — 100	4	18%
100 — 500	9	39%
500 —	3	13%
T O T A L	23	100%

Nestes 23 municípios informantes, que representam cerca de 70% da pequena amostra de 33 questionários, existem 4.422 pessoas vivendo como catadores; em média, 192 pessoas por município.

Se a correta utilização de métodos estatísticos amostrais não nos vedasse fazer a projeção que se segue, poderíamos supor de que, nos 180 municípios selecionados para este estudo, existem quase 25.000 pessoas vivendo como catadores de lixo (70% de 180 vezes 192 catadores/municípios).

## 5. Conclusões

### 5.1. Coleta de Lixo

Como se viu ao longo do trabalho, a caracterização da coleta do lixo torna-se bastante complicada a partir da observação de dados agregados. O ideal seria termos dados confiáveis sobre produção de lixo pela população, para cotejá-los com o serviço de coleta, que ficaria caracterizado como suficiente ou insuficiente. Entretanto, a produção de lixo varia tanto de município para município como dentro de uma mesma cidade, segundo diversos parâmetros, tais como a industrialização de alimentos, os hábitos da população, fatores sazonais (festas de fim de ano ou férias em cidades turísticas, por exemplo), a arborização de vias públicas, o tipo de comércio existente, o movimento de pedestres, a intensidade do trânsito de veículos e até a presença de animais domésticos.

O IBGE, através da PNAD — Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, procura verificar a parcela da população efetivamente atendida pelo serviço de coleta de lixo. Entretanto, devido às próprias características de obtenção destes dados, os resultados são apresentados agregados por estados e isoladamente, apenas para algumas metrópoles, como Rio de Janeiro e São Paulo.

A partir das tentativas empreendidas pela equipe, e feitas todas as ressalvas mencionadas no corpo do trabalho, podemos apenas sugerir alguns resultados, a título de conclusões.

Parece razoável, afirmar, por exemplo, que em 60 municípios, ou 35% do total de informantes, o serviço de coleta de lixo é bastante precário, pois, ao recolher menos de 0,45 kg de lixo por habitante por dia, muito do lixo produzido deve estar deixando de ser coletado.

Por outro lado, não podemos afirmar que os que recolhem mais lixo por habitante têm serviço exemplar. A média do lixo coletado por habitante, 0,72kg/hab/dia, sugere que o volume de lixo produzido por essas populações deve ser bastante superior ao dado

apresentado por Mário da Silva Pinto para 1973:entre 0,5 e 0,7 kg/hab.

Quanto ao tamanho das empresas coletadoras, parece-nos que as que contam com mais de 1,5 pessoas ocupada por mil habitantes (34% do total) e com mais de 0,6 t de capacidade de equipamentos por mil habitantes (27% do total) estariam superdimensionadas com relação à população a que servem. Apesar disto, estas, com poucas exceções, tendem a prestar um bom serviço, coletando grande parte do lixo produzido.

Ao contrário, as empresas subdimensionadas com relação à população não conseguem, de maneira geral, recolher o lixo produzido pela totalidade dos habitantes.

É interessante cotejar estas informações com os índices de eficiência construídos. Constatamos, assim, que justamente as subdimensionadas são as que empregam mais ineficientemente os recursos humanos e materiais de que dispõem: 57% das que recolhem pouco lixo por habitante têm mais de três pessoas ocupadas por tonelada diária recolhida, enquanto 96% das que recolhem muito têm menos de três pessoas ocupadas por tonelada; da mesma forma, 74% do primeiro grupo têm mais de 0,8 t de capacidade de equipamento por tonelada de lixo recolhido e 79% do segundo grupo se apresentam abaixo deste parâmetro.

Quanto ao emprego de pessoal administrativo, em 39% das empresas existe uma pessoa administrando entre uma e 10t de lixo, o que parece um exagero; em 35% delas, a cada pessoa administrativa correspondem 20 ou mais toneladas de lixo coletado.

Embora se possa mais uma vez relacionar esta ineficiência com o tamanho da empresa, visto que o maior emprego de pessoal administrativo ocorrem em 88% das empresas que recolhem pouco, também em 40% das empresas que recolhem muito verificamos certa prodigalidade administrativa.

Conforme já pudemos fazer notar, estes resultados nos sugeriram que existe um patamar mínimo de organização do sistema

de coleta de lixo, proporcional ao tamanho da população, a partir do qual o serviço começa a apresentar ganhos de eficiência.

Quanto à utilização dos equipamentos existentes, o fato de apenas 14% dos municípios não trabalharem a plena capacidade pode sugerir a necessidade de reposição ou ampliação da frota, imediatamente ou nos próximos anos, pelo desgaste que esta sofre com o uso e o próprio crescimento vegetativo da população.

A caracterização da coleta fora dos distritos sede, como se viu, ficou prejudicada visto que não pudemos separar os distritos rurais dos urbanos. De qualquer modo, fica o registro de que em 300 distritos, ou cerca de 50% do total, não existe o serviço de coleta.

Os dados tabulados do survey, pela pequena parcela que representam do nosso universo, não podem, com mais razão ainda que os demais resultados apresentados, ser encarados como conclusivos.

A título de ilustração, informamos que em apenas 27% das respostas os municípios afirmaram dar cobertura de coleta de lixo a 100% da população; em cerca de 40% deles a coleta é diária e nos demais ocorre principalmente de duas a cinco vezes por semana.

## 5.2. Destinação do Lixo

Ao contrário do que ocorreu com a caracterização de coleta do lixo urbano, parece-nos que não restam dúvidas, a partir da observação dos dados sobre destinação final, de que o lixo no Brasil vem recebendo tratamento inadequado.

É consenso entre os estudiosos do assunto que os vazadouros "encerram graves riscos do ponto de vista sanitário e enormes inconvenientes para as regiões vizinhas" (PINTO, Mário da Silva, op. cit.).

Segundo este autor, são os seguintes os principais efeitos nocivos da disposição do lixo em vazadouros:

"a) contaminação da atmosfera pelas fumaças decorrentes da combustão do lixo;

b) contaminação da água subterrânea e superficial por solução lixiviada (chorume), altamente poluente;

c) mau cheiro provocado pela emissão de gases provenientes da decomposição biológica da matéria orgânica;

d) proliferação de ratos, moscas e vermes que se alimentam dos restos de comida existentes no lixo e que aí encontram local ideal para sobrevivência;

e) inundação de regiões próximas, provocadas pela obstrução dos canais naturais de escoamento das águas;

f) depreciação das regiões vizinhas, diminuindo o valor dos terrenos e prejudicando a ocupação das áreas próximas ao vazadouro."

Apesar dos malefícios desta solução, constatamos que 103 municípios, ou 59% do total pesquisado, contam apenas com vazadouros para destinação do lixo coletado. Esta informação alia-se à suspeita de que pelo menos 60, ou 35% dos municípios do universo, não coletam todo o lixo produzido pela população.

A existência de apenas 12 municípios com usinas de compostagem sugere que o tratamento do lixo não tem sido encarado sob o ponto de vista do reaproveitamento, que pode, segundo informes de municípios que recentemente adotaram ou pretendem adotar usinas de compostagem, tornar esta atividade, senão rentável, pelo menos auto-sustentada, do ponto de vista econômico-financeiro.

Podemos concluir que o BNDES, ao incorporar as preocupações com a questão social do país, deve ter uma atuação mais decisiva no que se refere ao serviço de limpeza urbana, que tem sido indevidamente tratado, com prejuízo para o meio ambiente e a saúde da população.

**USINA COMPACTA DE BAURU:**

**UM CASO EXEMPLAR**

Marcelo Nardin

Guilherme Arruda Accioly

## 1. Apresentação

A partir do diagnóstico, elaborado pela Área de Projetos IV do BNDES, em que ficou caracterizada a situação precária das cidades brasileira no que se refere ao lixo urbano, passou-se a procurar uma prefeitura municipal disposta a apresentar um projeto neste campo. Dada a exemplaridade pretendida para projeto pioneiro em área tão importante, era necessário grande margem de confiabilidade na prefeitura executante; o projeto deveria ser também abrangente e integrado.

Essas questões foram levadas, com boa receptividade, à Prefeitura Municipal de Bauru, que se dispôs a preparar projeto nesta linha, para apresentação à AP-IV. A partir do encaminhamento de uma primeira versão, iniciou-se o processo de aprimoramento e alargamento da solução proposta, que resultou na operação que passamos a descrever.

## 2. A beneficiária, Prefeitura Municipal de Bauru

Bauru, município situado no centro geográfico de São Paulo, tem área de 702 km<sup>2</sup> e população de cerca de 250 mil habitantes. Distante 324 km da capital, é sede de região administrativa e o polo mais importante de uma região que abrange 38 municípios paulistas.

Sua atividade econômica concentra-se fortemente no setor terciário, em especial no comércio. O pequeno número de indústrias em seus limites resulta em arrecadação menor que a de municípios menos habitados. A população é predominantemente urbana (96,7%), com rede de água atendendo a 95% dos domicílios, esgoto a 80% e serviço de coleta de lixo a 100%. O padrão de saúde no município, medido por índices de mortalidade geral e infantil — de 7,35/mil e 26,55/mil, respectivamente — é compatível com a média do Estado de São Paulo e bastante superior ao padrão geral brasileiro.

A atual administração da Prefeitura, eleita com ampla margem de votos em 1982, conjuga elevado grau de preocupação com as questões relativas às parcelas carentes da população e satisfatória eficiência operacional. Já implantou sistema abrangente de atendimento à saúde e tomou diversas iniciativas em apoio a grupos menos favorecidos (sacolões, produção própria de merenda escolar, etc.).

Todo o novo sistema de disposição de lixo em Bauru será implantado pela EMDURB — Empresa Municipal de Desenvolvimento Urbano e Rural de Bauru, cuja atribuição é coordenar e executar diversas ações idealizadas pela Prefeitura, especialmente nas questões ligadas ao uso da terra.

A partir de setembro de 86, a EMDURB passou a executar, com maior eficiência e menor custo, o serviço de coleta do lixo urbano, antes realizado por empresa privada concessionária. São coletadas, atualmente, 130 t/dia de lixo, em dias alternados. O lixo hospitalar, hoje coletado indistintamente, deverá ter tratamento específico, por sua alta periculosidade.

### 3. O Projeto

O projeto que ora apresentamos é resultado da reflexão conjunta da Prefeitura Municipal de Bauru e da AP-IV, visando encontrar uma solução integrada para a disposição dos resíduos sólidos e, dessa forma, criar paradigma para o equacionamento dessa questão nos pequenos e médios municípios brasileiros.

Foi dada atenção especial à questão social embutida no problema: o projeto contempla os catadores do lixão, que, caso a solução proposta se limitasse a substituí-lo por outra espécie de disposição dos rejeitos sólidos, perderiam sua única oportunidade de auferir renda.

#### 3.1. A usina de reciclagem

O item central do projeto é a implantação de uma usina de reciclagem de lixo, cuja concepção conjuga baixa intensidade de capital, grande ocupação de mão-de-obra e processos produtivos simplicados.

Já há duas unidades com essas características em funcionamento nos municípios de Ourinhos (SP) e Cornélio Procópio (PR). Elas apresentam uma série de qualidades que as indicam como caminho a ser seguido no equacionamento desse problema:

- baixo custo de implantação;
- baixo custo de operação;
- tecnologia inteiramente nacional;
- simplicidade operacional;
- aproveitamento total do lixo;
- alta rentabilidade;
- uso intensivo de mão-de-obra;
- ausência de condições para proliferação de vetores de doença;
- não contaminação do meio-ambiente;
- ausência de mau cheiro.

A usina compacta de lixo a ser implantada em Bauru tem capacidade para beneficiar até 150 t/dia de lixo, em dois turnos de oito horas de trabalho, com 20 operários em cada turno. O processo de operação, extremamente simples, consta basicamente das seguintes etapas:

i) o lixo é depositado por um caminhão basculante na caixa de entrada;

ii) cai numa esteira rolante, da qual, equipados com luvas e aventais, os operários retiram manualmente todos os elementos recicláveis inorgânicos;

iii) contendo apenas material orgânico no fim da esteira, o lixo entra num moinho de martelos, onde é dilacerado e moído;

iv) o lixo moído é empilhado em leiras, onde sofre um processo de fermentação aeróbica por 60 a 90 dias, após o que se transforma em composto orgânico, pronto para ser utilizado como corretivo do solo.

Existem alguns detalhes interessantes a serem mencionados. O primeiro é o sistema de rejeição balística de materiais inadequados para a moagem (pregos, vidros, tampas de garrafas, etc) que tenham eventualmente passado pela catação, que são expelidos pelo moinho, sendo atirados numa caixa própria. Um outro é a não proliferação de vetores de doença, devido ao calor gerado no interior das leiras pelo processo de fermentação, que elimina as larvas depositadas e afugenta os roedores. Um terceiro, e fundamental, é a elevada eficiência neste processo de separação manual, vis-a-vis os processos existentes, intensivos em capital.

### 3.2. Aspectos econômico-financeiros

A usina de reciclagem e compostagem do lixo é empreendimento gerador de renda. A análise de seus aspectos econômico-financeiros, entretanto, apresenta alguns obstáculos, decorrentes, principalmente, do pioneirismo do projeto; há, portanto, poucos dados

para a elaboração das projeções financeiras. Não obstante, foram feitos alguns esforços neste sentido, sempre considerando, dentre os dados disponíveis, os mais conservadores.

As projeções foram realizadas para quatro hipóteses, todas baseadas nas seguintes premissas:

(i) início da implantação em janeiro de 1987;

(ii) seis meses para instalação (embora a Prefeitura Municipal de Bauru e o provável fornecedor afirmem que o prazo para instalação é de 90 dias);

(iii) beneficiamento de 50 t/dia no terceiro trimestre de 1987, 75 t/dia no quarto trimestre de 87 e de 150 t/dia a partir de 1988;

(iv) suposição de salários para os catadores (o que, como veremos, não será o caso); foram incluídos para efeitos da análise;

(v) financiameneto do BNDES com um ano de carência, seis de amortização e juros de 6% a.a.;

(vi) para efeito do cálculo da taxa interna de retorno, foi estabelecido um valor residual, ao fim da vida útil da usina, no montante de Cz\$ 1,5 milhão. Isso equivale ao valor do terreno.

Hipótese A: Vida útil de dez anos e obtenção de receita na venda de composto orgânico (embora, na realidade, este vá ser apropriado pela Prefeitura de Bauru);

Hipótese B: Vida útil de cinco anos, com receita na venda do composto;

Hipótese C: Vida útil de dez anos, sem receita do composto;

Hipótese D: Vida útil de cinco anos, sem receita do

composto.

A Taxa Interna de Retorno foi calculada para cada uma das quatro hipóteses acima, com os seguintes resultados:

Hipótese A: 73,49% a.a.

Hipótese B: 65,59% a.a.

Hipótese C: 1,31% a.a.

Hipótese D: -24,94% a.a.

A grande diferença encontrada entre as duas primeiras e as demais hipóteses deve-se, obviamente, à não consideração da renda do composto, que representa 40,6% da receita da usina. Levando-se em consideração que, embora a Prefeitura de Bauru não vá, efetivamente, vender este composto, ele tem valor econômico, fica claro que as hipóteses que não consideram o valor do composto representam mais um esforço analítico do que o reflexo da realidade. Em outras palavras, de acordo com as projeções, sob o enfoque empresarial, essas usinas apresentam promissoras perspectivas econômicas. Isso se dá fundamentalmente devido ao fato de a matéria-prima — o lixo — ter custo zero; do ponto de vista apenas da usina, é verdade, embora não o seja se tomarmos o sistema de limpeza urbana como um todo, incluindo o custo da coleta. Como essa é realizada a despeito da instalação da usina, é razoável omitirmos seu custo nas projeções.

Quanto ao investimento necessário para a implantação da usina, destacamos seu valor extremamente baixo, de cerca de Cz\$ 4,0 milhões, destinados a obras civis e equipamentos.

O terreno, de propriedade da Prefeitura, e os encargos financeiros, a serem por ela custeados antes do start up, estão avaliados em cerca de Cz\$ 1,6 milhões.

### 3.3.A solução do problema dos catadores

Existem hoje 40 famílias sobrevivendo da catação no lixão,

já cadastradas pela Secretaria de Projetos Comunitários da Prefeitura de Bauru. O que se pretende é a organização desses indivíduos, com a assessoria dessa Secretaria Municipal, em uma associação, provavelmente cooperativa, que forneceria mão-de-obra para a operação da usina de lixo.

O chefe de cada uma dessas famílias irá trabalhar na usina, liberando os demais membros para outras atividades. A remuneração por esse trabalho será paga à Associação, que a repassará a seus integrantes. A remuneração será proveniente da receita obtida com os reciclados pela usina — papel, papelão, vidro, latas e plásticos — deduzidos os custos de operação, incluída a mão-de-obra especializada. A prefeitura irá apropriar-se do composto orgânico produzido, que será utilizado na correção de solos onde se plantam alimentos para a merenda escolar.

Essa proposta de divisão da receita, idealizada pela Prefeitura, além de retirar da marginalidade toda a população catadora, o faz com substancial aumento de renda familiar, liberação da mão-de-obra infantil e incentiva a conscientização — uma vez que torna os catadores co-participantes do empreendimento.

O risco inerente se origina basicamente da baixa condição social da baixa condição social e cultural dos catadores, atualmente marginalizados. Não se sabe ao certo como irá se conduzir a futura associação, que terá espaço próprio de atuação, ainda que com assessoria técnica da Prefeitura. Ahamos, entretanto, que é um risco que vale a pena ser assumido, tanto por ser decisão política da Prefeitura de Bauru, a maior interessada no projeto quanto pelo rico aprendizado que pode oferecer a todos os envolvidos.

#### 3.4. O mutirão das casas dos catadores

Paralelamente à constituição da associação dos catadores, irão ser construídas residências para 40 famílias dessa

comunidade, em terrenos vizinho ao da usina.

Essas 40 casas, com área de 41m<sup>2</sup> cada, têm o custo unitário de Cz\$ 22,3 mil e serão erguidas em regime de mutirão, com mão-de-obra não remunerada dos próprios catadores, sob supervisão técnica da Prefeitura. O custo total da construção dessas unidades é de Cz\$ 893,2 mil.

Estão orçados recursos para a implantação da infraestrutura necessária a essas residências, no total de Cz\$ 1,3 milhão, destinados à pavimentação asfáltica, rede de energia elétrica, rede de água e de esgoto.

### 3.5. Núcleo de ação comunitária

Pretende-se, também, construir um Núcleo de Ação Comunitária, a ser utilizado pela cooperativa dos catadores; terá duas salas de aula, enfermaria, berçário, sala da comunidade, lactário, refeitório, horta comunitária etc. Os recursos para essa obra estão orçados em cerca de Cz\$ 1,5 milhão.

#### 4. Conclusão

Como se viu, o projeto apresentado é iniciativa pioneira no campo da destinação dos resíduos sólidos, menos pela técnica envolvida (que é muito simples) do que pela abrangência das propostas.

Pretende-se, a partir de análise e posterior acompanhamento, estabelecer novo paradigma para o tratamento da questão do lixo urbano, visto que, vencidas as dificuldades iniciais, a solução pode ser adotada, no todo ou em parte, por outros municípios do país.

Os estudos feitos indicam que a usina é capaz de se autofinanciar, permitindo, além do equilíbrio financeiro da atividade de limpeza pública, sensível melhoria das condições sanitárias e ecológicas da população em geral e a recuperação social dos catadores de lixo, em particular.

Sabemos, contudo, que nem sempre a viabilidade técnica garante o êxito de uma solução adequada. As soluções técnicas são concebidas segundo lógica bem conhecida, baseada no princípio de concorrência capitalista, que pode ser expressa através de alguma relação econômica de custo-benefício. Entretanto, quando se trata de serviços prestados pelo Estado, não existe, por definição, concorrência capaz de garantir a eficiência implícita nesta lógica.

A vontade política e administrativa do nível executivo deve ser considerada fator de risco, de vez que, nesta esfera, qualquer iniciativa pode sofrer solução de continuidade ou retrocesso, a despeito de sua excelência. Assim, parece fundamental o reforço dos sistemas de avaliação e controle sobre a administração dos serviços públicos.

Em termos técnicos, procurou-se, no tratamento da questão do lixo, uma solução que, acima de tudo, privilegiasse o controle dos efeitos poluentes dos resíduos. De fato, a linha de tra

balho da AP-IV, baseada no enfrentamento de questões de saúde, havia sido um dos principais motivos de nosso interesse pela questão do lixo urbano. Saltava aos olhos a inadequabilidade das soluções tradicionais, — o aterro sanitário, o lixão, o vazamento em cursos d'água — que procuravam afastar os resíduos dos olhos ou das narinas da cidade (ou de seus bairros mais privilegiados), mas relegavam a segundo plano o enorme dano ecológico produzido. Buscou-se, assim, solução que, não adotando a perspectiva expulsiva citada, produzisse reintegração progressiva dos resíduos ao meio. Esses processos não-expulsivos são relativamente simples e muitas vezes requerem menos investimento que os procedimentos tradicionais.

Salientamos alguns princípios básicos para esses processos:

Em primeiro lugar, o sistema natural necessita de tempo para reciclar os restos; a característica da sociedade atual é a enorme velocidade dos fluxos, inclusive de restos. Neste sentido, devem ser adotadas soluções de redução de tempo dos processos, visando deixar a natureza agir a contento. Um exemplo prático são as lagoas de estabilização de esgotos que, ao permitir as digestões naturais, preservam os corpos de água receptores.

Princípio associado a esse é de que nem sempre os restos necessitam ser afastados completamente. Usinas de reciclagem de lixo urbano podem não causar o mínimo prejuízo às vizinhanças. De fato, práticas bem conhecidas na administração dessas usinas apontam para o controle total dos efeitos do tratamento do lixo, como maus odores ou moscas.

Princípio também a ser considerado é o do reaproveitamento das matérias primas. Seja o reciclamento de sucata, como a purificação das águas servidas, ou a compostagem do lixo orgânico, o elo básico é a garantia de uma decomposição no meio e de reciclamento.

USINAS DE RECICLAGEM DE LIXO:  
ASPECTOS SOCIAIS E VIABILIDADE ECONÔMICA

Marta Prochnik  
Mônica Esteves de Carvalho  
Marcelo Nardin

## 1. Apresentação

A questão do lixo urbano não vem sendo pensada organiza  
damente no Brasil e tampouco se têm considerado em conjunto seus diversos aspectos:

- a coleta do lixo;
- sua disposição final e eventuais danos ecológicos;
- a questão social representada pelos "catadores";
- a questão sanitária;
- a reciclagem do lixo, ou seja:
  - o aproveitamento do composto orgânico na agricultura; e
  - o uso, como insumo industrial, dos elementos recicláveis — vidro, papel, plás  
tico e metal.

Na maioria das cidades brasileira, além do serviço de coleta ser insuficiente, o destino final do lixo é inadequado. São usados principalmente vazadouros a céu aberto, em água, ou ainda aterros sanitários que, muitas vezes, pelas dificuldades de manejo e alto custo de manutenção, se descaracterizam, acarretando os mesmos problemas dos vazadouros. Esta má disposição do lixo compromete diretamente o meio ambiente, causando a poluição do solo, do ar e dos recursos hídricos, e afeta a condição sanitária da po  
pulação.

A adoção destas alternativas propicia ainda a existência e proliferação dos catadores de lixo — pessoas que têm na cata  
ção e venda do reciclado dos lixões seu único meio de subsistên  
cia, em condições as mais abjetas.

As poucas usinas de reciclagem que existem no País, ca-  
racterizadas pelo uso intensivo de capital, não respondem ao desa  
fio das questões sociais e têm custo desnecessariamente elevado, o que inviabiliza a sua adoção na maioria dos municípios e prejudi

ca o retorno econômico do investimento.

Este documento, embora não esgote o tema, apresenta uma proposta de enfrentamento realista da questão: a implantação de u sinas de reciclagem de baixo custo unitário, capazes de absorver a mão-de-obra que vive dos lixões e de permitir a venda dos reciclados, tornando rentável a atividades e resolvendo, simultaneamente, questões sanitárias e ecológicas.

Ao longo deste trabalho, a mensuração dos insumos industriais obtíveis do lixo mostrou resultados surpreendentes: potencialmente, a reciclagem do lixo em 180 cidades selecionadas substituiria diversas unidades industriais: siderúrgicas, químicas, dos setores papelero e de vidro. Acrescente-se a isto a pro dução de composto orgânico, que diminui a necessidade de fertilizantes. A escassez de insumos industriais que o País enfrenta e o longo prazo previsto para normalização da oferta torna urgente a realização da ação proposta, não fossem, por si só, o desperdício e as questões sociais antes apontadas motivo suficiente para agir.

Cumprе notar a gravidade da questão sanitária que envolve a coleta e disposição do lixo hospitalar — tema que exige um estudo específico e especializado. No mais das vezes, a coleta, transporte e destinação final desses dejetos são absolutamente im próprios, causando perdas humanas, medidas pelo número de óbitos por infecção hospitalar, além de danos econômicos e ecológicos imensuráveis.

## 2. Reaproveitamento do lixo: repercussões econômicas

O modelo ora proposto — usinas de reciclagem como alternativa para a destinação do lixo urbano — pretende oferecer condições mais dignas de trabalho aos catadores de lixo, além de constituir nova oportunidade de investimento.

Para análise das repercussões macroeconômicas do reaproveitamento do lixo, no entanto, faz-se necessário expor previamente algumas hipóteses de estudo. São elas:

- Considerou-se que há necessidade de escala mínima de produção de lixo urbano e sistema de coleta eficiente para que se justifique economicamente a implantação de usinas. Assim sendo, foram selecionados os municípios que apresentavam, segundo o censo do IBGE de 1980, mais de 80.000 habitantes. O universo ficou, portanto, restrito aos 180 maiores municípios do País.
- O período analisado foi o ano de 1985. Calculou-se que, nesses 180 municípios, o volume do lixo coletado foi de 41.194 toneladas/dia, ou 14.830 mil toneladas/ano (Anexo 1).
- A estimativa da composição do lixo dos 180 municípios encerra as precauções arroladas no Anexo 2 deste relatório. Lá se encontram a composição média estimada segundo os dados disponíveis (Hipótese A); e uma segunda hipótese, pessimista, formulada pelo grupo (Hipótese B).

Isto posto, observam-se nos quadros a seguir os resultados obtidos.

QUADRO I  
Composição Média do Lixo das 180 Cidades

Composição	Participação em peso (%)	
	Hipótese A	Hipótese B
Plástico	7,96	5,33
Papel/Papelão	26,02	13,18
Matéria orgânica	34,40	34,40
Metais	4,14	3,42
Vidros	3,64	3,07
Outros	23,84	40,60
T O T A L	100,00	100,00

Fonte: Survey BNDES

Esta participação, aplicada ao volume total de lixo coletado em 1985 (14.380 mil t/ano) fornece os seguintes volumes de insumos passíveis de reaproveitamento:

QUADRO II  
Volume dos Principais Insumos Obteníveis no Lixo - 1985

Componente	1000 t Quantidade existente no lixo	
	Hipótese A	Hipótese B
Plásticos	1.180	790
Papel/Papelão	3.859	1.955
Vidros	540	455
Metais	614	507
Composto Orgânico	5.102	5.102

Fonte: Survey BNDES

As quantidades encontradas são muito significativas, mesmo na hipótese pessimista e ainda considerando-se que na pesagem dos componentes possam estar incluídos outros elementos (água, terra etc), ou que a seleção não tenha sido bem feita (nylon, acrílico e emborrachados podem ter sido considerados como plástico, por exemplo).

A seguir, comparamos as quantidades obtidas na hipótese pessimista com os dados de consumo interno.

### QUADRO III

Consumo Interno e Quantidades Existentes no Lixo, por Tipos de Insumos - 1985

Itens	Quant. Obtenível no Lixo (A)	(1000 t/ano)	
		Consumo Interno (B)	A/B(%)
Plástico	790	1.028 (1)	76,9
Papel/Papelão	1.955	3.567 (1)	54,8
Vidros	455	983 (1)	38,7
Metais	507	20.453 (2)	2,5(2)
Composto orgânico (3)	5.102	-	-

Fonte: Inquérito Especial sobre Limpeza Pública - 1983. FIBGE; In forme Estatístico. MIC.

- (1) - Ver composição no Anexo 3.
- (2) - Metas encontrados no lixões podem ter destinação mais nobre que a produção de aço; no entanto, pela impossibilidade de desagregar, comparamos com a produção nacional de aço bruto.
- (3) - O composto orgânico não deve ser comparado com os fertilizantes por ser um corretivo do solo; o efeito é indireto, ao aumentar a absorção dos adubos químicos. A aplicação média deve ser de 1 t/ano por ha, podendo-se, portanto, corrigir 5 milhões de ha.

Os dados (em peso) do consumo interno aparente de papel/papelão, plástico e vidro são, ao contrário das quantidades encontradas nos lixões, isentos da presença de outros elementos, até mesmo dos vernizes ou tintas utilizados para comercialização. Por outro lado, vale lembrar que não foram descontados os recicláveis atualmente já aproveitados, por não dispormos dos dados.

Mesmo com estas ressalvas, o potencial reciclável, em comparação com o consumo interno aparente, mostra ser surpreendente o resultado econômico que se pode obter.

Aplicando-se preços praticados na venda dos recicláveis em novembro de 1986 e reduzindo o aproveitamento do lixo a 50% dos insumos encontrados na hipótese pessimista, obtêm-se as seguintes receitas anuais possíveis (Anexo 4).

- Plástico:	Cz\$ 2.652 milhões (1)
- Papel/Papelão:	Cz\$ 1.608 milhões
- Vidros:	Cz\$ 675 milhões
- Metais:	Cz\$ 383 milhões (2)
- Composto:	Cz\$ 1.531 milhões
TOTAL	Cz\$ 6.849 milhões

(1) - Média dos preços dos polietilenos de alta e baixa densidade, ponderada pela composição do consumo interno.

(2) - Considerou-se o preço do metal de menor valor por peso, qual seja, das latas vendidas como sucata às siderurgias.

3. A Usina de reciclagem: a tecnologia proposta e o equacionamento de questões ecológicas e sociais.

A solução encontrada consta de uma usina de reciclagem de lixo, que separa todo o material inorgânico (papel, plástico, metais, vidros) e mói e fermenta o material orgânico, produzindo adubo — ou composto orgânico. Seu processo de funcionamento é bem simples, conforme já descrito no artigo anterior, constando basicamente das seguintes etapas:

a) - o lixo é depositada por um caminhão basculante na caixa de entrada;

b) - cai numa esteira roçante, da qual — equipados com luvas e aventais — os operários retiram manualmente todos os elementos recicláveis inorgânicos;

c) - contendo apenas material orgânico no fim da esteira, o lixo entra num moinho de martelos, onde é dilacerado e moído;

d) - o lixo moído é empilhado em montes (chamados leiras), onde sofre processo de fermentação aeróbica por 60 a 90 dias, após o que se transforma em composto orgânico pronto para ser utilizado como corretivo de solo.

Aspecto interessante a ser mencionado é a não-proliferação de vetores de doença nas leiras, devido ao calor gerado no seu interior pelo processo de fermentação aeróbica, que elimina as larvas depositadas e afugenta os roedores, além de evitar os odores da putrefação.

Esse processo de separação apresenta vantagens significativas em termos de produtividade, em relação à catação selvagem no lixão. O uso de tecnologia adequada, com a utilização de equipamentos simplificados e mão-de-obra intensiva vem apresentando, vis-a-vis os processos intensivos de capital, resultados alentadores

em termos de economicidade e qualidade do produto final.

A solução é ideal para processar entre 50 e 150 t/dia, portanto adequada às condições usualmente encontradas nos pequenos e médios municípios brasileiros. Acima destas quantidades, tal tipo de usina apresenta deseconomias de escala, relacionadas com a necessidade de grandes extensões de terreno e equipamentos para movimentação e maturação da matéria orgânica. Para as cidades maiores, surge, então, como solução a ser pensada, a adoção de vários módulos com capacidade para processar até 150 t dia de lixo.

Quanto aos aspectos sociais, a vantagem da incorporação de catadores ao mercado formal de trabalho não pode ser desprezada. Cada usina de 150 t/dia cria cerca de 40 postos de trabalho direto.

No que diz respeito à salubridade, os catadores não mais terão contato direto com o lixo, passando a trabalhar, protegidos, junto às esteiras. Diferentemente do que ocorre atualmente os parentes — velhos e crianças — não trabalharão mais nos depósitos, pois o aumento da produtividade alcançado, ao transformar-se em renda do chefe da família, os dispensará de ajudá-lo na composição da renda familiar.

Desta forma, a usina representa melhoria no quadro de emprego e renda e traz à taxaço setor que hoje faz a riqueza de muitos. Os dados indicam que, em algumas cidades, o lixo é desviado para catação antes mesmo da coleta; depois, o refugo é abandonado em qualquer parte, agravando os problemas ecológicos e sanitários.

Paralelamente à usina, poderão ser construídas moradias — com infra-estrutura adequada — e implantados equipamentos sociais, destinados aos atuais catadores do lixão; estes, em associação, fornecerão a mão-de-obra necessária à operação da instalação industrial. A formação de associações é fundamental pois, além de permitir que os catadores sejam remunerados por sua produtividade, e não retribuídos ao salário mínimo normalmente pago, constitui

solução que busca evitar ônus adicional aos orçamentos municipais.

Assim, em adição à produção de insumos mencionada no capítulo anterior, procuram-se equacionar:

a) - o problema social, com a integração dos catadores à economia formal, em condições dignas, e não mais altamente insalubres;

b) - o problema econômico, de vez que a receita de venda dos reciclados e do composto permite o auto financiamento da usina e, mesmo, a geração de receitas adicionais;

c) - o problema ecológico, pois deixa de existir a contaminação dos mananciais de água pelo lixo e seus efluentes;

d) - o problema sanitário, pois essa solução evita a proliferação de vetores patogênicos;

e) - a crescente necessidade de terrenos para depositar o lixo, cada vez mais distantes, o que vem aumentar os custos de transporte dos sistemas de limpeza urbana.

4. Investimentos necessários para instalação de usinas nas 180 cidades.

O orçamento para instalação de usinas de tratamento do lixo parte das seguintes hipóteses:

(a) existe uma empresa de coleta de lixo atuando na região, e sua eficiência não será objeto de estudo;

(b) o custo da coleta é externo à usina e não será considerado;

(c) a adoção de tecnologia simples nas usinas permite racionalização de custos e manutenção de atividade produtiva, garantindo empregos para a atual população de catadores;

(d) o módulo mínimo será usina com capacidade para processar 50 t diárias de lixo; a maior processará 150 t/dia. Acima deste parâmetro, outras usinas modulares seriam acrescentadas.

A quantidade de usinas prevista (para 180 cidades) é de 71 usinas de 50 t/dia; 32 usinas de 100 t/dia e 255 usinas de 150 t/dia.

Adotou-se como custo unitário da usina de reciclagem, nos três tamanhos previstos, o que se segue:

QUADRO IV

Custo Unitário dos Módulos (1)

<u>Capacidade de Processamento</u>	<u>Custo de Implantação</u>
150 t/dia	Cz\$ 6.500 mil
100 t/dia	Cz\$ 5.000 mil
50 t/dia	Cz\$ 2.500 mil

(1) Custos de novembro de 1986.

Foram considerados, no cálculo acima, os seguintes itens: balança; veículos; mini-tratores e pás-carregadeiras; equipamentos elétricos (motores e transformadores); obras civis;

montagem; e encargos financeiros antes do start up.

Como esses equipamentos, extremamente simplificados, são produzidos em série no País, supõe-se que o impacto adicional do investimento na demanda por bens de capital não apresentará maiores problemas. Ressalva deve ser feita com relação a motores elétricos e equipamentos de movimentação de carga, que vêm apresentando estrangulamento na oferta.

Tendo em vista os custos unitários anteriormente descritos, a implantação de usinas nas 180 cidades alcançaria o valor de Cz\$ 1.739.900.000,00, assim distribuídos:

- Cz\$ 1.428.000.000,00 para construção de 255 usinas de 150 t/dia, em 77 cidades;

- Cz\$ 134.400.000,00 para construção de 32 usinas de 100 t/dia, em 32 cidades;

- Cz\$ 177.500.000,00 para construção de 71 usinas de 50 t/dia, em 71 cidades.

Sendo da competência das prefeituras municipais a função de limpeza urbana, acredita-se que seria exequível a instalação de maior parte destas usinas em período de dois anos. O prazo médio de instalação de uma usina não ultrapassa seis meses e sua montagem é extremamente simplificada.

Os investimentos deverão ser negociados caso a caso, mediante projetos específicos, que levarão em conta, além das composições particulares dos resíduos sólidos gerados pelas cidades, os mercados regionais para os diversos reciclados e a consequente capacidade de pagamentos dos mutuários.

Propõe-se, para esses financiamentos, a adoção das condições praticadas no apoio a projetos de controle ambiental, conforme estabelecido nas Políticas Operacionais para o Sistema BNDES.

#### ANEXO I

#### Situação temporal do estudo e metodologia para estimativa do volume de lixo coletado em 1985.

Como fonte de dados para a pesquisa utilizamos informações do Inquérito Especial sobre Limpeza Pública e Remoção de Lixo, ano-base 1983, aplicado pelo IBGE. Esta foi a informação disponível mais recente sobre volume de lixo coletado pelas 180 cidades do nosso universo.

A composição do lixo, não informada nesta fonte, tornou-se disponível através do survey enviado às prefeituras municipais pela própria ASCOR/AP-IV do BNDES. Estas respostas, contudo, foram referentes a 1985 e não cobriram todo o universo: ao todo, obtivemos 52 respostas.

Optamos por situar o estudo em 1985, com o que precisamos estimar o volume de lixo coletado neste ano, a partir dos dados de 1983.

Considerando a hipótese de o serviço de coleta de lixo ter-se mantido estável ao longo do período e, mais, que os hábitos da população em questão não se modificaram, tomamos o crescimento ponderado do produto industrial e do setor serviços como estimativa do crescimento do produto urbano e, por aproximação, da própria geração de lixo pela população urbana.

Desta forma, obtivemos o crescimento do produto urbano, no biênio, de 13,208%. Este crescimento, aplicado ao volume de lixo coletado em 1983 — 36.388 t/dia, forneceu para 1985 o volume de 41.194 t/dia, pelos 180 municípios constantes do nosso universo — 14.830 mil t de lixo/ano.

## ANEXO 2

### Metodologia para o cálculo da composição do lixo.

A estimativa da composição do lixo em seus principais componentes — papel e papelão, plásticos, matéria orgânica, vidros e metais — encerra algumas dificuldades: esta composição varia de cidade para cidade, segundo parâmetros que vão desde o processo de urbanização até os hábitos de consumo da população e a estruturação do serviço de limpeza urbana.

Poderíamos, caso fossem disponíveis esses valores, utilizar a composição do lixo de cada uma das cidades e, por somatório, obter a estrutura do lixo do universo dos 180 municípios com que trabalhamos. Entretanto, dispomos de dados de composição do lixo para apenas 33 cidades, o que nos impõe a utilização de procedimento estatístico para estimar a composição percentual média do lixo do nosso universo.

Obviamente, além da imprecisão de tomar como homogênea, para o universo, uma composição que sabemos que é heterogênea em suas partes, corremos o risco de utilizar dados cuja confiabilidade não é conhecida. Entretanto, qualquer tentativa de desprezar informantes, por mais disparatados que sejam seus dados vis-a-vis os demais, significa tentar tornar mais homogênea uma realidade, que, embora desconhecida, sabemos ser heterogênea.

Assim sendo, optamos por utilizar todos os dados dos 33 informantes e calcular a média ponderada da constituição do lixo desta parcela — representativa, feitas as ressalvas anteriores, da composição do universo.

Desta forma, calculamos o volume de plásticos coletado pelas cidades em questão, que, dividido pelo volume total de lixo recolhido por estes mesmos municípios, forneceu a participação percentual de plásticos; procedemos da mesma maneira para os demais componentes, obtendo a seguinte composição:

Composição média ponderada do lixo de 33  
cidades brasileiras

Hipótese A

Componente	Participação percentual em peso (%)
Plásticos	7,96
Papel/Papelão	26,02
Matéria orgânica	34,40
Metais	4,14
Vidros	3,04
Outros	24,44
T O T A L	100,00

Como era de se esperar, visto que usamos médias ponderadas, esta composição se aproxima mais da realidade das grandes cidades que daquela das pequenas cidades. Entretanto, se são das grandes cidades as maiores contribuições para o volume do lixo total do universo, é de fato desejável que nossa média se comporte desta forma.

Finalmente, para auferir a confiabilidade da estrutura que encontramos, consultamos a bibliografia disponível e obtivemos os seguintes quadros, citados por LIMA, Luiz Mário Queiroz, in Tratamento de Lixo:

Composição do lixo de São Paulo - 1979

Componente	Participação percentual em peso (%)
Plástico fina e grosso	9,00
Papel/Papelão	29,60
Matéria orgânica	37,80
Metais (ferrosos + não ferrosos)	5,50
Vidro, terra, pedra	14,60

Fonte: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Composição do lixo do Rio de Janeiro - 1979

Componente	Participação percentual em peso (%)
Plástico fino e grosso	3,10
Papel/Papelão	33,70
Matéria orgânica	20,70
Metais (ferrosos + não ferrosos)	3,20
Vidro, terra, pedra	33,60

Fonte: CATANHEDE, AL. G. de. et alli in Aterro Experimental de lixo, Documento final. COMLURB, X Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21 a 26/1 de 1979.

Composição do lixo de Manaus - 1979

Componente	Participação percentual em peso (%)
Plástico fino e grosso	2,83
Papel/Papelão	29,01
Matéria orgânica	51,12
Metais (ferrosos + não ferrosos)	6,78
Vidro, terra, pedra	4,67

Fonte: LIMA, L.M.Q. Análise do lixo de Manaus. AM, 1979

Como se vê, à exceção da participação de vidros, que as tabelas da bibliografia consultada não trazem discriminada, todas as demais participações revelam certa coerência com os dados que obtivemos por procedimento amostral. Assim sendo, optamos por trabalhar com a composição média ponderada como estimativa da composição do lixo das 180 cidades componentes do nosso universo.

Dado o alto grau de dispersão apresentado nos dados

encaminhados, a pouca confiabilidade em algumas dessas informações e o fato de a amostra, aleatória, não ser necessariamente representativa do universo, optou-se, objetivando-se maior segurança, por abandonar, na Hipótese B, abaixo, as informações colhidas que apresentavam percentuais de reciclados bem superiores à média calculada. Esta hipótese foi chamada hipótese pessimista.

Composição do lixo

Hipótese B	
Componente	Participação percentual em peso (%)
Plásticos	5,33
Papel/Papelão	13,18
Matéria orgânica	34,40
Metais	3,42
Vidros	3,07
Outros	40,60
T O T A L	100,00

ANEXO 3

Consumo interno aparente, em 1985, dos principais elementos encontrados no lixo.

1) Plásticos

Termo Plásticos	1000 t Cons. Interno Aparente 1985
Poliétileno de alta densidade	120
Poliétileno de baixa densidade	331
PVC	325
Polipropileno	161
Poliestireno	91
<b>T O T A L</b>	<b>1028</b>

Fonte: PETROQUISA. Relatório de Consumo Aparente

2) Papel e Papelão

Itens	1000 t Cons. Interno Aparente 1985
Imprimir e escrever	878
Imprensa	277
Embalagem	1622
Papéis especiais	122
Absorventes	270
Cartões e cartolinas	398
<b>T O T A L</b>	<b>3567</b>

Fonte: DEPIQ/BNDES

3) Vidro

	1000 t
Itens	Vendas Internas 1985
Embalagem	602
Vidro plano	271
Vidro doméstico	86
Fibra de vidro	24
<b>T O T A L</b>	<b>983</b>

Fonte: CDI, MIC.

#### ANEXO 4

##### Estimativa do reciclamento efetivo

O índice de reciclamento efetivo depende de vários fatores como a composição relativa de elementos do lixo, o tempo entre a coleta e a separação e até mesmo o tipo da coleta ou forma de embalar o lixo para a coleta.

De qualquer forma, não seria razoável supor um reciclamento efetivo igual ao potencial. Neste sentido, na falta de dados confiáveis, adotou-se um redutor de 50% de reciclamento efetivo em relação ao potencial.

Apresentamos abaixo alguns índices, obtidos através da Empresa Carioca de Engenharia.

<u>Índice de reaproveitamento de componentes do lixo urbano</u>	<u>Preços /Kg Nov/1986</u>
Papel: 25% a 40%	Cz\$ 1,00
Papelão: 50% a 75%	Cz\$ 1,00
Vidro: 40% a 60%	Cz\$ 3,00
Plástico baixa densidade: 30% a 40%	Cz\$ 3,00
Plástico alta densidade: 60% a 70%	Cz\$ 12,00
Latas: até 100%	Cz\$ 1,50
Não-ferrosos: 70%	de Cz\$ 15,00 a Cz\$ 25,00